

PROPONENTE: **AME ENERGY S.r.l.**

Via Pietro Cossa, 5 20122 Milano (MI) - ameenergysrl@legalmail.it - PIVA 12779110969

REGIONE CAMPANIA
PROVINCIA DI SALERNO
COMUNE DI CAGGIANO

Titolo del Progetto:

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO UBICATO NEL COMUNE DI CAGGIANO (SA) IN LOCALITA' "TEMPA DEL VENTO", CON POTENZA NOMINALE PARI A 46.2 MW

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento:

CAGEO-T070

ID PROGETTO:

105

DISCIPLINA:

PD

TIPOLOGIA:

D

FORMATO:

A4

Elaborato:

RELAZIONE RELAZIONE DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA

FOGLIO:

252

SCALA:

-

Nome file:

CAGEO-T070.pdf

Progettazione:

IPROJECT S.R.L.

**Consulenza, Progettazione e Sviluppo Impianti
ad Energia Rinnovabile**

Sede Legale: Via Del Vecchio Politecnico, 9 - 20121 Milano (MI)

P.IVA 11092870960-PEC: iproject@legalmail.it

Sede Operativa: Via Bisceglie n° 17 - 84044 Albanella (SA)

-mail: a.manco@iprojectsrl.com

Cell: 3384117245

Progettista:

Arch. Antonio Manco

Tecnico:

Geol. Fabio Di Feo



Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	15/07/2023	Prima emissione	Geol. Fabio Di Feo	Arch. Antonio Manco	Arch. Antonio Manco

INDICE

1	PREMESSA	6
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E STRUTTURALE	9
3	Area TORRE N°1	13
3.1	MODELLO GEOLOGICO	14
3.1.1	Stratigrafia locale	14
3.1.2	Geomorfologia locale	15
3.1.3	Idrogeologia	17
3.1.4	Analisi Vincoli PSAI	18
3.2	MODELLO GEOTECNICO	19
3.2.1	Programma di indagini geognostiche realizzate	19
3.2.2	Aspetti geotecnici del sito d'interesse	20
3.3	MODELLO SISMICO	21
3.3.1	Modellazione Sismica	21
3.3.2	Risposta sismica locale	22
3.3.3	Interpretazione ed analisi dei dati sismici	31
3.4	FATTIBILITÀ DELLE OPERE	34
3.5	COMPATIBILITA' DELLE OPERE	38
4	Area TORRE N°2	40
4.1	MODELLO GEOLOGICO	41
4.1.1	Stratigrafia locale	41
4.1.2	Geomorfologia locale	42
4.1.3	Idrogeologia	44
4.1.4	Analisi Vincoli PSAI	45
4.2	MODELLO GEOTECNICO	46
4.2.1	Programma di indagini geognostiche realizzate	46
4.2.2	Aspetti geotecnici del sito d'interesse	47
4.3	MODELLO SISMICO	48
4.3.1	Modellazione Sismica	48
4.3.2	Risposta sismica locale	49
4.3.3	Interpretazione ed analisi dei dati sismici	58



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

4.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE.....	61
4.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE	65
5 Area TORRE N°3.....	67
5.1 MODELLO GEOLOGICO	68
5.1.1 Stratigrafia locale.....	68
5.1.2 Geomorfologia locale	69
5.1.3 Idrogeologia.....	72
5.1.4 Analisi Vincoli PSAI.....	73
5.2 MODELLO GEOTECNICO	74
5.2.1 Programma di indagini geognostiche realizzate.....	74
5.2.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse.....	75
5.3 MODELLO SISMICO	76
5.3.1 Modellazione Sismica	76
5.3.2 Risposta sismica locale	77
5.3.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici	86
5.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE.....	89
5.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE	93
6 Area TORRE N°4.....	95
6.1 MODELLO GEOLOGICO	96
6.1.1 Stratigrafia locale.....	96
6.1.2 Geomorfologia locale	97
6.1.3 Idrogeologia.....	99
6.1.4 Analisi Vincoli PSAI.....	100
6.2 MODELLO GEOTECNICO	101
6.2.1 Programma di indagini geognostiche realizzate.....	101
6.2.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse.....	102
6.3 MODELLO SISMICO	103
6.3.1 Modellazione Sismica	103
6.3.2 Risposta sismica locale	104
6.3.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici	113
6.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE.....	116
6.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE	120
7 Area TORRE N°5.....	122



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

7.1 MODELLO GEOLOGICO	123
7.1.1 Stratigrafia locale.....	123
7.1.2 Geomorfologia locale	124
7.1.3 Idrogeologia.....	126
7.1.4 Analisi Vincoli PSAI.....	127
7.2 MODELLO GEOTECNICO	128
7.2.1 Programma di indagini geognostiche realizzate.....	128
7.2.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse.....	129
7.3 MODELLO SISMICO	130
7.3.1 Modellazione Sismica	130
7.3.2 Risposta sismica locale	131
7.3.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici	140
7.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE.....	143
7.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE	147
8 Area TORRE N°6.....	149
8.1 MODELLO GEOLOGICO	150
8.1.1 Stratigrafia locale.....	150
8.1.2 Geomorfologia locale	151
8.1.3 Idrogeologia.....	153
8.1.4 Analisi Vincoli PSAI.....	154
8.2 MODELLO GEOTECNICO	155
8.2.1 Programma di indagini geognostiche realizzate.....	155
8.2.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse.....	156
8.3 MODELLO SISMICO	157
8.3.1 Modellazione Sismica	157
8.3.2 Risposta sismica locale	158
8.3.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici	167
8.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE.....	170
8.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE	174
9 Area TORRE N°7.....	176
9.1 MODELLO GEOLOGICO	177
9.1.1 Stratigrafia locale.....	177
9.1.2 Geomorfologia locale	178

9.1.3	Idrogeologia.....	180
9.1.4	Analisi Vincoli PSAI.....	181
9.2	MODELLO GEOTECNICO	182
9.2.1	Programma di indagini geognostiche realizzate.....	182
9.2.2	Aspetti geotecnici del sito d'interesse.....	183
9.3	MODELLO SISMICO	184
9.3.1	Modellazione Sismica	184
9.3.2	Risposta sismica locale	185
9.3.3	Interpretazione ed analisi dei dati sismici	194
9.4	FATTIBILITÀ DELLE OPERE.....	197
9.5	COMPATIBILITA' DELLE OPERE	201
10	Area CAVIDOTTO INTERRATO	203
10.1	 MODELLO GEOLOGICO	204
10.1.1	Stratigrafia locale.....	204
10.1.2	Geomorfologia locale	205
10.1.3	Idrogeologia.....	210
10.1.4	Analisi Vincoli PSAI.....	211
10.2	 MODELLO GEOTECNICO	212
10.2.1	Programma di indagini geognostiche realizzate.....	212
10.2.2	Aspetti geotecnici del sito d'interesse.....	213
10.3	 MODELLO SISMICO	214
10.3.1	Modellazione Sismica	214
10.3.2	Interpretazione ed analisi dei dati sismici	215
10.4	 FATTIBILITÀ DELLE OPERE	218
10.5	 COMPATIBILITA' DELLE OPERE	222
11	Area Stazione Elettrica di Utenza MT-AT	224
11.1	 MODELLO GEOLOGICO	225
11.1.1	Stratigrafia locale.....	225

11.1.2	Geomorfologia locale	226
11.1.3	Idrogeologia	228
11.1.4	Analisi Vincoli PSAI	229
11.2	MODELLO GEOTECNICO	230
11.2.1	Programma di indagini geognostiche realizzate	230
11.2.2	Aspetti geotecnici del sito d'interesse	231
11.3	MODELLO SISMICO	232
11.3.1	Modellazione Sismica	232
11.3.2	Interpretazione ed analisi dei dati sismici	233
11.4	FATTIBILITÀ DELLE OPERE	235
11.5	COMPATIBILITA' DELLE OPERE	238
12	Valutazione del Rischio atteso R nel PSAI	240
13	CONCLUSIONI	245
14	ALLEGATI	252

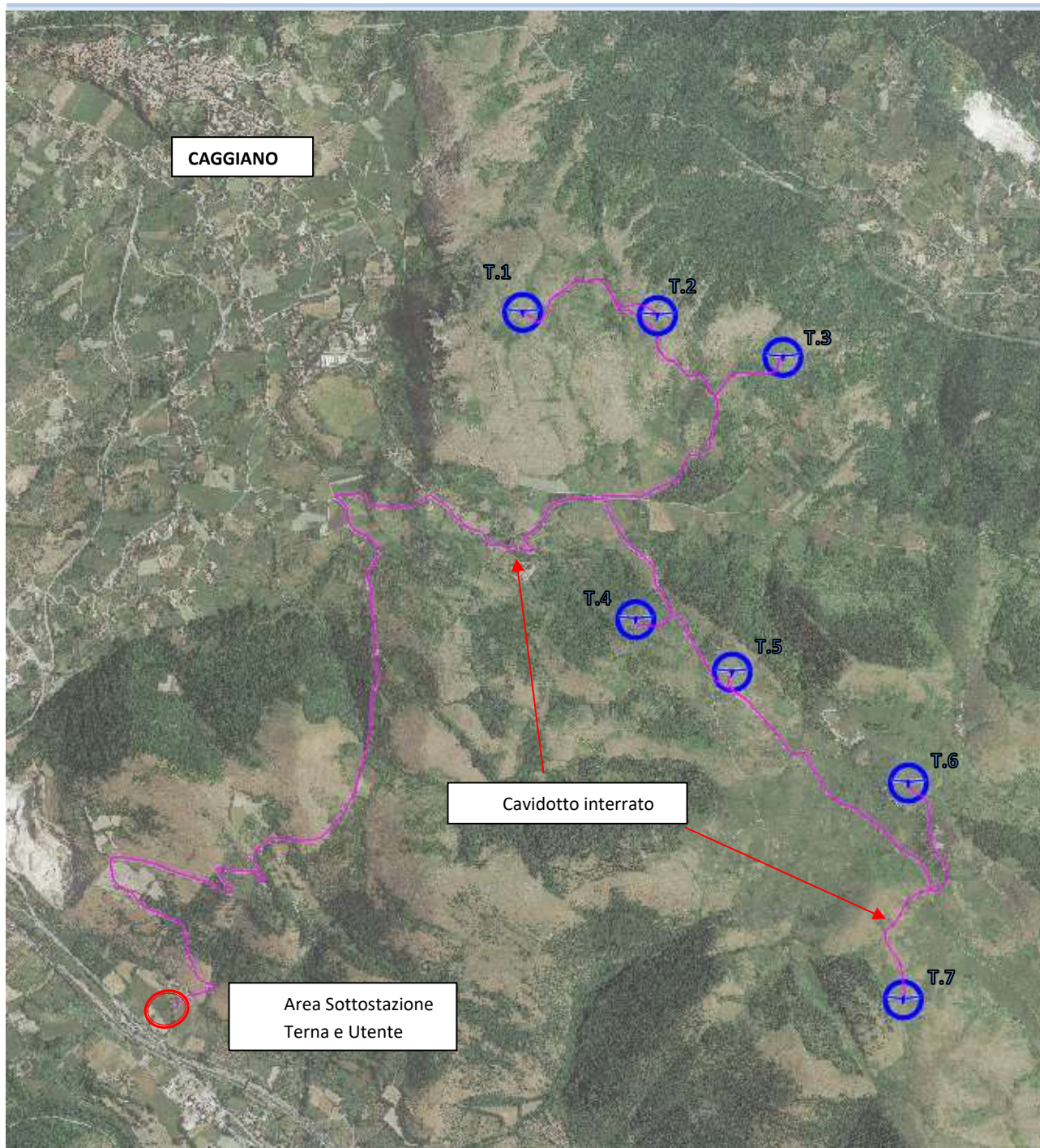
1 PREMESSA

Su incarico ricevuto della società **I-PROJECT S.r.l.** con Sede Legale in Via del Vecchio Politecnico, n°9 MILANO (MI) - P.IVA 1109287960, PEC I-project@legalmail.it, Sede Operativa Via Bisceglie, 17 - 84044 Albanella (SA) e per conto della società **AME ENERGY S.r.l.** con Sede in Via Pietro Cossa n.5, 20122 Milano (MI), il sottoscritto **dr. geologo Fabio Di Feo** residente in Via Olivella 4/A del comune di Altavilla Silentina (SA), iscritto all'ordine dei geologi della Regione Campania al n.2314, ha effettuato uno studio di compatibilità geologico finalizzato ad attestare le caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrogeolitologiche, geotecniche, e sismiche delle aree interessate dal progetto dell'Impianto Eolico in oggetto con potenza pari a 46,2 MW.

L'area studio, ricadente nel Comune di Caggiano (SA) e nel Comune di Polla (SA), è compresa nel foglio 199 della Carta Geologica d'Italia "Potenza" scala 1:100000, occupando la tavoletta "Potenza" STR 199 elaborate dalla Regione Campania su base I.G.M. in scala 1:25000, nelle tavole aerofotogrammetriche n° 488021, 488022, 488023, 488024, 488033, 488034, 488061, 488062, 488071, 488072, 488073, 488074 restituite in scala 1:5000.

Le opere da realizzare, nello specifico, sono costituite da:

- un Impianto Eolico ricadente nel Comune di Caggiano (SA), in località Tempa del Vento, formato da n°7 **Torri Eoliche**;
- dal **cavidotto interrato** che attraversa Comune di Caggiano (SA) e nel Comune di Polla (SA);
- dalla **Stazione Elettrica di Utenza MT-AT** ubicata nel Comune di Polla (SA) nelle vicinanze dell'imbocco autostradale Polla.



Ortofoto con ubicazione opere in progetto

La fonte eolica è una fonte rinnovabile ed inesauribile di energia, che non richiede alcun tipo di combustibile ma sfrutta l'energia cinetica del vento, trasformandola prima in energia meccanica e poi in energia elettrica.

Gli aerogeneratori scelti per l'inserimento nel parco eolico sono del tipo Siemens Gamesa SG 6.6 da

6.6 MW con torri in tubolare di acciaio, trasformatori delle turbine all'interno degli aerogeneratori e rotore a forma tripala ad asse orizzontale, orientazione del rotore automatica in direzione del vento con sistema di controllo di potenza.

Lo studio, redatto ai sensi del Decreto Ministeriale del 11-03-1988 e del D.P.R. 328/01 art. 41 Comma 1, è stato eseguito tramite:

- consultazione della bibliografia esistente;
- accurato rilevamento geologico e geomorfologico di campagna di un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse;
- analisi delle carte della pericolosità e del rischio, in scala 1:25000, prodotte **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale (ex AdB Regione Campania SUD ed ex AdB Interregionale Sele)** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- Giugno 2012 e rimodulazione Giugno 2013 e Testo Unico delle NTA adottato ad agosto 2016);
- ricostruzione della stratigrafia dei terreni di fondazione;
- la realizzazione di **n°7 prove sismiche superficiali MASW** (atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018) (cfr. **Tav. T071 CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI** e **Tav. T072 Relazione sulle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI**),

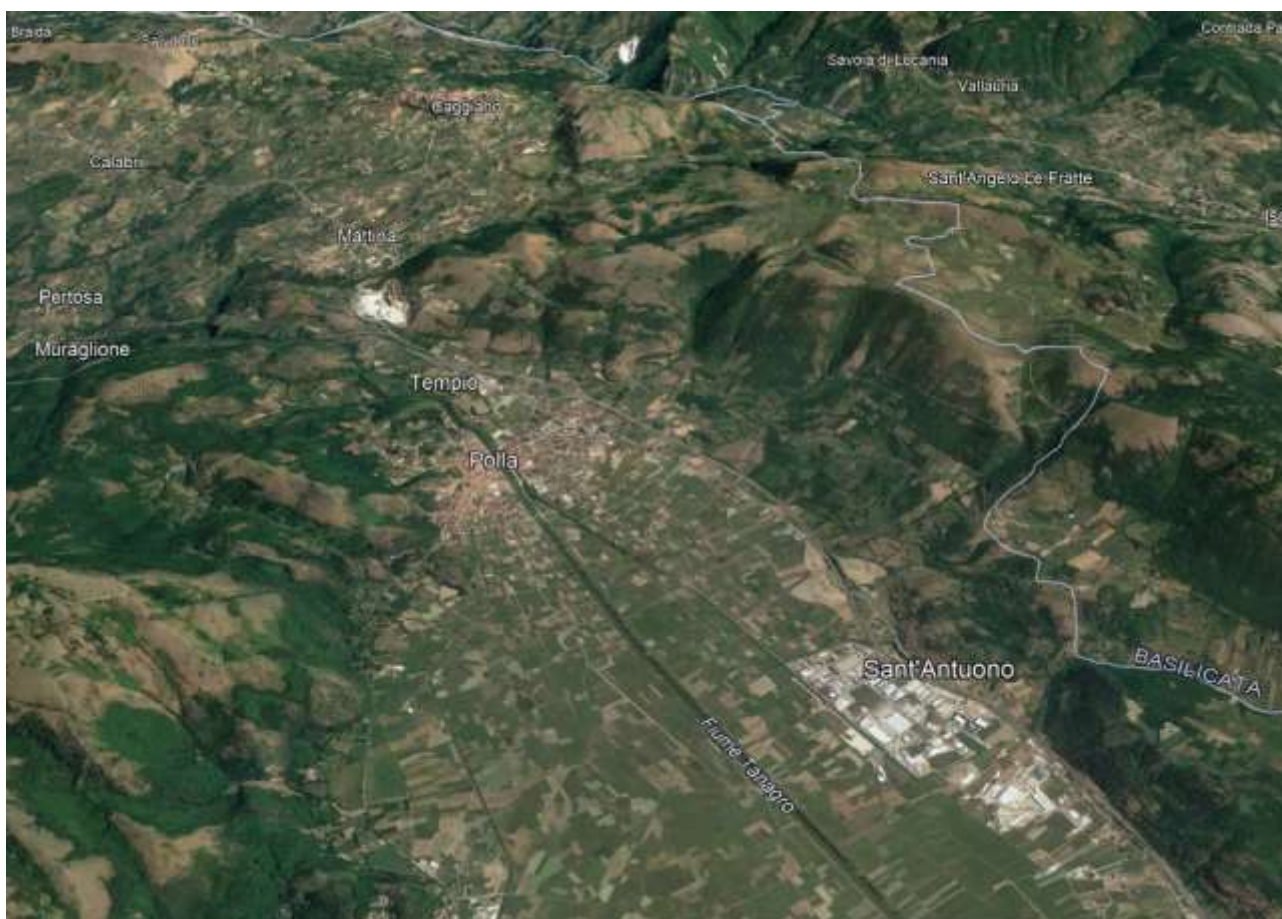
ha permesso di individuare e caratterizzare i principali litotipi e morfotipi, di definire l'assetto geologico e geomorfologico e di valutare la pericolosità geologica del territorio indagato.

Tutti questi elementi di base sono finalizzati alla verifica della compatibilità delle ipotesi di progetto con quanto previsto dalla normativa vigente.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E STRUTTURALE

L'area studio, ricadente nel Comune di Caggiano (SA) e nel Comune di Polla (SA), è compresa nel foglio 199 della Carta Geologica d'Italia "Potenza" scala 1:100000, occupando la tavoletta "Potenza" STR 199 elaborate dalla Regione Campania su base I.G.M. in scala 1:25000.

Tali territori, si collocano nella provincia di Salerno, ai margini del Vallo di Diano, nell'estremo settore settentrionale della dorsale montuosa calcareo – dolomitica dei M.ti della Maddalena a cavallo delle regioni Campania e Basilicata. Tale dorsale è delimitata da importanti discontinuità tettoniche sulle quali si sono impostate a nord la Valle del Melandro ad est l'Alta Valle dell'Agri e ad ovest il Vallo di Diano.

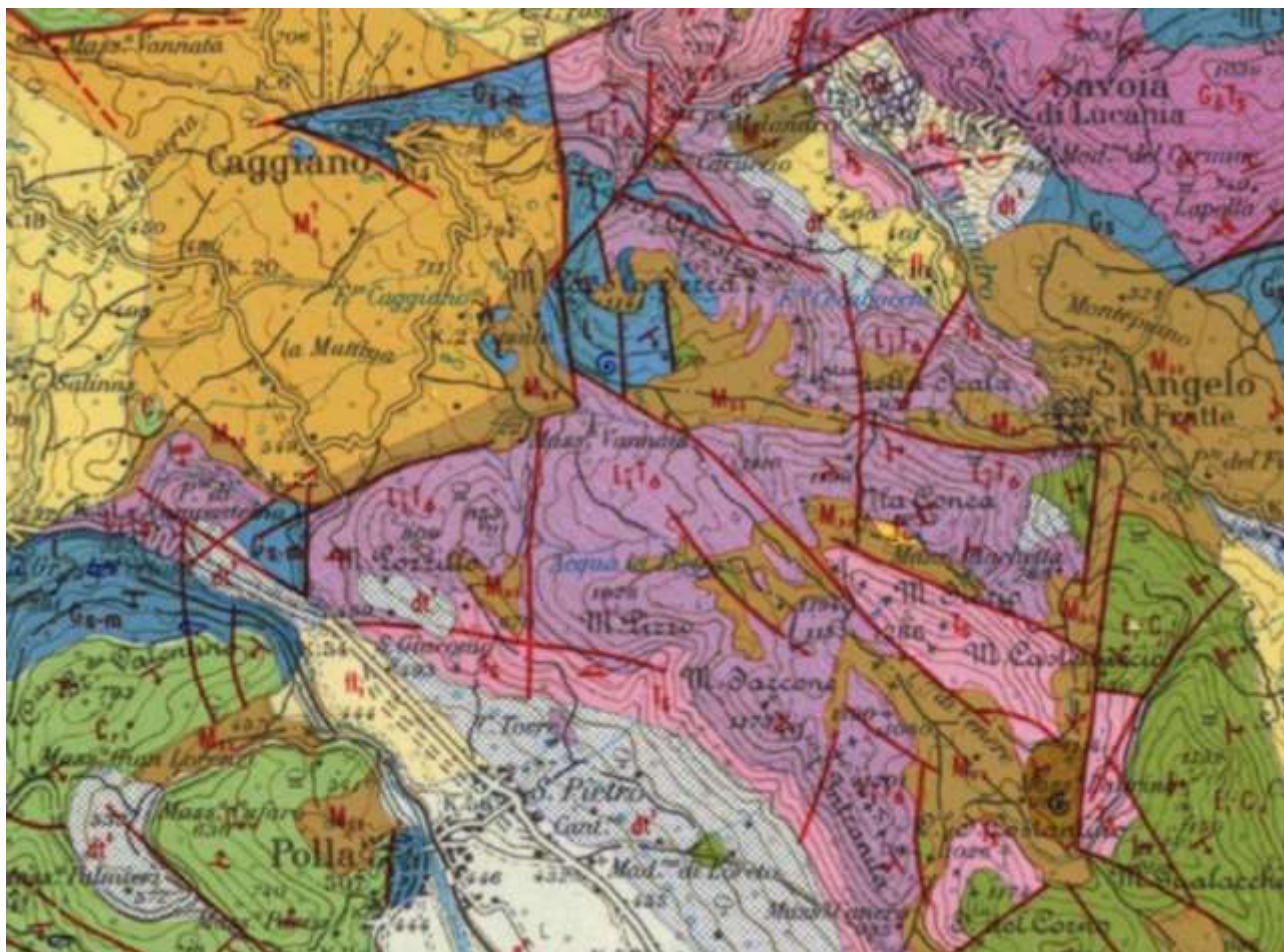


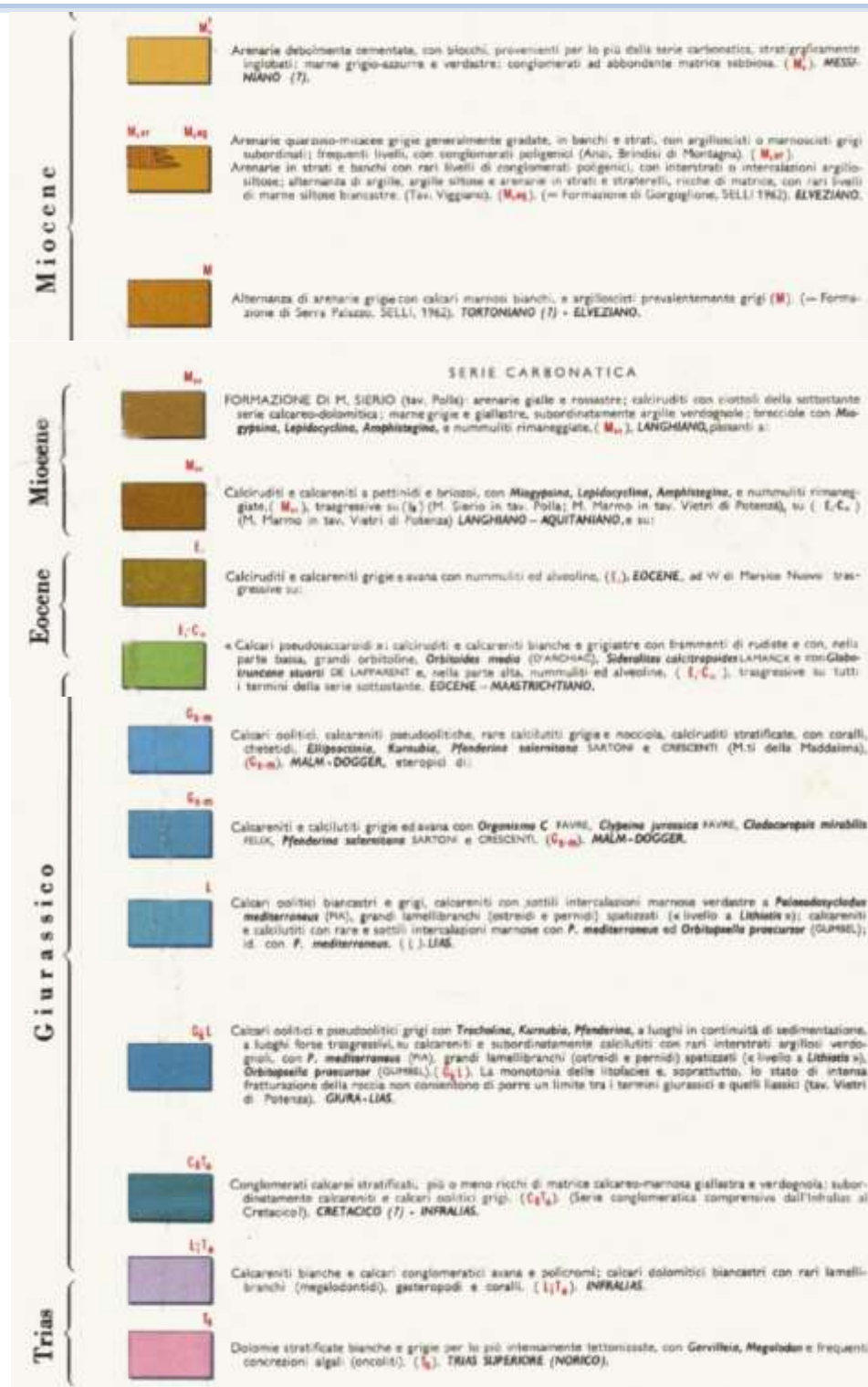
Da diversi studi e dati bibliografici, quali Ascione et alii 1992, si riscontra che i Monti della Maddalena si presentano come una morfostruttura, ad asse centrale NNW-SSE con quote comprese tra 850 e 1482 metri s.l.m., degradante "a gradinata" ad ovest e ad est. Essa è dominata da versanti di faglia con orientazioni comprese tra N140° e N160° come quelli di Monte San Giacomo, di Monte Sarcone-

Serra Intranita, Serra la Rapanza. I versanti occidentali, mediamente orientati N150°, hanno un andamento "a segmenti" dovuto all'intersezione di lineamenti strutturali N150° con altri orientati N120° (Ascione et alii, 1992).

L'area in studio ricade nel segmento campano-lucano dell'Appennino Meridionale e si estende essenzialmente in destra orografica della Bassa Valle del Fiume Tanagro. Le strutture montuose che racchiudono la Bassa Valle del Tanagro seguono un allineamento NNW – SSE. Le quote più elevate si raggiungono prevalentemente, in sx orografica al fiume Tanagro, lungo la dorsale Iburno – Cervati (1742 m s.l.m. M.te Alburno e 1899 m s.l.m. M.te Cervati). Ad est, in destra orografica al fiume Tanagro, si sviluppa la dorsale montuosa dei M.ti della Maddalena la quale, procedendo da sud verso nord, mantiene rispetto alla precedente un profilo altimetrico sostanzialmente meno elevato e degradante i cui picchi altimetrici massimi si registrano in corrispondenza di M.te Capo La Serra (1141 m s.l.m.) e M.te San Giacomo (970 m s.l.m.).

Stralcio foglio 199 della Carta Geologica d'Italia "Potenza" scala 1:100000





I rilievi montuosi che racchiudono e definiscono il comprensorio in studio sono costituiti ad ovest della bassa Valle del Tanagro fino alla confluenza con il fiume Sele da sequenze calcaree e calcareo – dolomitiche ascritti nella letteratura scientifica all’Unità Alburno – Cervati – Pollino; mentre, ad est le stesse valli sono bordate sempre da sequenze calcaree e calcareo – dolomitiche ma ascritte

all'Unità dei M.ti della Maddalena. I termini basali, più antichi, di entrambe le Unità carbonatiche sono costituiti essenzialmente da dolomie e calcari dolomitici di età Triassica. I termini successivi (di età Giurassico – Cretacico) che seguono stratigraficamente nell'Unità Alburno – Cervati – Pollino e nell' Unità dei M.ti della Maddalena, anche se calcarei, si differenziano essenzialmente per il loro ambiente di deposizione quali calcari tipici di ambiente di piattaforma per la prima e calcari di piattaforma e di margine per la seconda. A tetto della successione stratigrafica calcarea dell'Unità Alburno – Cervati – Pollino affiorano, a luoghi, calcari e marne (di età Eocene – Paleocene), mentre, sull'Unità dei M.ti della Maddalena affiorano calcari a rudiste (di età Cretacico sup.) e, a luoghi, sedimenti carbonatici (di età Eocene – Cretacico). Su tali termini calcarei di piattaforma si rinvencono, non sempre, terreni flyschoidi (Miocenici) trasgressivi discordanti costituiti da calcareniti e sedimenti terrigeni prevalentemente arenaceo -argillosi.

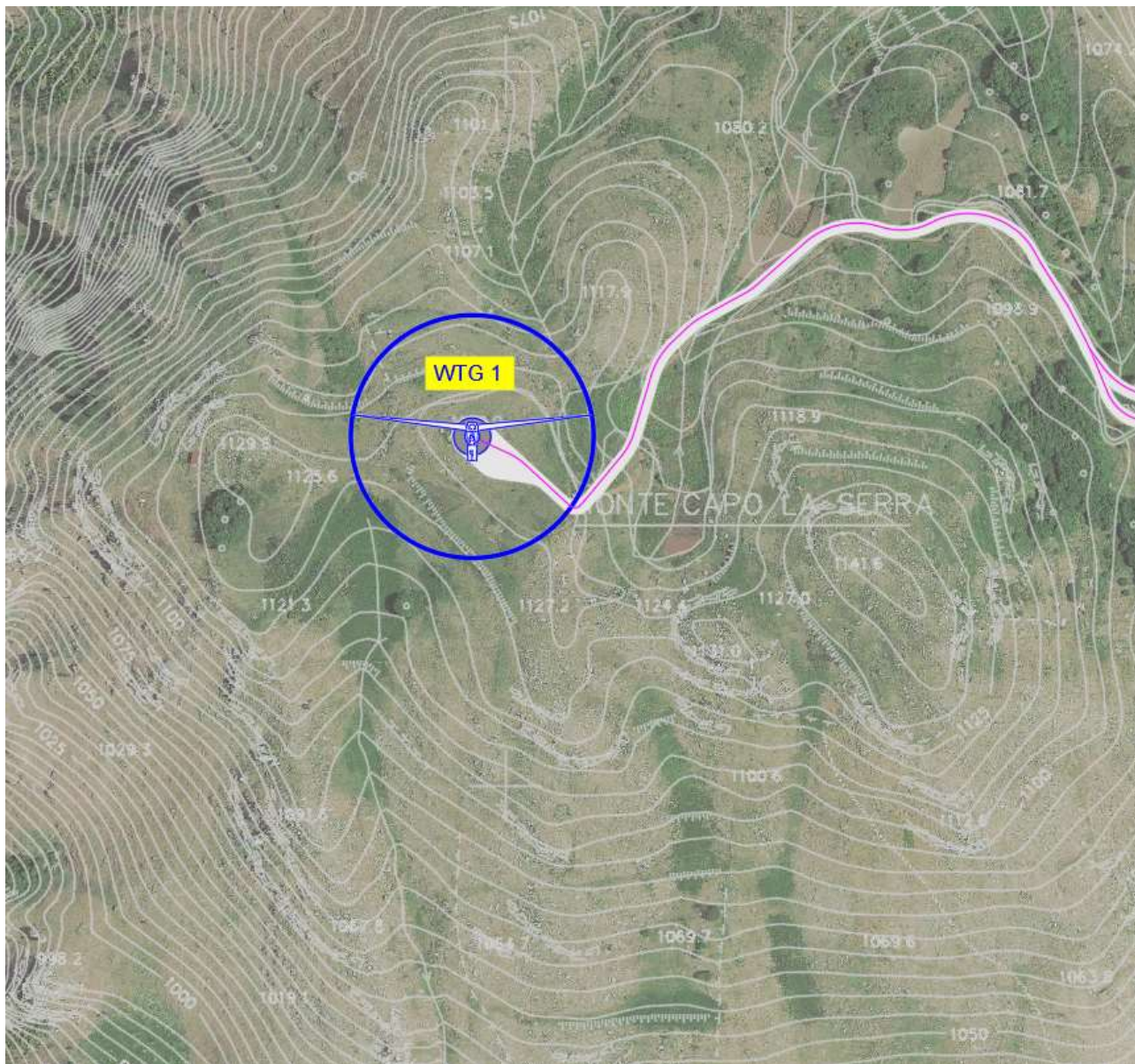
Gli eventi che hanno determinato l'attuale configurazione geologica, strutturale e morfologica del territorio sono avvenuti tra il Miocene ed il Pliocene in cui si sono succedute diverse fasi tettoniche compressive a prevalente componente orizzontale. Successivamente nel quaternario, alla fine del Pliocene, sono seguite fasi tettoniche distensive che hanno controllato, attraverso sistemi di faglie normali con direzioni appennica (WNW - ESE) e antiappennica, i forti sollevamenti delle catene montuose e l'individuazione dei bacini a sedimentazione lacustre intramontani (Vallo di Diano e Bassa Valle del Fiume Tanagro). Nel Quaternario, inoltre, si sono succeduti periodi glaciali ed interglaciali alle quali è legata anche l'evoluzione dei vari cicli carsici. Questi ultimi, in particolare, sono di notevole importanza per l'alta permeabilità indotta alle rocce carbonatiche. Anche al Quaternario sono da ascrivere le fasi erosive che, unitamente ad altri fattori, hanno dato origine alla Piana del Sele ed alle piane interne (Basso corso del Fiume Tanagro, Vallo di Diano).

L'assetto geologico-strutturale, così delineatosi, è il principale responsabile dell'idrogeologia dell'area e, quindi, dell'attuale schema di circolazione idrica sotterranea.

Infine il sistema idrografico principale consta della presenza di due recettori finali, a sud ovest dal Fiume Tanagro e a nord est dal Fiume Melandro. Il pattern idrografico assunto dai tributari, sia del Fiume Tanagro che del Fiume Melandro, è di tipo uncinato e poco gerarchizzato (II° ordine). Tale assetto idrografico superficiale sia dei corsi d'acqua principali che dei loro affluenti denota un forte controllo geologico - strutturale, infatti, entrambi sono impostati lungo lineamenti tettonici (linee di maggior debolezza) che ne hanno determinato e controllato lo sviluppo.

3 Area TORRE N°1

La **Torre Eolica n°1** sarà collocata nel Comune di Caggiano (SA) in località Monte Capo La Serra come da immagine successiva.



Ortofoto con ubicazione Torre Eolica n°1 (WTG 1)

3.1 MODELLO GEOLOGICO

3.1.1 Stratigrafia locale

Da un accurato rilevamento di campagna, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse (*cf* **Tav. T073 CARTA GEOLOGICA**).

Gli affioramenti significativi e principali sono riconducibili essenzialmente ad un solo litotipo:

- Calcari e calcari dolomitici (Trias-Superiore).

Per quanto riguarda l'area di sedime della Torre 1, attraverso l'esecuzione di **n°1 prove sismiche superficiali MASW** (atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa **D.M. 17/01/2018**) e con l'ausilio dei dati tratti dalle Carte Geolitologiche esistenti, successivamente verificati dal rilevamento geologico, si è potuto constatare che il substrato è costituito da "terreni" di origine marina, così composti:

- dal piano campagna a 0,2/0,5 m terreno vegetale limo-sabbioso con clasti litici, colore marrone e dall'odore terroso, sciolto;
- da 0,2/0,5 m ad oltre 40 m dal p.c. substrato roccioso formato da calcari e calcari dolomitici, stratificato e compatto.

L'assetto stratigrafico rinvenuto nell'area d'intervento è compatibile con quanto noto dalla bibliografia riguardante le zone limitrofe, in cui risulta che, nella sequenza geolitologica in esame, non si rinvencono generalmente strati molli.

3.1.2 Geomorfologia locale

Lo studio geomorfologico è stato condotto in un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse, al fine di acquisire sia un quadro generale di assetto geomorfologico e morfoevolutivo, nel quale collocare le specifiche caratteristiche dell'area, sia e soprattutto di riconoscere la presenza di eventuali elementi morfologici connessi con fenomeni d'instabilità reale o potenziale in corrispondenza dell'opera in progetto.

L'area di ubicazione della Torre 1 è collocata su un'area sub-pianeggiante rappresentante la cresta di un rilievo montuoso, sita a quota compresa fra 1130 m e 1128 m s.l.m., bordata da versanti a forte pendenza formati dall'azione della tettonica e modellati nel corso dei millenni dalle acque di ruscellamento superficiale (*cfr Tav. T075 CARTA GEOMORFOLOGICA*).

Di seguito vengono riportate delle immagini rappresentative delle aree oggetto d'intervento.





Per caratterizzare la stabilità sono stati considerati i seguenti parametri dedotti dal rilevamento di campagna e dai dati ottenuti dalle indagini geologico-tecniche:

- pendenza dei versanti,
- giacitura delle formazioni stratificate,
- spessore delle eventuali coperture incoerenti,
- presenza di acqua,

dai quali si evince che la ristretta area di ubicazione della Torre Eolica presenta pendenze basse, giacitura delle litologie litoidi con immersione a sud a bassa pendenza, ben cementate e fratturate, spessore massimo della copertura incoerente compresa fra 0,2/0,5 m e assenza di falde idriche, pertanto si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità.

Da quanto in precedenza descritto l'area di ubicazione della Torre 1 è da considerare **stabile sotto il profilo geomorfologico.**

3.1.3 Idrogeologia

I terreni affioranti nell'area di studio, dal punto di vista idrogeologico, sono riferibili ad un unico complesso:

Complesso calcareo-dolomitico: rappresentato dai terreni del substrato interessati da un reticolo di fessure che, associate alle discontinuità stratigrafiche, conferiscono una porosità secondaria. La permeabilità per fessurazione è variabile da media a scarsa, in relazione al grado di fratturazione. Quindi, l'infiltrazione delle acque meteoriche avviene attraverso le fessure e l'assetto stratigrafico-strutturale di questo complesso ne condiziona la direzione di deflusso delle falde così formatesi.

Dal rilevamento geologico realizzato, si è potuto evincere che le litologie presenti nell'area di sedime del fabbricato non presentano falde idriche superficiali.

3.1.4 Analisi Vincoli PSAI

L'area studio, ricadente nel territorio di competenza **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016). Nello specifico tutte le opere da realizzare insistono in una zona classificata come:

1. Pericolosità da Frana: P-utr1;
2. Rischio da Frana: R-utr1;
3. Pericolosità da alluvione: NULLA;
4. Rischio idraulico: NULLO,

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, indicano che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per i motivi fin qui considerati e dal **Testo Unico coordinato delle NTA dello PSAI (adottato ad agosto 2016)** in base agli:

- Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III;
- Art.36 Capo IV Titolo IV;

si esprime valutazione positiva sulla compatibilità dell'intervento in progetto con l'assetto idrogeologico dell'area.

3.2 MODELLO GEOTECNICO

3.2.1 Programma di indagini geognostiche realizzate

Per la caratterizzazione geotecnica del sito oggetto d'intervento, sono state considerati dati bibliografici e realizzate le seguenti indagini geognostiche (*cfr. Tav. T071 CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI e Tav. T072 Relazione sulle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI*):

- la realizzazione di n°1 prova sismica MASW (mw1) (*atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018*).

Si specifica che per la fase del progetto esecutivo saranno realizzate delle ulteriori indagini geologiche in sito, quali:

- N°1 Sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 33m dal p.c. corredato dal prelievo di Campioni Indisturbati;
- analisi di laboratorio sui Campioni Indisturbati.

3.2.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse

Considerando i dati bibliografici inerenti alle litologie presenti nell'area d'intervento sono stati ricavati i parametri geotecnici (*cautelativi*) rappresentativi delle reali condizioni del territorio in esame, così riassumibili:

LITOLOGIE	
PARAMETRI GEOTECNICI	Calcare e dolomie (bad-rock)
Peso unità di volume nat. (t/m^3) - γ_n	2,3-2,7
Coesione (kg/cm^2) - c'	1-1,2
Angolo d'attrito interno - ϕ	35-45°
Modulo Edometrico (kg/cm^2) - E_d	330-390
Coeff. di Poisson - ν	0,35-0,45
Modulo di Winkler (kg/cm^3) - K_w	10-15
Resistenza alla compressione (MPa) - $R(P.L.T.)$	>50

3.3 MODELLO SISMICO

3.3.1 Modellazione Sismica

Per la modellazione sismica dell'Area Torre Eolica 1 è stata realizzata **n°1 prove sismica MASW (mw.1)**, al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).



3.3.2 Risposta sismica locale

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 5; Fig. 7).

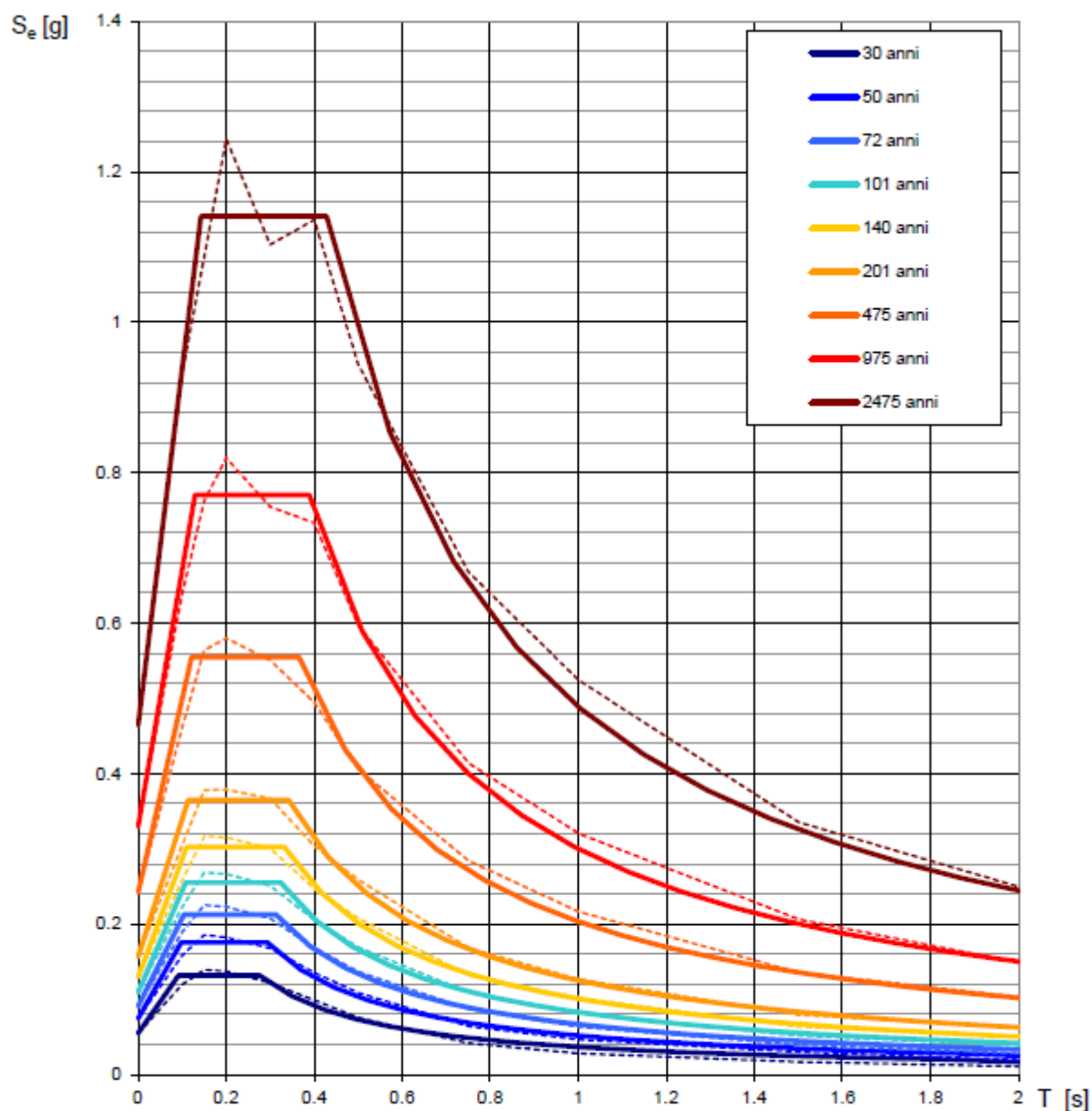
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 6 – 9; Figg. 8 – 9).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito [categoria di sottosuolo **A** – categoria topografica **T2 (h/H=1)**] individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.513160 – LAT. 40.557092 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.055	2.403	0.276
50	0.074	2.359	0.294
72	0.091	2.343	0.313
101	0.109	2.333	0.324
140	0.130	2.332	0.332
201	0.157	2.326	0.342
475	0.242	2.294	0.366
975	0.330	2.338	0.389
2475	0.464	2.458	0.428

Tab. 5 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:

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

Fig. 7 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di sottosuolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T2 (h/H=1)
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.513160 – LAT. 40.557092 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.109 g
F_0	2.333
T_C	0.324 s
S_S	1.000
C_C	1.000
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.108 s
T_C	0.324 s
T_D	2.037 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0.55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.131
$T_B \leftarrow$	0.108	0.308
$T_C \leftarrow$	0.324	0.308
	0.405	0.244
	0.487	0.203
	0.569	0.174
	0.650	0.152
	0.732	0.135
	0.813	0.122
	0.895	0.111
	0.976	0.101
	1.058	0.094
	1.139	0.087
	1.221	0.081
	1.303	0.076
	1.384	0.071
	1.466	0.068
	1.547	0.064
	1.629	0.061
	1.710	0.058
	1.792	0.055
	1.873	0.053
	1.955	0.051
$T_D \leftarrow$	2.037	0.049
	2.130	0.044
	2.224	0.041
	2.317	0.038
	2.411	0.035
	2.504	0.032
	2.598	0.030
	2.691	0.028
	2.785	0.026
	2.878	0.024
	2.972	0.023
	3.065	0.021
	3.159	0.020
	3.252	0.019
	3.346	0.018
	3.439	0.017
	3.533	0.016
	3.626	0.015
	3.720	0.015
	3.813	0.014
	3.907	0.013
	4.000	0.013

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo A. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.049 g
S_g	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.041
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_g \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.058
$T_B \leftarrow$	0.050	0.091
$T_C \leftarrow$	0.150	0.091
	0.235	0.058
	0.320	0.043
	0.405	0.034
	0.490	0.028
	0.575	0.024
	0.660	0.021
	0.745	0.018
	0.830	0.016
	0.915	0.015
$T_D \leftarrow$	1.000	0.014
	1.094	0.011
	1.188	0.010
	1.281	0.008
	1.375	0.007
	1.469	0.006
	1.563	0.006
	1.656	0.005
	1.750	0.004
	1.844	0.004
	1.938	0.004
	2.031	0.003
	2.125	0.003
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.002
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo A. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

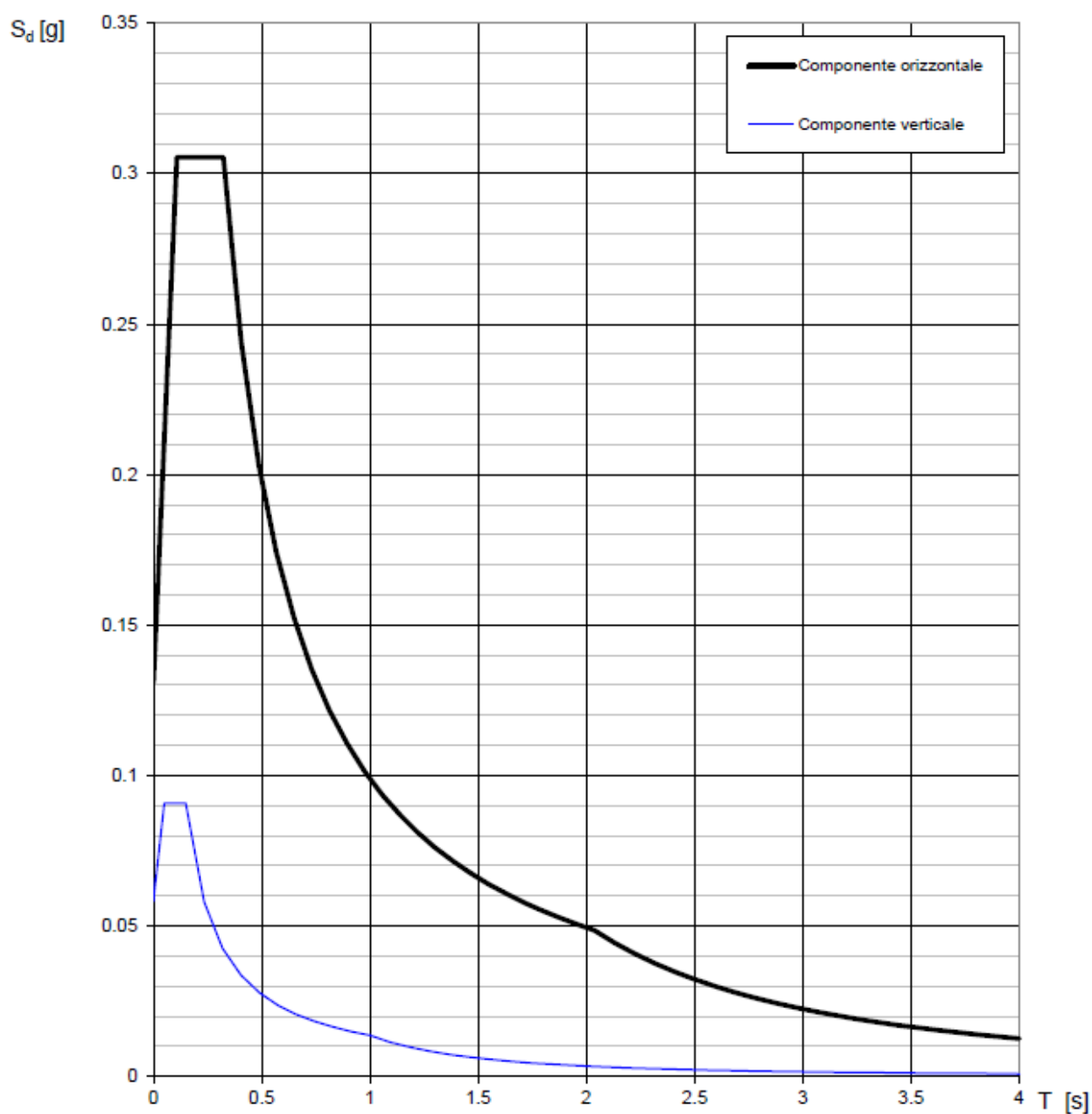


Fig. 8 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo A. Categ. topografica T2 ($h/H=1$). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.326 g
F_0	2.336
T_C	0.388 s
S_S	1.000
C_C	1.000
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.129 s
T_C	0.388 s
T_D	2.903 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+B)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.391
$T_B \leftarrow$	0.129	0.913
$T_C \leftarrow$	0.388	0.913
	0.508	0.698
	0.628	0.565
	0.748	0.475
	0.867	0.409
	0.987	0.359
	1.107	0.321
	1.227	0.289
	1.346	0.264
	1.466	0.242
	1.586	0.224
	1.706	0.208
	1.825	0.194
	1.945	0.182
	2.065	0.172
	2.185	0.162
	2.304	0.154
	2.424	0.146
	2.544	0.139
	2.664	0.133
	2.783	0.127
$T_D \leftarrow$	2.903	0.122
	2.955	0.118
	3.008	0.114
	3.060	0.110
	3.112	0.106
	3.164	0.103
	3.217	0.100
	3.269	0.096
	3.321	0.093
	3.373	0.091
	3.425	0.088
	3.478	0.085
	3.530	0.083
	3.582	0.080
	3.634	0.078
	3.687	0.076
	3.739	0.074
	3.791	0.072
	3.843	0.070
	3.896	0.068
	3.948	0.066
	4.000	0.065

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo A. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0.251 g
S_S	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.800
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.301
$T_B \leftarrow$	0.050	0.469
$T_C \leftarrow$	0.150	0.469
	0.235	0.299
	0.320	0.220
	0.405	0.174
	0.490	0.144
	0.575	0.122
	0.660	0.107
	0.745	0.094
	0.830	0.085
	0.915	0.077
$T_D \leftarrow$	1.000	0.070
	1.094	0.059
	1.188	0.050
	1.281	0.043
	1.375	0.037
	1.469	0.033
	1.563	0.029
	1.656	0.026
	1.750	0.023
	1.844	0.021
	1.938	0.019
	2.031	0.017
	2.125	0.016
	2.219	0.014
	2.313	0.013
	2.406	0.012
	2.500	0.011
	2.594	0.010
	2.688	0.010
	2.781	0.009
	2.875	0.009
	2.969	0.008
	3.063	0.008
	3.156	0.007
	3.250	0.007
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.006
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.005
	3.906	0.005
	4.000	0.004

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo A. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

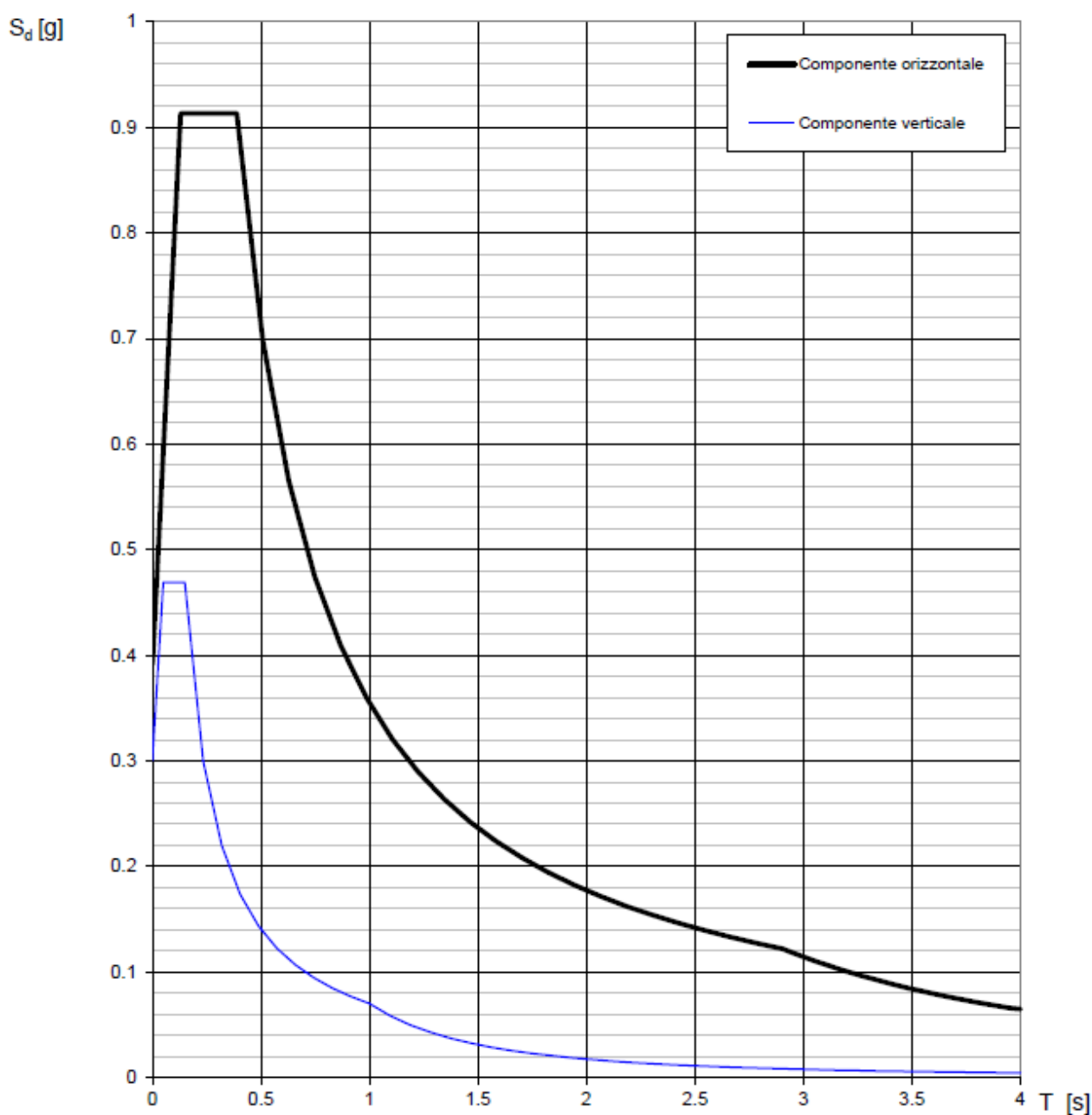


Fig. 9 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo A. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

3.3.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici

Il territorio comunale di Caggiano (SA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in I categoria - $S=12$ - $a_g=0.35g$ (Fig. 10).

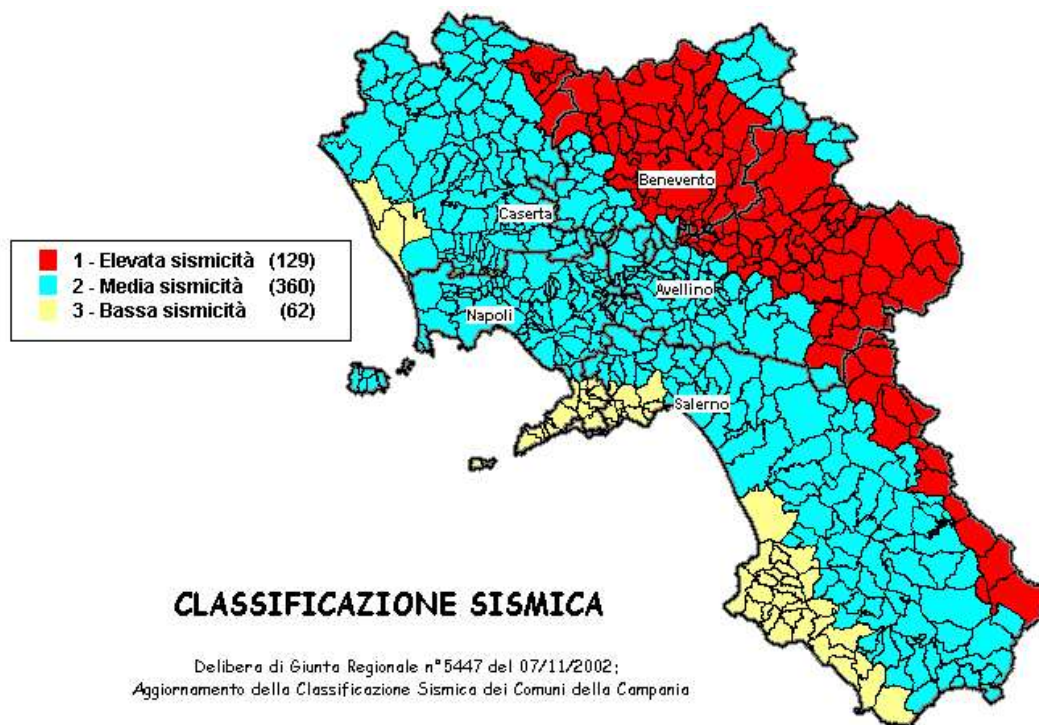


Fig. 10 – Classificazione sismica del 2002 dei comuni della regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 11), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Caggiano (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.225 e 0.250 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

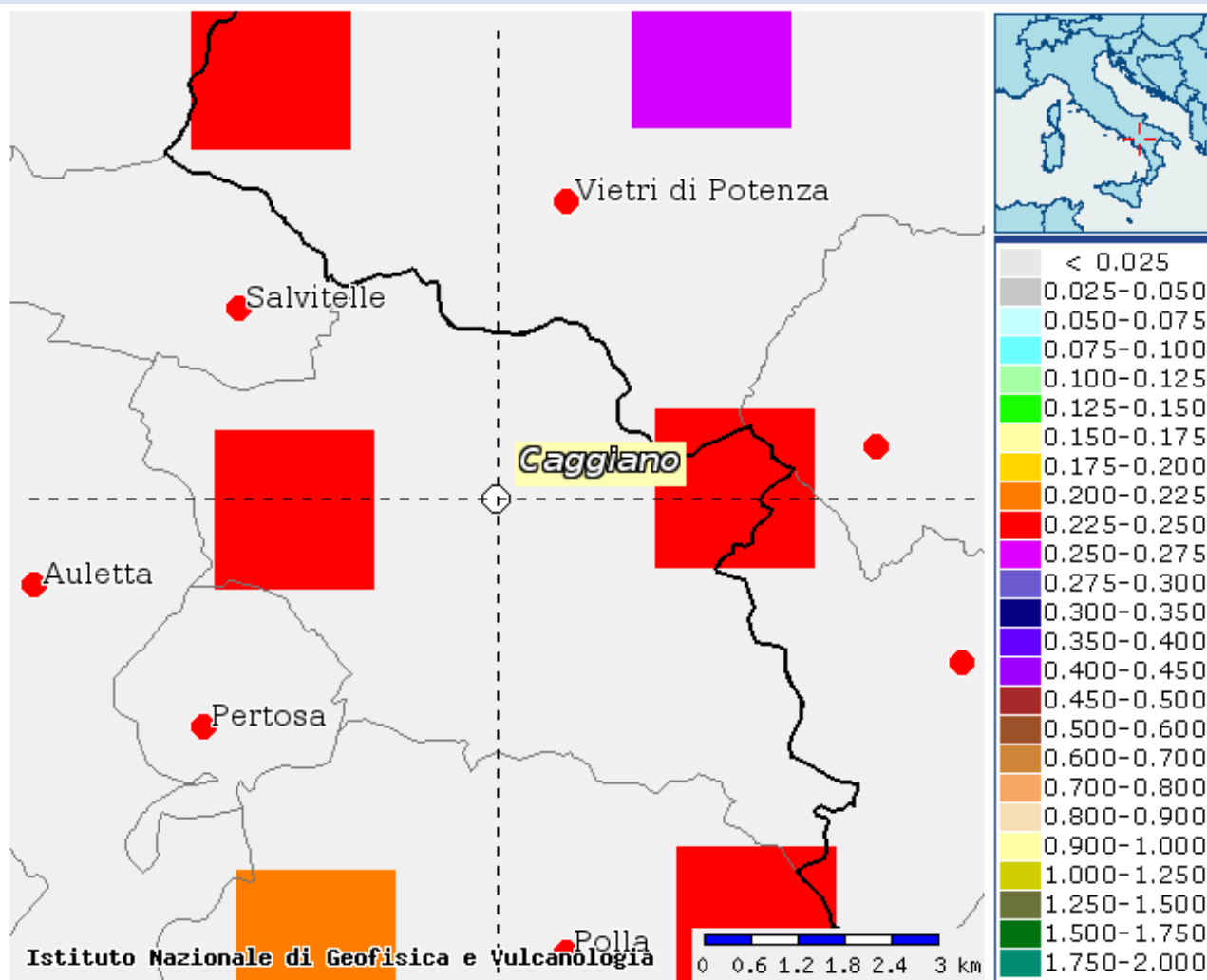


Fig. 11 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **A** (vedi par. 4).

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **A** e della categoria topografica **T2** ($h/H=1$) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.109]	[0.326]	[0.306]	[0.913]

Tab. 10 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Di seguito si riportano i valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW n.1 (Tab. 11).

Sismostrato	Profondità (m)	V_s (m/s)
S1	0.0 – 15.4	918
S2	15.4 – 35.1	1050

Tab. 11 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.1.

3.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE

Per determinare la fattibilità dell'opera da realizzare vengono analizzati i seguenti aspetti:

STABILITA' D'INSIEME

Per caratterizzare la stabilità dell'area in esame, sono stati considerati i seguenti parametri, inoltre l'esame è stato esteso ad una vasta area circostante:

- pendenza dei versanti;
- giacitura delle formazioni stratificate;
- fratturazione delle masse rocciose;
- spessore delle eventuali coperture incoerenti;
- presenza di acqua.

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da pendenze medio-basse (sub-pianeggiante), litologie ben addensate (roccia litoide), **è stata classificata come stabile** infatti si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità nelle aree di sedime dell'opera da realizzare.

FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

La liquefazione dei terreni è il comportamento dei suoli sabbiosi che, a causa di un aumento della pressione interstiziale, passano improvvisamente da uno stato solido ad uno fluido, o con la consistenza di un liquido pesante.

Nei casi in oggetto le litologie di fondazione (calcare e dolomia litoidi) sono assolutamente stabili e non possono dar luogo a eventi di liquefazione in quanto sono compatti, e, non è presente alcuna falda idrica superficiale, quindi non si può presentare la condizione di saturazione. In definitiva, si afferma che non sussistono le condizioni predisponenti alla liquefazione dei terreni di fondazione.

Si specifica inoltre che il fenomeno della liquefazione può manifestarsi nei terreni omogenei, prevalentemente sabbiosi e saturi e solo in determinati casi, di seguito elencati.



Dr. Geologo FABIO DI FEO

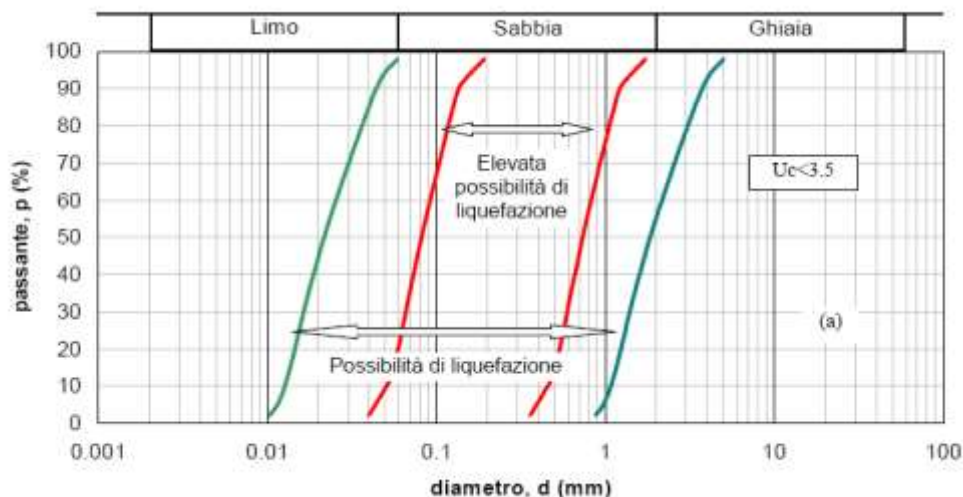
Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.1g;
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - frazione di fine FC , superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la pressione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.
5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.



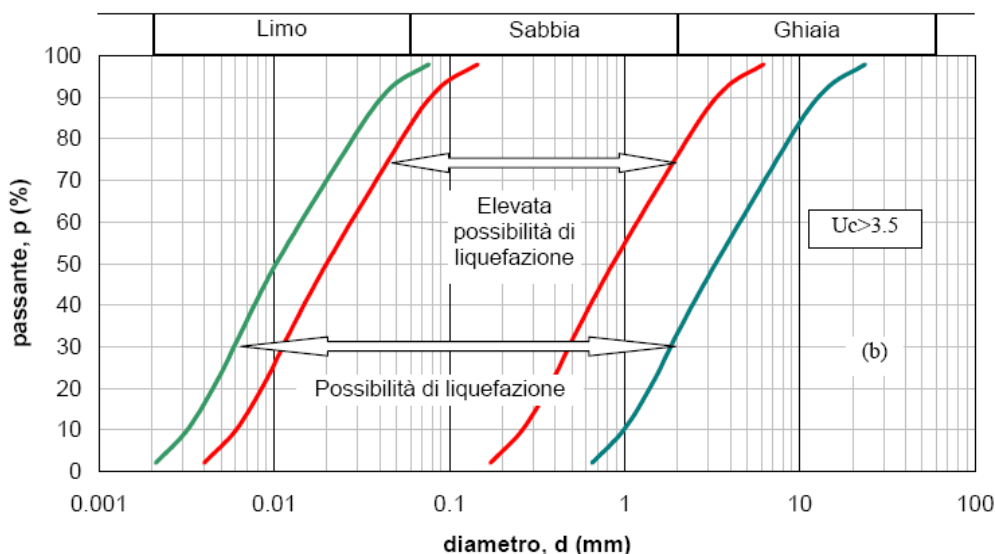


Figura 1 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire le categorie di suolo del sito, che risulta posto nella **categoria A**, con valori di $V_{s_{eq}}$ calcolati pari a:

<i>Sismostrato</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>V_s (m/s)</i>
S1	0.0 – 15.4	918
S2	15.4 – 35.1	1050

Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.1.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **A** e della categoria topografica **T2** ($h/H=1$) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.109]	[0.326]	[0.306]	[0.913]

Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

ADDENSAMENTO

Il terreno in oggetto, dalle indagini geognostiche effettuate, **risulta essere molto addensato.**

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva sulla fattibilità dell'intervento in progetto, in quanto i terreni sono addensati, non ci sono le condizioni predisponenti ad eventuali fenomeni di liquefazione e di instabilità dei versanti (area stabile).**

In conclusione, le caratteristiche geologiche dell'area in esame sono tecnicamente compatibili con la realizzazione delle opere in progetto.

3.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, ne conviene che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per giungere a dimostrare la compatibilità delle opere da progetto è necessario effettuare alcune considerazioni inerenti sia all'assetto territoriale, sia alla tipologia degli interventi e modalità esecutive previste.

E' da segnalare che i manufatti da realizzare si inseriscono in un contesto morfologico caratterizzato da **medio-basse pendenze** e non necessita di interventi di sostanziale modificazione della geometria dell'area.

Dopo avere inquadrato i tratti caratteristici dell'intervento è utile confrontare l'opera di progetto con l'assetto idrogeologico e le condizioni di rischio del sito.

Per quanto attiene le aree di sedime in esame classificate dal Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), per quanto riguarda il rischio frana, in una zona classificata a "Pericolosità da frana P-utr.1" e a "Rischio da frana R-utr.1" e, per il rischio idrogeologico in una zona classificata a "Rischio idraulico Nullo" e a "Pericolosità idraulica Nulla", sono caratterizzate da condizioni idrogeologiche, litologiche e geotecniche confortanti in virtù della mancanza sia di materiali mobilizzabili sia di condizioni morfologiche predisponenti al dissesto.

Inoltre:

- Dalla ***sovrapposizione del LAYOUT del Progetto (previsione urbanistica degli interventi a farsi) con Carta Geomorfologica tutte le opere di progetto sono ubicate su una superficie stabile.***
- I lavori previsti non apporteranno sostanziali variazioni dell'attuale conformazione orografica dell'area, né tanto meno creeranno neosuperfici esposte ad elevata pendenza, potenziali sedi d'innesto di movimenti franosi, e quindi determinare un aumento della



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

pericolosità da frana;

- La loro tipologia non apporta variazioni tali da indurre fenomeni di denudazioni e modifiche nella circolazione naturale e nel regime delle acque superficiali e sotterranee;
- La regimentazione delle acque superficiali verrà attuata mediante un corretto sistema di smaltimento;
- Non apporteranno un aumento del livello di rischio e/o del grado di esposizione al rischio esistente;
- La struttura in progetto si integrerà perfettamente nel contesto paesaggistico-ambientale.

In definitiva, in ottemperanza alle N.T.A. del Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), nel caso specifico all'Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III, Art.36 Capo IV Titolo IV, si afferma che:

- Il presente studio di Compatibilità geologico è supportato da dati oggettivi derivanti da indagini geognostiche e geofisiche eseguite nel sito d'interesse;
- Tali indagini, consistenti in **n°1 prova sismica superficiale MASW**, hanno definito in maniera approfondita la geometria superficiale e sotterranea dal punto di vista geofisico, litotecnico e geomeccanico;
- La realizzazione delle opere in progetto verrà effettuata adottando tutte le misure tecnico-costruttive per la mitigazione della vulnerabilità e la riduzione delle condizioni di rischio;
- Verrà adottato un corretto sistema di deflusso delle acque superficiali e sotterranee.

Dal presente studio, quindi, risulta che **non verranno create nuove condizioni di rischio e pericolosità** (rischio sostenibile).

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva di compatibilità tra la previsione urbanistica degli interventi a farsi e la caratterizzazione geomorfologia del territorio interessato.**

4 Area TORRE N°2

La **Torre Eolica n°2** sarà collocata nel Comune di Caggiano (SA) in località Monte Capo La Serra come da immagine successiva.



Ortofoto con ubicazione Torre Eolica n°2 (WTG 2)

4.1 MODELLO GEOLOGICO

4.1.1 Stratigrafia locale

Da un accurato rilevamento di campagna, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse (*cf* **Tav. T073 CARTA GEOLOGICA**).

Gli affioramenti significativi e principali sono riconducibili essenzialmente ad un solo litotipo:

- Calcari e calcari dolomitici (Trias-Superiore).

Per quanto riguarda l'area di sedime della Torre 2, attraverso l'esecuzione di **n°1 prove sismiche superficiali MASW** (atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa **D.M. 17/01/2018**) e con l'ausilio dei dati tratti dalle Carte Geolitologiche esistenti, successivamente verificati dal rilevamento geologico, si è potuto constatare che il substrato è costituito da "terreni" di origine marina, così composti:

- dal piano campagna a 0,2/0,6 m terreno vegetale limo-sabbioso con clasti litici, colore marrone e dall'odore terroso, sciolto;
- da 0,2/0,6 m ad oltre 40 m dal p.c. substrato roccioso formato da calcari e calcari dolomitici, stratificato e compatto.

L'assetto stratigrafico rinvenuto nell'area d'intervento è compatibile con quanto noto dalla bibliografia riguardante le zone limitrofe, in cui risulta che, nella sequenza geolitologica in esame, non si rinvencono generalmente strati molli.

4.1.2 Geomorfologia locale

Lo studio geomorfologico è stato condotto in un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse, al fine di acquisire sia un quadro generale di assetto geomorfologico e morfoevolutivo, nel quale collocare le specifiche caratteristiche dell'area, sia e soprattutto di riconoscere la presenza di eventuali elementi morfologici connessi con fenomeni d'instabilità reale o potenziale in corrispondenza dell'opera in progetto.

L'area di ubicazione della Torre 2 è collocata su un'area caratterizzata da pendenze medio-basse (12°) rappresentante un versante di un rilievo montuoso prossimo alla linea di cresta, sita a quota compresa fra 1103 m e 1107 m s.l.m. Tali rilievi risultano modellati nel corso dei millenni dalle acque di ruscellamento superficiale (*cfr* **Tav. T075 CARTA GEOMORFOLOGICA**).

Di seguito vengono riportate delle immagini rappresentative delle aree oggetto d'intervento.





Per caratterizzare la stabilità sono stati considerati i seguenti parametri dedotti dal rilevamento di campagna e dai dati ottenuti dalle indagini geologico-tecniche:

- pendenza dei versanti,
- giacitura delle formazioni stratificate,
- spessore delle eventuali coperture incoerenti,
- presenza di acqua,

dai quali si evince che la ristretta area di ubicazione della Torre Eolica presenta pendenze medie, giacitura delle litologie litoidi con immersione a sud a bassa pendenza, ben cementate e fratturate, spessore massimo della copertura incoerente compresa fra 0,2/0,6 m e assenza di falde idriche, pertanto si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità.

Da quanto in precedenza descritto l'area di ubicazione della Torre 2 è da considerare **stabile sotto il profilo geomorfologico.**

4.1.3 Idrogeologia

I terreni affioranti nell'area di studio, dal punto di vista idrogeologico, sono riferibili ad un unico complesso:

Complesso calcareo-dolomitico: rappresentato dai terreni del substrato interessati da un reticolo di fessure che, associate alle discontinuità stratigrafiche, conferiscono una porosità secondaria. La permeabilità per fessurazione è variabile da media a scarsa, in relazione al grado di fratturazione. Quindi, l'infiltrazione delle acque meteoriche avviene attraverso le fessure e l'assetto stratigrafico-strutturale di questo complesso ne condiziona la direzione di deflusso delle falde così formatesi.

Dal rilevamento geologico realizzato, si è potuto evincere che le litologie presenti nell'area di sedime del fabbricato non presentano falde idriche superficiali.

4.1.4 Analisi Vincoli PSAI

L'area studio, ricadente nel territorio di competenza **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016). Nello specifico tutte le opere da realizzare insistono in una zona classificata come:

5. Pericolosità da Frana: P-utr1 e P-utr5;
6. Rischio da Frana: R-utr1 e R-utr5;
7. Pericolosità da alluvione: NULLA;
8. Rischio idraulico: NULLO,

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, indicano che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per i motivi fin qui considerati e dal **Testo Unico coordinato delle NTA dello PSAI (adottato ad agosto 2016)** in base agli:

- Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III;
- Art.36 e 37 Capo IV Titolo IV;

si esprime valutazione positiva sulla compatibilità dell'intervento in progetto con l'assetto idrogeologico dell'area.

4.2 MODELLO GEOTECNICO

4.2.1 Programma di indagini geognostiche realizzate

Per la caratterizzazione geotecnica del sito oggetto d'intervento, sono state considerati dati bibliografici e realizzate le seguenti indagini geognostiche (*cfr. Tav. T071 CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI e Tav. T072 Relazione sulle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI*):

- la realizzazione di n°1 prova sismica MASW (mw2) (*atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018*).

Si specifica che per la fase del progetto esecutivo saranno realizzate delle ulteriori indagini geologiche in sito, quali:

- N°1 Sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 33m dal p.c. corredato dal prelievo di Campioni Indisturbati;
- analisi di laboratorio sui Campioni Indisturbati.

4.2.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse

Considerando i dati bibliografici inerenti alle litologie presenti nell'area d'intervento sono stati ricavati i parametri geotecnici (cautelativi) rappresentativi delle reali condizioni del territorio in esame, così riassumibili:

PARAMETRI GEOTECNICI	LITOLOGIE
	Calcere e dolomie (bad-rock)
Peso unità di volume nat. (t/m^3) - γ_n	2,3-2,7
Coesione (kg/cm^2) - c'	1-1,2
Angolo d'attrito interno - ϕ	35-45°
Modulo Edometrico (kg/cm^2) - E_d	330-390
Coeff. di Poisson - ν	0,35-0,45
Modulo di Winkler (kg/cm^3) - K_w	10-15
Resistenza alla compressione (MPa) - $R(P.L.T.)$	>50

4.3 MODELLO SISMICO

4.3.1 Modellazione Sismica

Per la modellazione sismica dell'Area Torre Eolica 2 è stata realizzata **n°1 prove sismica MASW (mw.2)**, al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).



4.3.2 Risposta sismica locale

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 5; Fig. 7).

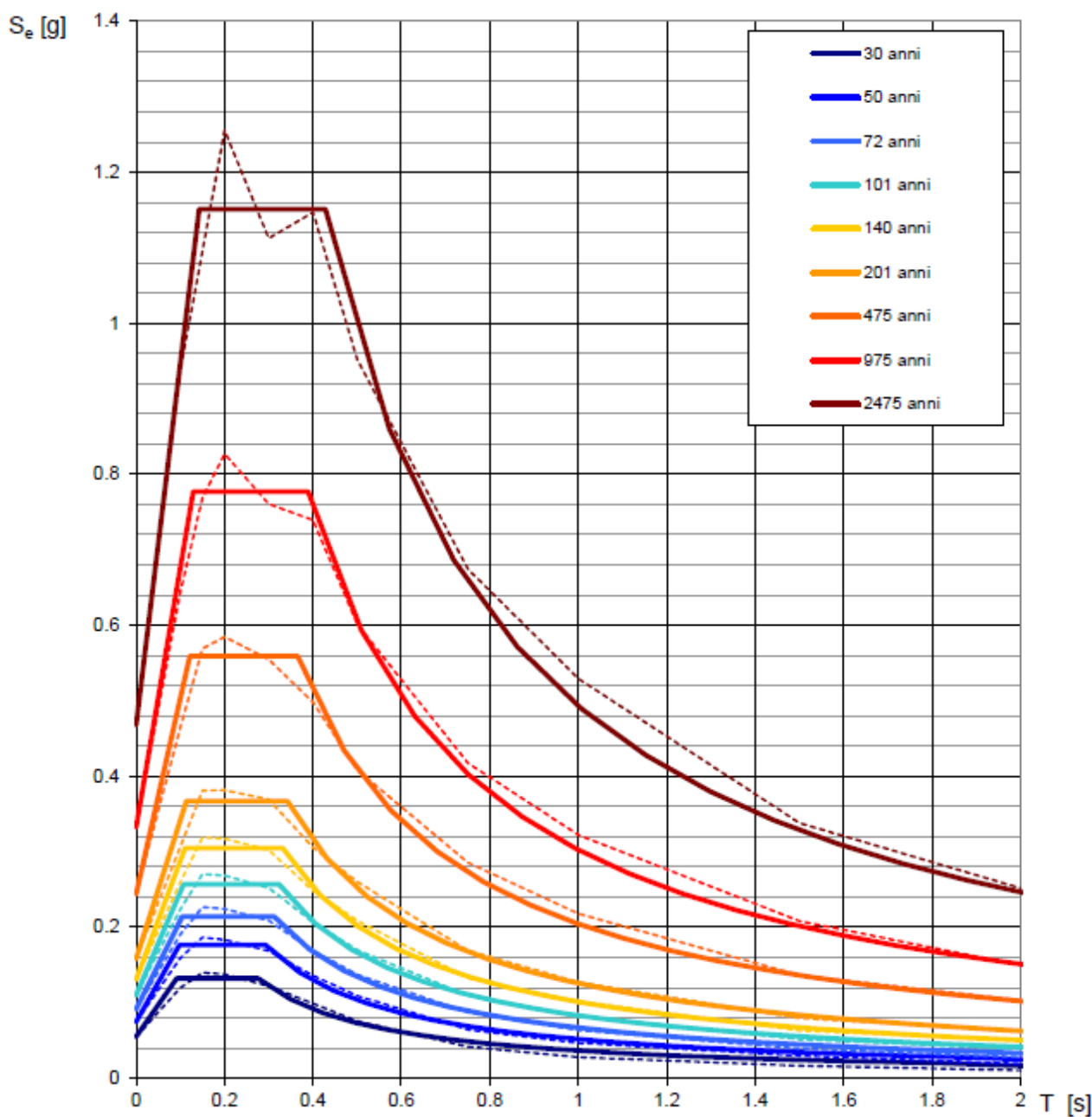
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 6 – 9; Figg. 8 – 9).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito [categoria di sottosuolo **A** – categoria topografica **T2 ($h/H=1$)**] individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.520634 – LAT. 40.556861 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.055	2.405	0.276
50	0.075	2.359	0.293
72	0.091	2.342	0.313
101	0.110	2.331	0.323
140	0.131	2.329	0.332
201	0.158	2.323	0.342
475	0.244	2.293	0.366
975	0.332	2.339	0.389
2475	0.468	2.460	0.428

Tab. 5 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:

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

Fig. 7 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di sottosuolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T2 (h/H=1)
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.520634 – LAT. 40.556861 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.110 g
F_0	2.331
T_C	0.323 s
S_S	1.000
C_C	1.000
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.108 s
T_C	0.323 s
T_D	2.040 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.132
$T_B \leftarrow$	0.108	0.308
$T_C \leftarrow$	0.323	0.308
	0.405	0.248
	0.487	0.204
	0.569	0.175
	0.650	0.153
	0.732	0.136
	0.814	0.122
	0.895	0.111
	0.977	0.102
	1.059	0.094
	1.141	0.087
	1.222	0.081
	1.304	0.076
	1.386	0.072
	1.468	0.068
	1.549	0.064
	1.631	0.061
	1.713	0.058
	1.795	0.055
	1.876	0.053
	1.958	0.051
$T_D \leftarrow$	2.040	0.049
	2.133	0.045
	2.227	0.041
	2.320	0.038
	2.413	0.035
	2.507	0.032
	2.600	0.030
	2.693	0.028
	2.787	0.026
	2.880	0.024
	2.973	0.023
	3.067	0.022
	3.160	0.020
	3.253	0.019
	3.347	0.018
	3.440	0.017
	3.533	0.016
	3.627	0.015
	3.720	0.015
	3.813	0.014
	3.907	0.013
	4.000	0.013

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo A. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.049 g
S_S	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.044
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.059
$T_B \leftarrow$	0.050	0.092
$T_C \leftarrow$	0.150	0.092
	0.235	0.059
	0.320	0.043
	0.405	0.034
	0.490	0.028
	0.575	0.024
	0.660	0.021
	0.745	0.018
	0.830	0.017
	0.915	0.015
$T_D \leftarrow$	1.000	0.014
	1.094	0.012
	1.188	0.010
	1.281	0.008
	1.375	0.007
	1.469	0.006
	1.563	0.006
	1.656	0.005
	1.750	0.004
	1.844	0.004
	1.938	0.004
	2.031	0.003
	2.125	0.003
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.002
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo A. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

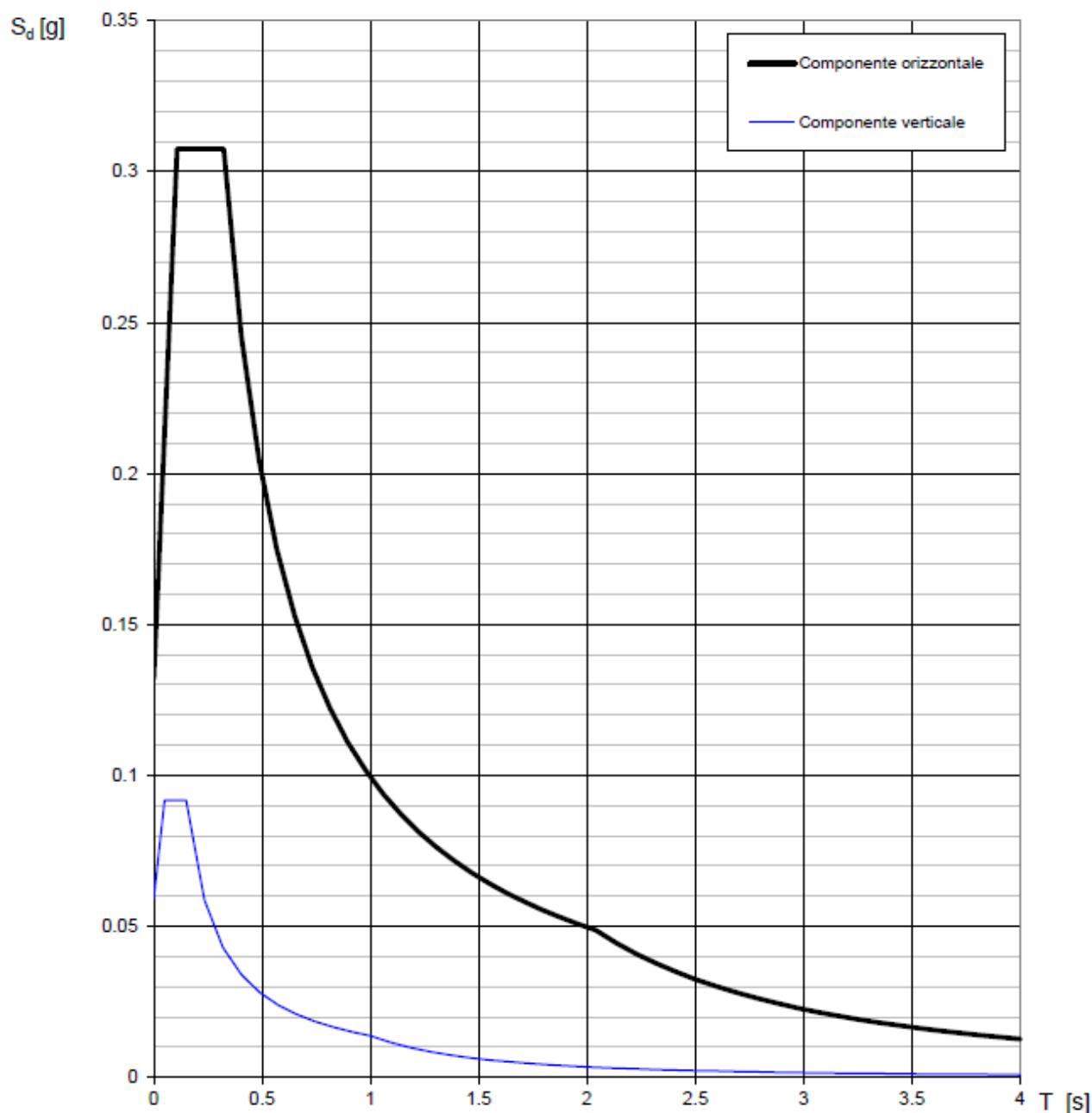


Fig. 8 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo A. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.329 g
F_0	2.337
T_C	0.388 s
S_S	1.000
C_C	1.000
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.129 s
T_C	0.388 s
T_D	2.914 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.394
$T_B \leftarrow$	0.129	0.921
$T_C \leftarrow$	0.388	0.921
	0.508	0.703
	0.629	0.569
	0.749	0.477
	0.869	0.411
	0.989	0.361
	1.110	0.322
	1.230	0.291
	1.350	0.265
	1.471	0.243
	1.591	0.225
	1.711	0.209
	1.831	0.195
	1.952	0.183
	2.072	0.172
	2.192	0.163
	2.313	0.155
	2.433	0.147
	2.553	0.140
	2.674	0.134
	2.794	0.128
$T_D \leftarrow$	2.914	0.123
	2.968	0.118
	3.018	0.114
	3.069	0.111
	3.121	0.107
	3.173	0.103
	3.224	0.100
	3.276	0.097
	3.328	0.094
	3.380	0.091
	3.431	0.088
	3.483	0.086
	3.535	0.083
	3.586	0.081
	3.638	0.079
	3.690	0.077
	3.741	0.074
	3.793	0.072
	3.845	0.070
	3.897	0.069
	3.948	0.067
	4.000	0.066

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo A. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.254 g
S_S	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.808
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.305
$T_B \leftarrow$	0.050	0.475
$T_C \leftarrow$	0.150	0.475
	0.235	0.303
	0.320	0.223
	0.405	0.176
	0.490	0.145
	0.575	0.124
	0.660	0.108
	0.745	0.096
	0.830	0.086
	0.915	0.078
$T_D \leftarrow$	1.000	0.071
	1.094	0.060
	1.188	0.051
	1.281	0.043
	1.375	0.038
	1.469	0.033
	1.563	0.029
	1.656	0.026
	1.750	0.023
	1.844	0.021
	1.938	0.019
	2.031	0.017
	2.125	0.016
	2.219	0.014
	2.313	0.013
	2.406	0.012
	2.500	0.011
	2.594	0.011
	2.688	0.010
	2.781	0.009
	2.875	0.009
	2.969	0.008
	3.063	0.008
	3.156	0.007
	3.250	0.007
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.006
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.005
	3.906	0.005
	4.000	0.004

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo A. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

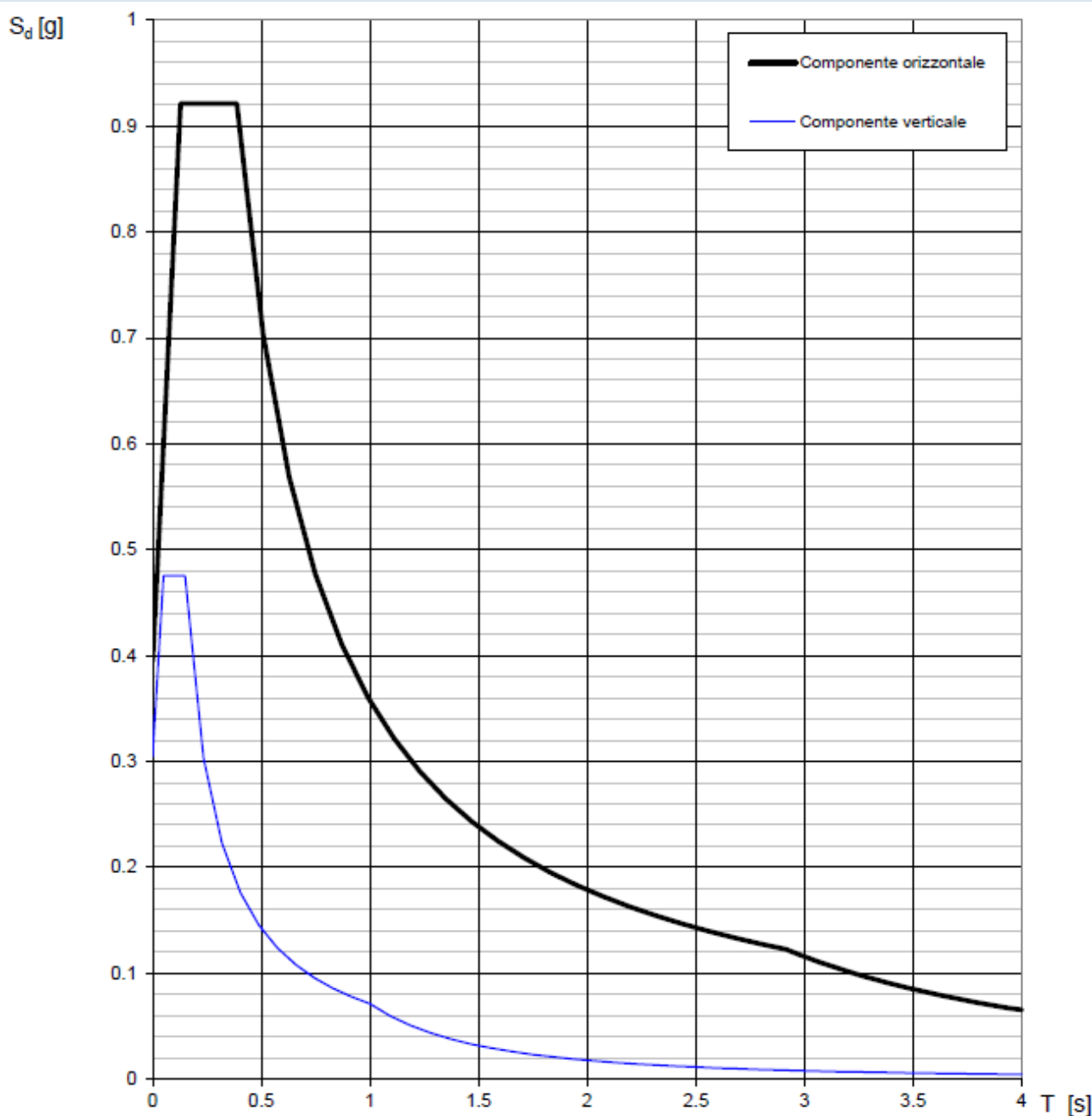


Fig. 9 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo A. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

4.3.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici

Il territorio comunale di Caggiano (SA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in I categoria - $S=12$ - $a_g=0.35g$ (Fig. 10).

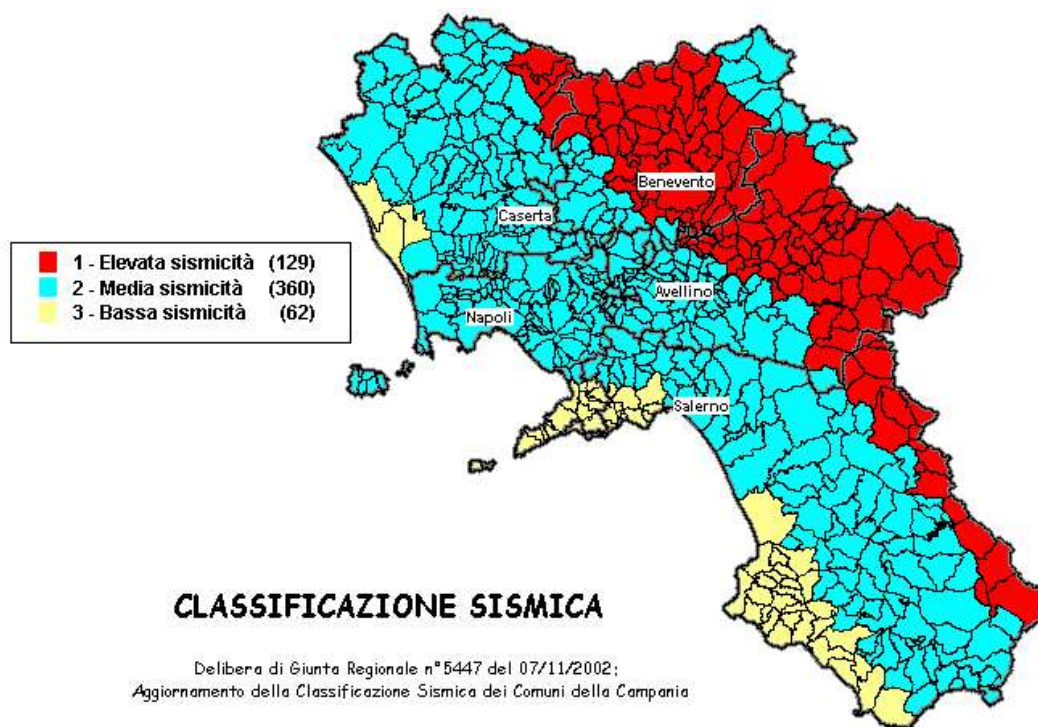


Fig. 10 – Classificazione sismica del 2002 dei comuni della regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 11), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Caggiano (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.225 e 0.250 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

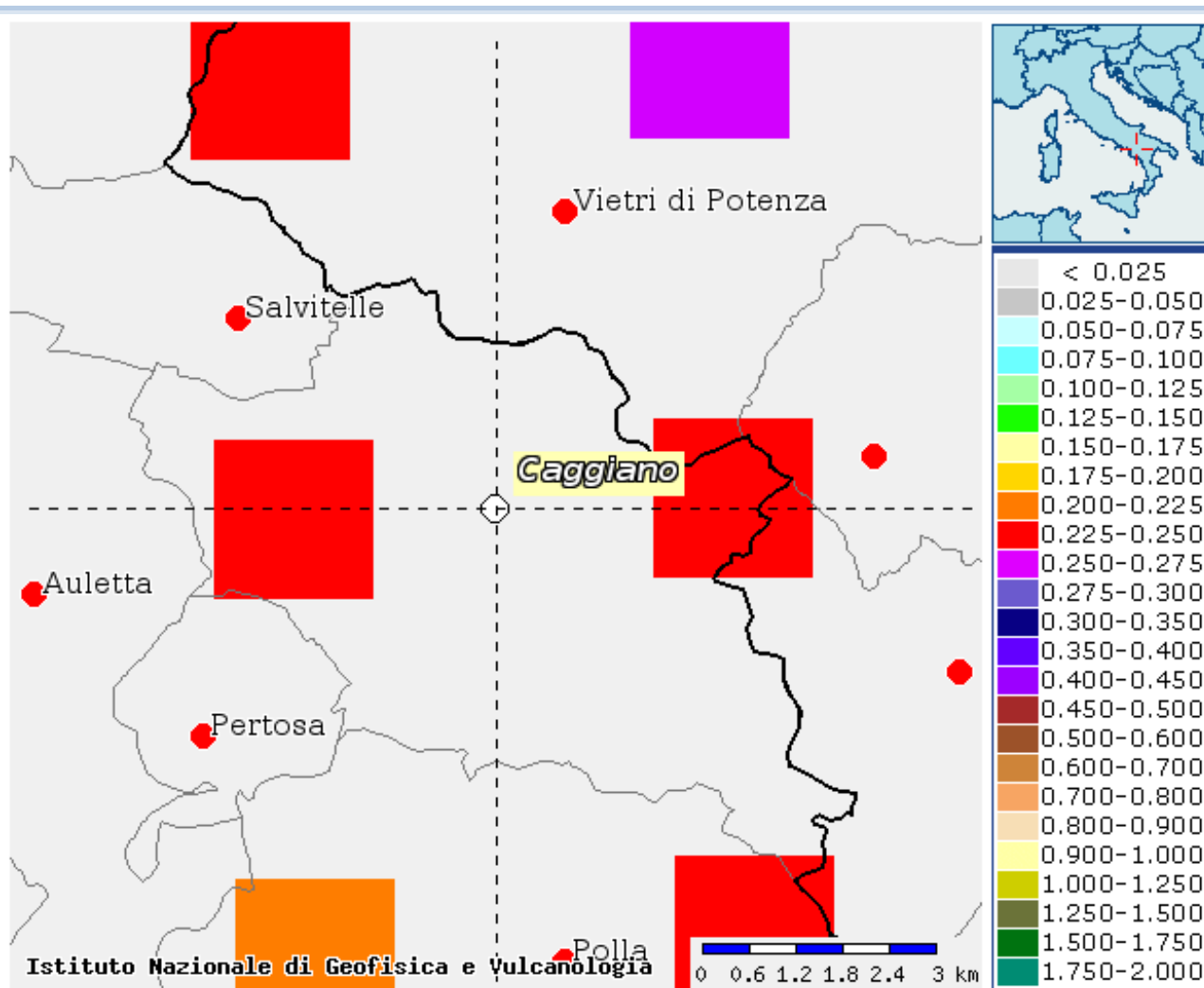


Fig. 11 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **A** (vedi par. 4).

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **A** e della categoria topografica **T2** ($h/H=1$) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.110]	[0.329]	[0.308]	[0.921]

Tab. 10 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Di seguito si riportano i valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW n.2 (Tab. 11).

Sismostrato	Profondità (m)	V_s (m/s)
S1	0.0 – 15.5	1197
S2	15.5 – 35.2	1360

Tab. 11 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.2.

4.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE

Per determinare la fattibilità dell'opera da realizzare vengono analizzati i seguenti aspetti:

STABILITA' D'INSIEME

Per caratterizzare la stabilità dell'area in esame, sono stati considerati i seguenti parametri, inoltre l'esame è stato esteso ad una vasta area circostante:

- pendenza dei versanti;
- giacitura delle formazioni stratificate;
- fratturazione delle masse rocciose;
- spessore delle eventuali coperture incoerenti;
- presenza di acqua.

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da pendenze medio-basse (versante a debole pendenza), litologie ben addensate (roccia litoide), **è stata classificata come stabile** infatti si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità nelle aree di sedime dell'opera da realizzare.

FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

La liquefazione dei terreni è il comportamento dei suoli sabbiosi che, a causa di un aumento della pressione interstiziale, passano improvvisamente da uno stato solido ad uno fluido, o con la consistenza di un liquido pesante.

Nei casi in oggetto le litologie di fondazione (calcare e dolomia litoidi) sono assolutamente stabili e non possono dar luogo a eventi di liquefazione in quanto sono compatti, e, non è presente alcuna falda idrica superficiale, quindi non si può presentare la condizione di saturazione. In definitiva, si afferma che non sussistono le condizioni predisponenti alla liquefazione dei terreni di fondazione.

Si specifica inoltre che il fenomeno della liquefazione può manifestarsi nei terreni omogenei, prevalentemente sabbiosi e saturi e solo in determinati casi, di seguito elencati.



Dr. Geologo FABIO DI FEO

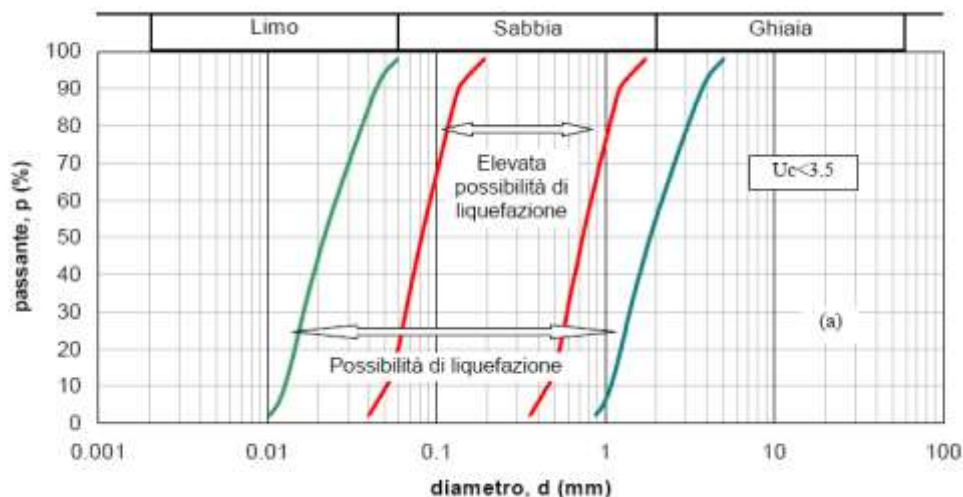
Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.1g;
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - frazione di fine FC , superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la pressione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.
5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.



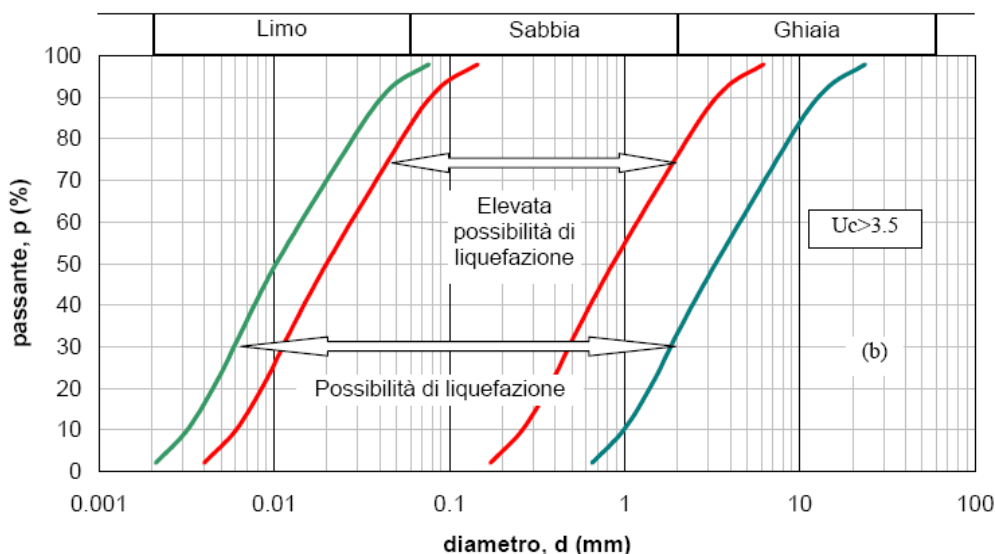


Figura 1 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire le categorie di suolo del sito, che risulta posto nella **categoria A**, con valori di $V_{s_{eq}}$ calcolati pari a:

<i>Sismostrato</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>V_s (m/s)</i>
S1	0.0 – 15.5	1197
S2	15.5 – 35.2	1360

Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.2.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **A** e della categoria topografica **T2** (**h/H=1**) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.110]	[0.329]	[0.308]	[0.921]

Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

ADDENSAMENTO

Il terreno in oggetto, dalle indagini geognostiche effettuate, **risulta essere molto addensato.**

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva sulla fattibilità dell'intervento in progetto, in quanto i terreni sono addensati, non ci sono le condizioni predisponenti ad eventuali fenomeni di liquefazione e di instabilità dei versanti (area stabile).**

In conclusione, le caratteristiche geologiche dell'area in esame sono tecnicamente compatibili con la realizzazione delle opere in progetto.

4.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, ne conviene che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per giungere a dimostrare la compatibilità delle opere da progetto è necessario effettuare alcune considerazioni inerenti sia all'assetto territoriale, sia alla tipologia degli interventi e modalità esecutive previste.

E' da segnalare che i manufatti da realizzare si inseriscono in un contesto morfologico caratterizzato da **medio-basse pendenze** e non necessita di interventi di sostanziale modificazione della geometria dell'area.

Dopo avere inquadrato i tratti caratteristici dell'intervento è utile confrontare l'opera di progetto con l'assetto idrogeologico e le condizioni di rischio del sito.

Per quanto attiene le aree di sedime in esame classificate dal Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), per quanto riguarda il rischio frana, in una zona classificata a "Pericolosità da frana P-utr1 e P-utr5" e a "Rischio da frana R-utr1 e R-utr5"e, per il rischio idrogeologico in una zona classificata a "Rischio idraulico Nullo" e a "Pericolosità idraulica Nulla", sono caratterizzate da condizioni idrogeologiche, litologiche e geotecniche confortanti in virtù della mancanza sia di materiali mobilizzabili sia di condizioni morfologiche predisponenti al dissesto.

Inoltre:

- Dalla ***sovrapposizione del LAYOUT del Progetto (previsione urbanistica degli interventi a farsi) con Carta Geomorfologica tutte le opere di progetto sono ubicate su una superficie stabile.***
- I lavori previsti non apporteranno sostanziali variazioni dell'attuale conformazione orografica dell'area, né tanto meno creeranno neosuperfici esposte ad elevata pendenza, potenziali sedi d'innesto di movimenti franosi, e quindi determinare un aumento della



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

pericolosità da frana;

- La loro tipologia non apporta variazioni tali da indurre fenomeni di denudazioni e modifiche nella circolazione naturale e nel regime delle acque superficiali e sotterranee;
- La regimentazione delle acque superficiali verrà attuata mediante un corretto sistema di smaltimento;
- Non apporteranno un aumento del livello di rischio e/o del grado di esposizione al rischio esistente;
- La struttura in progetto si integrerà perfettamente nel contesto paesaggistico-ambientale.

In definitiva, in ottemperanza alle N.T.A. del Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), nel caso specifico all'Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III, Art.36 e 37 Capo IV Titolo IV, si afferma che:

- Il presente studio di Compatibilità geologico è supportato da dati oggettivi derivanti da indagini geognostiche e geofisiche eseguite nel sito d'interesse;
- Tali indagini, consistenti in **n°1 prova sismica superficiale MASW**, hanno definito in maniera approfondita la geometria superficiale e sotterranea dal punto di vista geofisico, litotecnico e geomeccanico;
- La realizzazione delle opere in progetto verrà effettuata adottando tutte le misure tecnico-costruttive per la mitigazione della vulnerabilità e la riduzione delle condizioni di rischio;
- Verrà adottato un corretto sistema di deflusso delle acque superficiali e sotterranee.

Dal presente studio, quindi, risulta che **non verranno create nuove condizioni di rischio e pericolosità** (rischio sostenibile).

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva di compatibilità tra la previsione urbanistica degli interventi a farsi e la caratterizzazione geomorfologia del territorio interessato.**

5.1 MODELLO GEOLOGICO

5.1.1 Stratigrafia locale

Da un accurato rilevamento di campagna, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse (*cfr **Tav. T073 CARTA GEOLOGICA***).

Gli affioramenti significativi e principali sono riconducibili essenzialmente ad un solo litotipo:

- Calcari e calcari dolomitici (Trias-Superiore).

Per quanto riguarda l'area di sedime della Torre 3, attraverso l'esecuzione di **n°1 prove sismiche superficiali MASW** (atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa **D.M. 17/01/2018**) e con l'ausilio dei dati tratti dalle Carte Geolitologiche esistenti, successivamente verificati dal rilevamento geologico, si è potuto constatare che il substrato è costituito da "terreni" di origine marina, così composti:

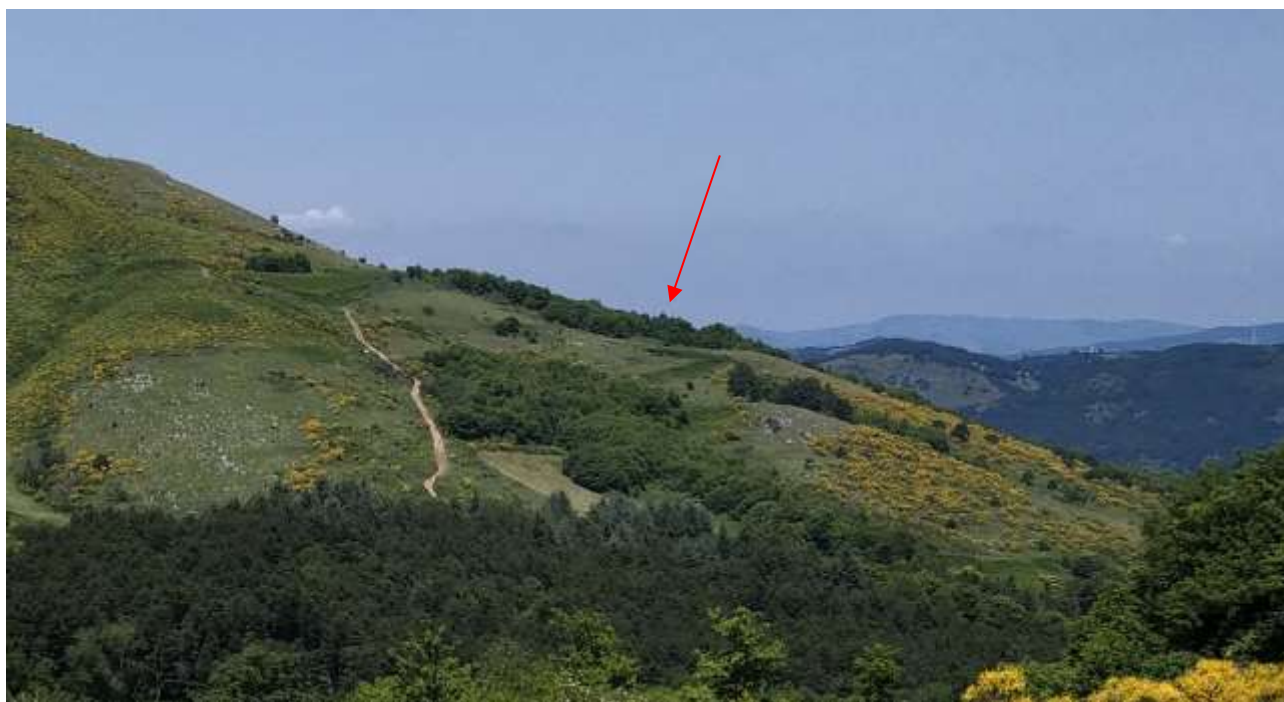
- dal piano campagna a 0,5/0,9 m terreno vegetale limo-sabbioso con clasti litici, colore marrone e dall'odore terroso, sciolto;
- da 0,5/0,9 m a circa 11,2 m dal p.c. calcari e calcari dolomitici, stratificati e fratturati;
- da 11,2 m ad oltre 40 m dal p.c. substrato roccioso formato da calcari e calcari dolomitici, stratificato e compatto;

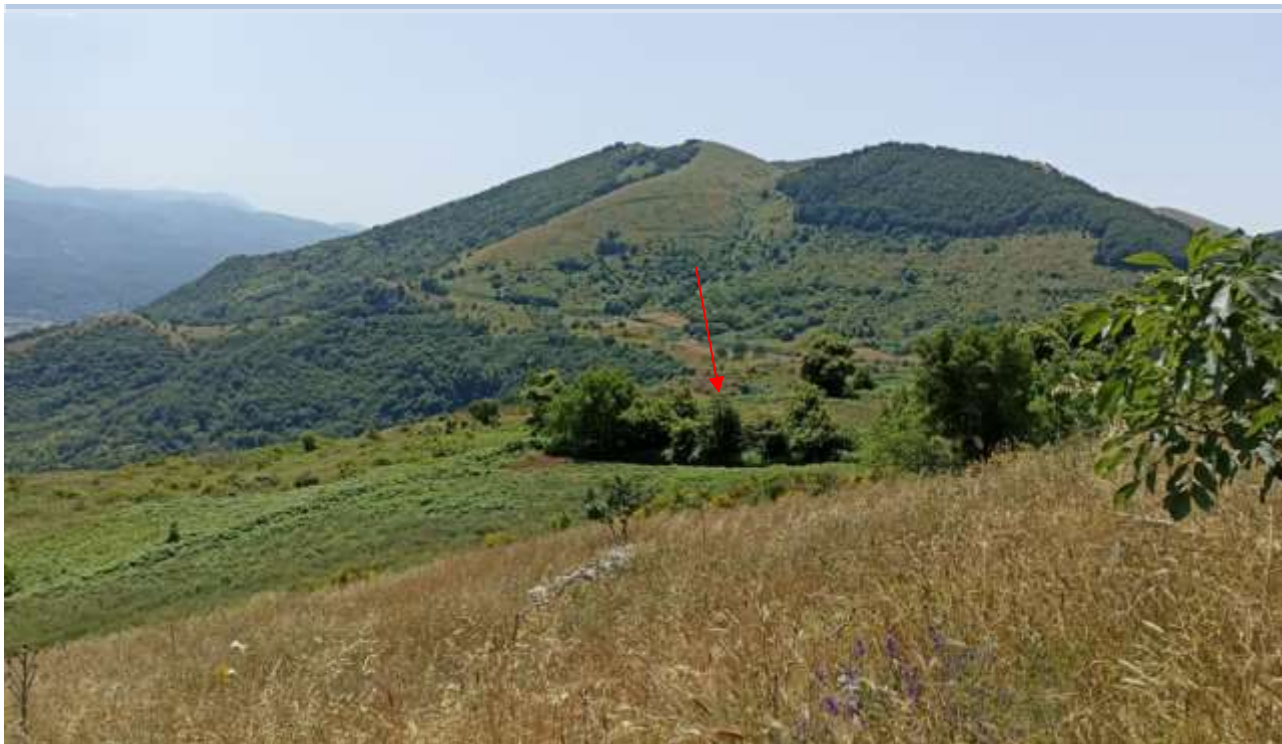
L'assetto stratigrafico rinvenuto nell'area d'intervento è compatibile con quanto noto dalla bibliografia riguardante le zone limitrofe, in cui risulta che, nella sequenza geolitologica in esame, non si rinvencono generalmente strati molli.

5.1.2 Geomorfologia locale

Lo studio geomorfologico è stato condotto in un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse, al fine di acquisire sia un quadro generale di assetto geomorfologico e morfoevolutivo, nel quale collocare le specifiche caratteristiche dell'area, sia e soprattutto di riconoscere la presenza di eventuali elementi morfologici connessi con fenomeni d'instabilità reale o potenziale in corrispondenza dell'opera in progetto.

L'area di ubicazione della Torre 3 è collocata su un'area caratterizzata da pendenze medio-basse (7-9°) lungo un versante di un rilievo montuoso (di categoria Topografica T2) prossimo alla linea di spartiacque, sita a quota compresa fra 975 m e 985 m s.l.m. Tali rilievi risultano modellati nel corso dei millenni dalle acque di ruscellamento superficiale (cf. **Tav. T075 CARTA GEOMORFOLOGICA**). Di seguito vengono riportate delle immagini rappresentative delle aree oggetto d'intervento.





Per caratterizzare la stabilità sono stati considerati i seguenti parametri dedotti dal rilevamento di campagna e dai dati ottenuti dalle indagini geologico-tecniche:

- pendenza dei versanti,



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

-
- giacitura delle formazioni stratificate,
 - spessore delle eventuali coperture incoerenti,
 - presenza di acqua,

dai quali si evince che la ristretta area di ubicazione della Torre Eolica presenta pendenze medie, giacitura delle litologie litoidi con immersione a sud a bassa pendenza, ben cementate e fratturate, spessore massimo della copertura incoerente compresa fra 0,5/0,9 m e assenza di falde idriche, pertanto si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità.

Da quanto in precedenza descritto l'area di ubicazione della Torre 3 è da considerare **stabile sotto il profilo geomorfologico.**

5.1.3 Idrogeologia

I terreni affioranti nell'area di studio, dal punto di vista idrogeologico, sono riferibili ad un unico complesso:

Complesso calcareo-dolomitico: rappresentato dai terreni del substrato interessati da un reticolo di fessure che, associate alle discontinuità stratigrafiche, conferiscono una porosità secondaria. La permeabilità per fessurazione è variabile da media a scarsa, in relazione al grado di fratturazione. Quindi, l'infiltrazione delle acque meteoriche avviene attraverso le fessure e l'assetto stratigrafico-strutturale di questo complesso ne condiziona la direzione di deflusso delle falde così formatesi.

Dal rilevamento geologico realizzato, si è potuto evincere che le litologie presenti nell'area di sedime del fabbricato non presentano falde idriche superficiali.

5.1.4 Analisi Vincoli PSAI

L'area studio, ricadente nel territorio di competenza **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016). Nello specifico tutte le opere da realizzare insistono in una zona classificata come:

9. Pericolosità da Frana: P-utr5;
10. Rischio da Frana: R-utr5;
11. Pericolosità da alluvione: NULLA;
12. Rischio idraulico: NULLO,

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, indicano che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per i motivi fin qui considerati e dal **Testo Unico coordinato delle NTA dello PSAI (adottato ad agosto 2016)** in base agli:

- Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III;
- Art. 37 Capo IV Titolo IV;

si esprime valutazione positiva sulla compatibilità dell'intervento in progetto con l'assetto idrogeologico dell'area.

5.2 MODELLO GEOTECNICO

5.2.1 Programma di indagini geognostiche realizzate

Per la caratterizzazione geotecnica del sito oggetto d'intervento, sono state considerati dati bibliografici e realizzate le seguenti indagini geognostiche (*cfr. Tav. T071 CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI e Tav. T072 Relazione sulle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI*):

- la realizzazione di n°1 prova sismica MASW (mw3) (*atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018*).

Si specifica che per la fase del progetto esecutivo saranno realizzate delle ulteriori indagini geologiche in sito, quali:

- N°1 Sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 33m dal p.c. corredato dal prelievo di Campioni Indisturbati;
- analisi di laboratorio sui Campioni Indisturbati.

5.2.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse

Considerando i dati bibliografici inerenti alle litologie presenti nell'area d'intervento sono stati ricavati i parametri geotecnici (cautelativi) rappresentativi delle reali condizioni del territorio in esame, così riassumibili:

litologie parametri geotecnici	Calcare e dolomie (bad-rock)
Peso unità di volume nat. (t/m^3) - γ_n	2,3-2,7
Coesione (kg/cm^2) - c'	1-1,2
Angolo d'attrito interno - ϕ	35-45°
Modulo Edometrico (kg/cm^2) - E_d	330-390
Coeff. di Poisson - ν	0,35-0,45
Modulo di Winkler (kg/cm^3) - K_w	10-15
Resistenza alla compressione (MPa) - $R(P.L.T.)$	>50

5.3 MODELLO SISMICO

5.3.1 Modellazione Sismica

Per la modellazione sismica dell'Area Torre Eolica 3 è stata realizzata **n°1 prove sismica MASW (mw.3)**, al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).



5.3.2 Risposta sismica locale

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 5; Fig. 7).

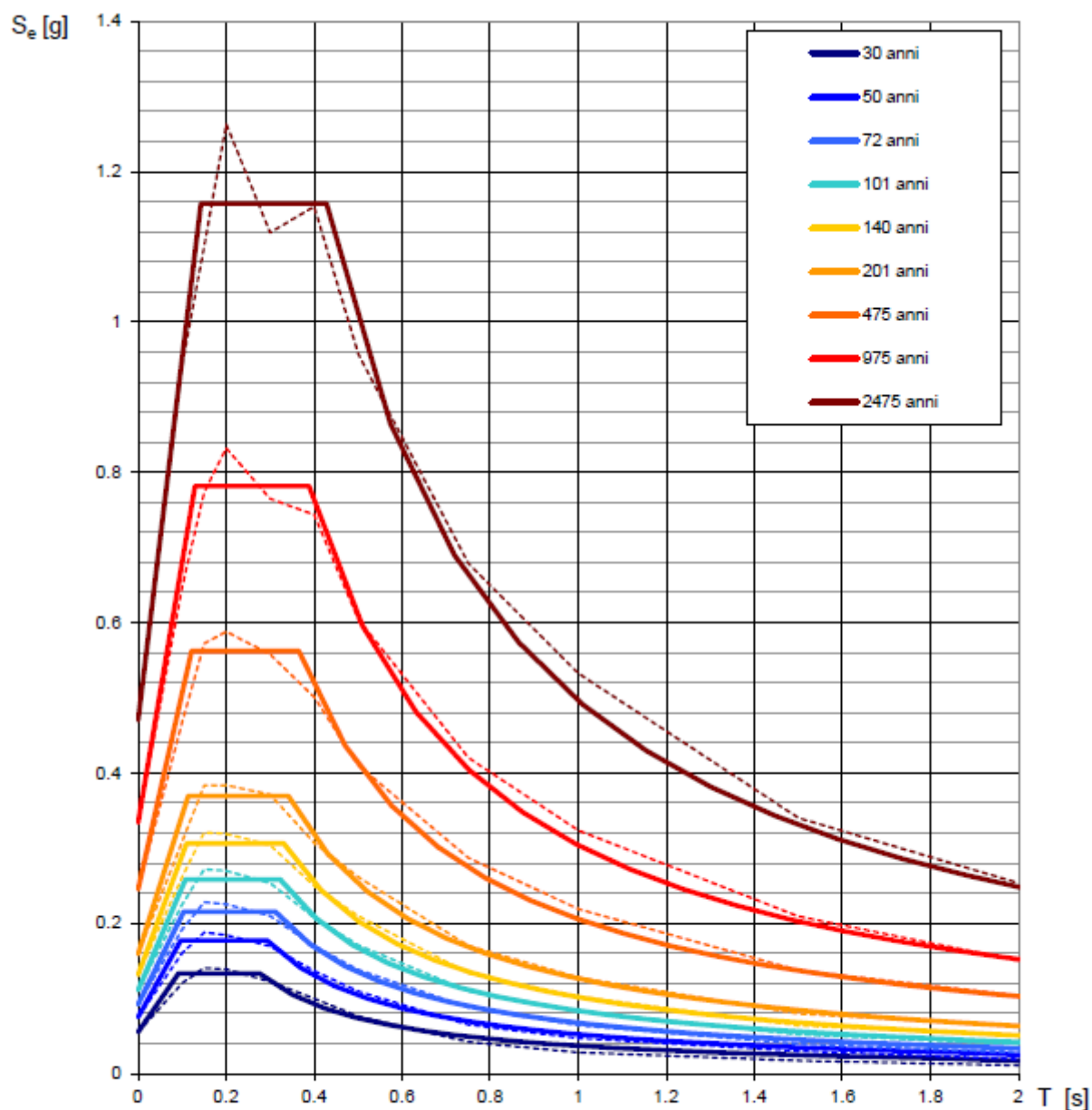
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 6 – 9; Figg. 8 – 9).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito [categoria di sottosuolo **B** – categoria topografica **T2 ($h/H=1$)**] individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.527138 – LAT. 40.555064 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.055	2.406	0.276
50	0.075	2.359	0.293
72	0.092	2.340	0.312
101	0.111	2.330	0.323
140	0.132	2.327	0.331
201	0.159	2.322	0.342
475	0.245	2.292	0.365
975	0.334	2.339	0.388
2475	0.470	2.461	0.428

Tab. 5 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:

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

Fig. 7 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di sottosuolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T2 (h/H=1)
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.527138 – LAT. 40.555064 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.111 g
F_0	2.330
T_C	0.323 s
S_S	1.200
C_C	1.379
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.440
η	1.000
T_B	0.148 s
T_C	0.445 s
T_D	2.042 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(S + 5)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.159
$T_B \leftarrow$	0.148	0.371
$T_C \leftarrow$	0.445	0.371
	0.521	0.317
	0.597	0.276
	0.673	0.245
	0.749	0.220
	0.825	0.200
	0.902	0.183
	0.978	0.169
	1.054	0.157
	1.130	0.146
	1.206	0.137
	1.282	0.129
	1.358	0.122
	1.434	0.115
	1.510	0.109
	1.586	0.104
	1.662	0.099
	1.738	0.095
	1.814	0.091
	1.890	0.087
	1.966	0.084
$T_D \leftarrow$	2.042	0.081
	2.135	0.074
	2.229	0.068
	2.322	0.063
	2.415	0.058
	2.508	0.054
	2.602	0.050
	2.695	0.046
	2.788	0.043
	2.881	0.041
	2.974	0.038
	3.068	0.036
	3.161	0.034
	3.254	0.032
	3.347	0.030
	3.441	0.028
	3.534	0.027
	3.627	0.026
	3.720	0.024
	3.814	0.023
	3.907	0.022
	4.000	0.021

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.050 g
S_S	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.046
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.060
$T_B \leftarrow$	0.050	0.092
$T_C \leftarrow$	0.150	0.092
	0.235	0.059
	0.320	0.043
	0.405	0.034
	0.490	0.028
	0.575	0.024
	0.660	0.021
	0.745	0.019
	0.830	0.017
	0.915	0.015
$T_D \leftarrow$	1.000	0.014
	1.094	0.012
	1.188	0.010
	1.281	0.008
	1.375	0.007
	1.469	0.006
	1.563	0.006
	1.656	0.005
	1.750	0.005
	1.844	0.004
	1.938	0.004
	2.031	0.003
	2.125	0.003
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.002
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

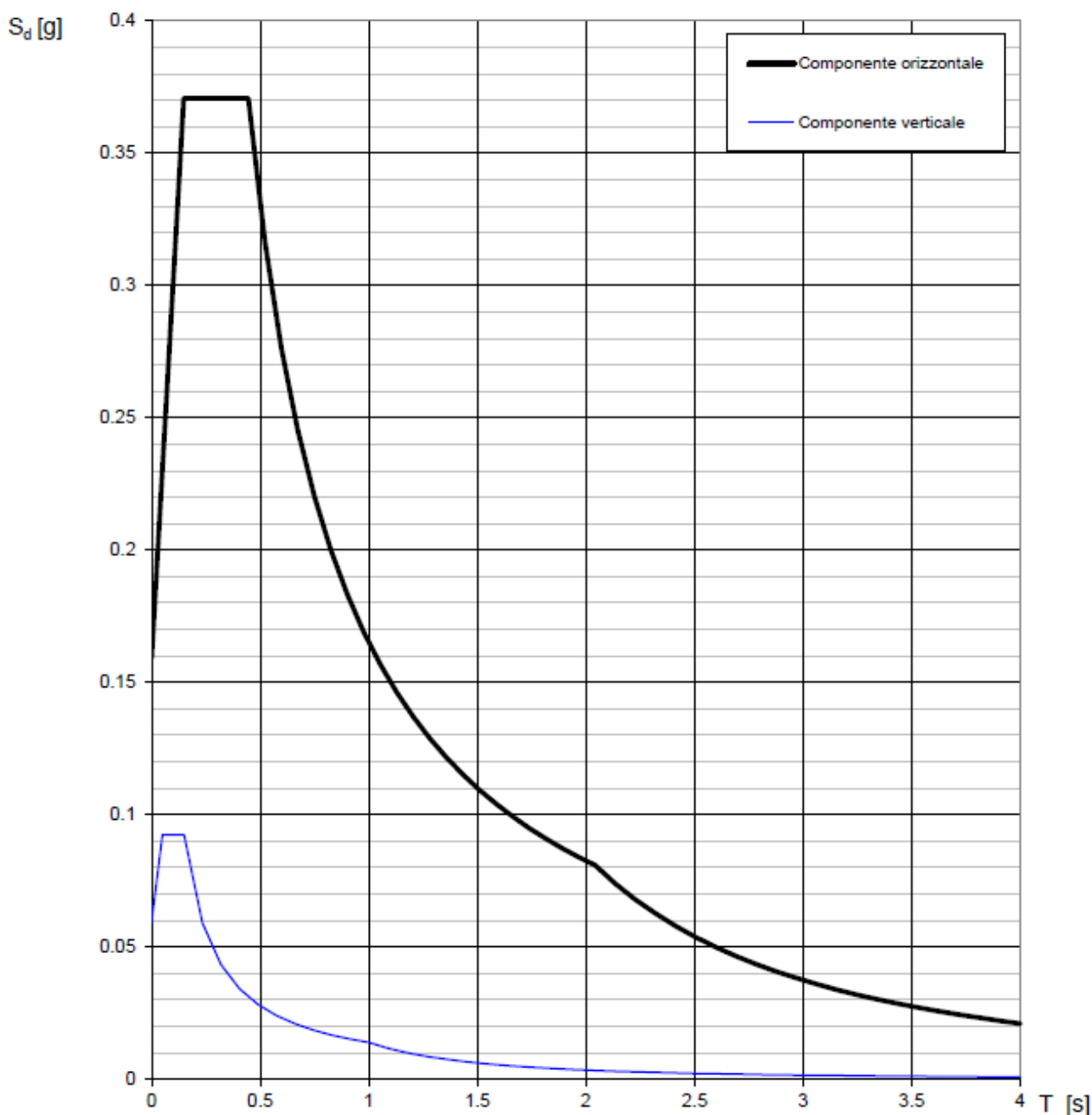


Fig. 8 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.330 g
F_o	2.337
T_c	0.388 s
S_s	1.091
C_c	1.330
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.309
η	1.000
T_B	0.172 s
T_C	0.515 s
T_D	2.921 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_c / 3$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.433
$T_B \leftarrow$	0.172	1.011
$T_C \leftarrow$	0.515	1.011
	0.630	0.827
	0.744	0.700
	0.859	0.606
	0.974	0.535
	1.088	0.479
	1.203	0.433
	1.317	0.395
	1.432	0.364
	1.546	0.337
	1.661	0.314
	1.776	0.293
	1.890	0.276
	2.005	0.260
	2.119	0.246
	2.234	0.233
	2.348	0.222
	2.463	0.212
	2.578	0.202
	2.692	0.194
	2.807	0.186
$T_D \leftarrow$	2.921	0.178
	2.973	0.172
	3.024	0.166
	3.075	0.161
	3.127	0.156
	3.178	0.151
	3.230	0.146
	3.281	0.141
	3.332	0.137
	3.384	0.133
	3.435	0.129
	3.486	0.125
	3.538	0.122
	3.589	0.118
	3.640	0.115
	3.692	0.112
	3.743	0.109
	3.795	0.106
	3.846	0.103
	3.897	0.100
	3.949	0.098
	4.000	0.095

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0.258 g
S_s	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.814
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.308
$T_B \leftarrow$	0.050	0.479
$T_C \leftarrow$	0.150	0.479
	0.235	0.308
	0.320	0.225
	0.405	0.178
	0.490	0.147
	0.575	0.125
	0.660	0.109
	0.745	0.097
	0.830	0.087
	0.915	0.079
$T_D \leftarrow$	1.000	0.072
	1.094	0.060
	1.188	0.051
	1.281	0.044
	1.375	0.038
	1.469	0.033
	1.563	0.029
	1.656	0.026
	1.750	0.023
	1.844	0.021
	1.938	0.019
	2.031	0.017
	2.125	0.016
	2.219	0.015
	2.313	0.013
	2.406	0.012
	2.500	0.012
	2.594	0.011
	2.688	0.010
	2.781	0.009
	2.875	0.009
	2.969	0.008
	3.063	0.008
	3.156	0.007
	3.250	0.007
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.006
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.005
	3.906	0.005
	4.000	0.004

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

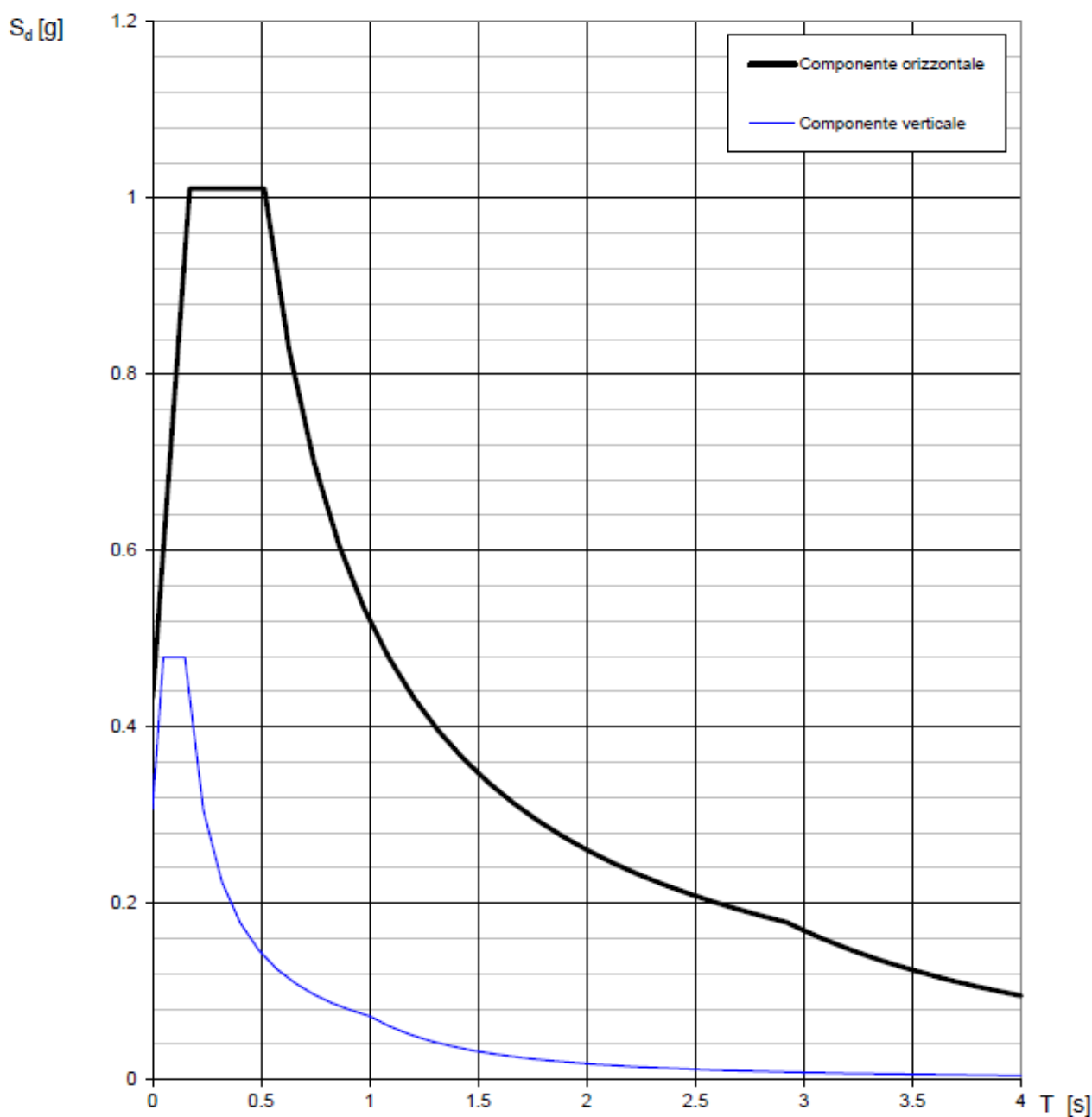


Fig. 9 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

5.3.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici

Il territorio comunale di Caggiano (SA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in I categoria - $S=12$ - $a_g=0.35g$ (Fig. 10).

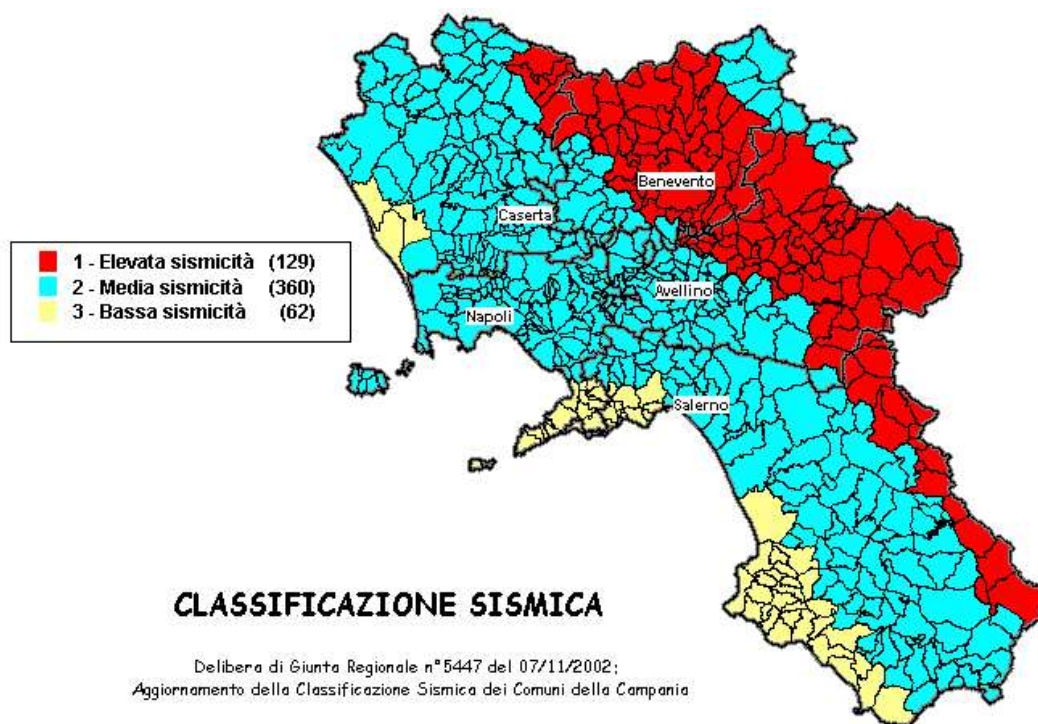


Fig. 10 – Classificazione sismica del 2002 dei comuni della regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 11), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Caggiano (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.225 e 0.250 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

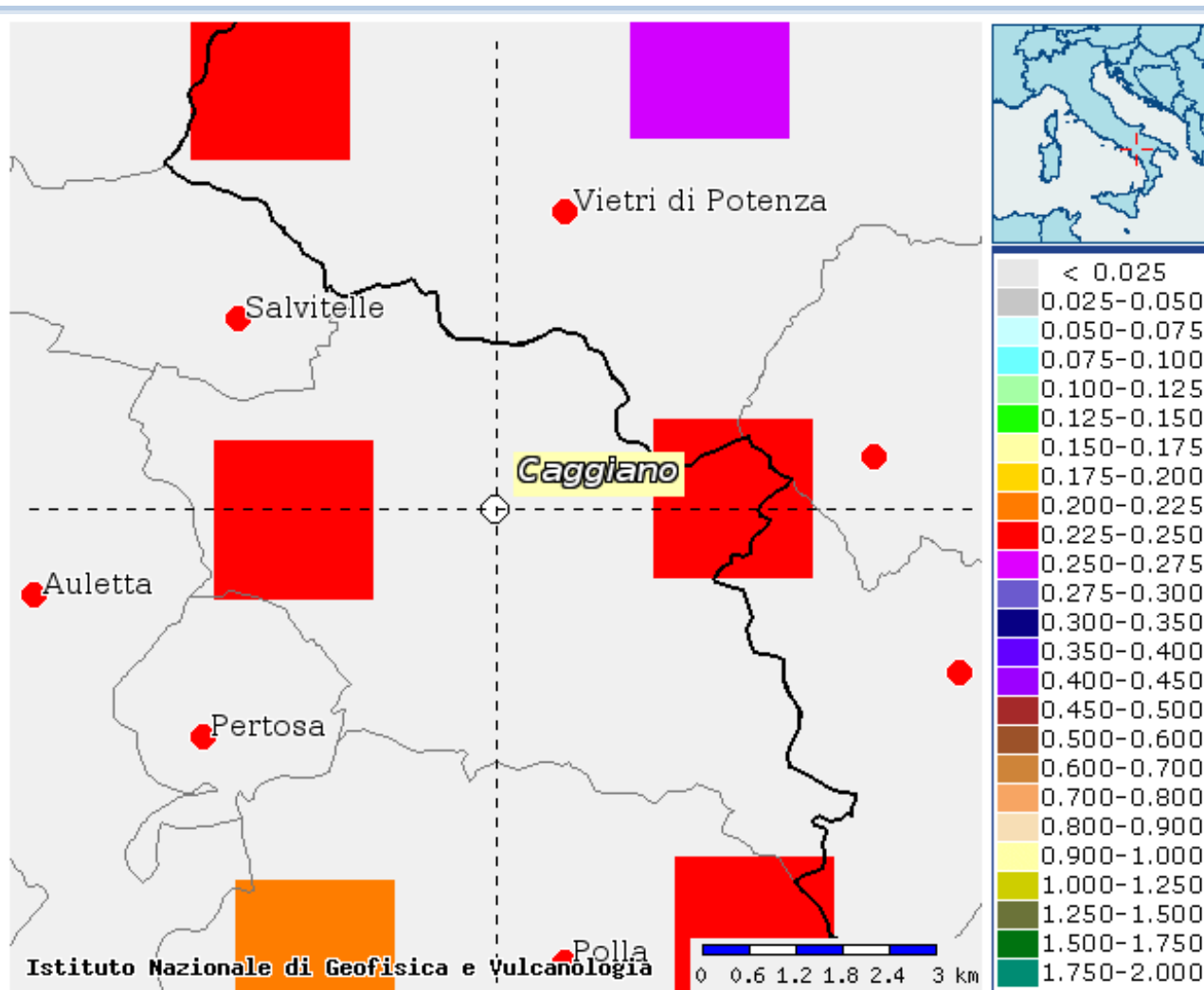


Fig. 11 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **B** (vedi par. 4), con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a (Tab. 10):

<i>Prospezione sismica</i>	<i>$V_{S\ 0-11.2}$ (m/s)</i>
<i>MASW n.3</i>	<i>[681]</i>

Tab. 10 – Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW n.3 effettuata.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T2** (**h/H=1**) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.111]	[0.330]	[0.371]	[1.011]

Tab. 10 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Di seguito si riportano i valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW n.3 (Tab. 11).

Sismostrato	Profondità (m)	V_s (m/s)
S1	0.0 – 11.2	683
S2	11.2 – 15.3	822
S3	15.3 – 35.1	995

Tab. 11 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.3.

5.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE

Per determinare la fattibilità dell'opera da realizzare vengono analizzati i seguenti aspetti:

STABILITA' D'INSIEME

Per caratterizzare la stabilità dell'area in esame, sono stati considerati i seguenti parametri, inoltre l'esame è stato esteso ad una vasta area circostante:

- pendenza dei versanti;
- giacitura delle formazioni stratificate;
- fratturazione delle masse rocciose;
- spessore delle eventuali coperture incoerenti;
- presenza di acqua.

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da pendenze medio-basse (versante a debole pendenza), litologie ben addensate (roccia litoide), **è stata classificata come stabile** infatti si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità nelle aree di sedime dell'opera da realizzare.

FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

La liquefazione dei terreni è il comportamento dei suoli sabbiosi che, a causa di un aumento della pressione interstiziale, passano improvvisamente da uno stato solido ad uno fluido, o con la consistenza di un liquido pesante.

Nei casi in oggetto le litologie di fondazione (calcare e dolomia litoidi) sono assolutamente stabili e non possono dar luogo a eventi di liquefazione in quanto sono compatti, e, non è presente alcuna falda idrica superficiale, quindi non si può presentare la condizione di saturazione. In definitiva, si afferma che non sussistono le condizioni predisponenti alla liquefazione dei terreni di fondazione.

Si specifica inoltre che il fenomeno della liquefazione può manifestarsi nei terreni omogenei, prevalentemente sabbiosi e saturi e solo in determinati casi, di seguito elencati.



Dr. Geologo FABIO DI FEO

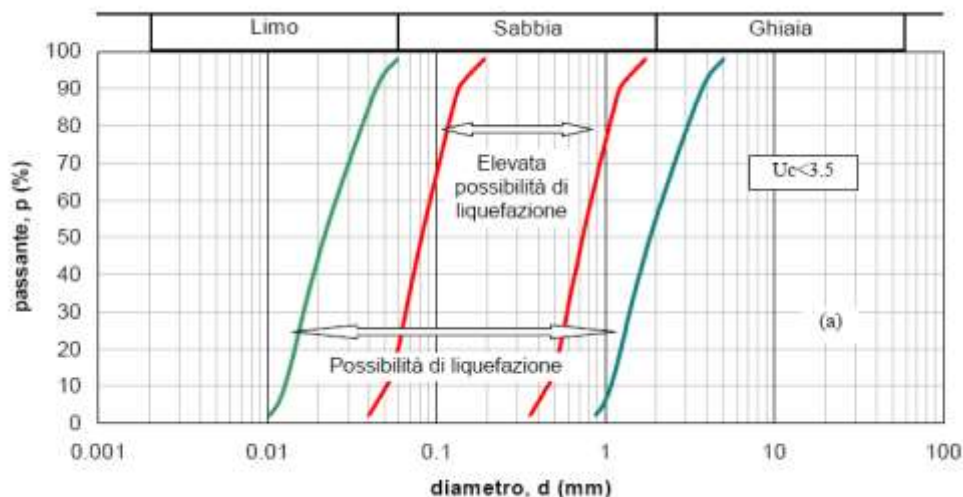
Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.1g;
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - frazione di fine FC , superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la pressione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.
5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.



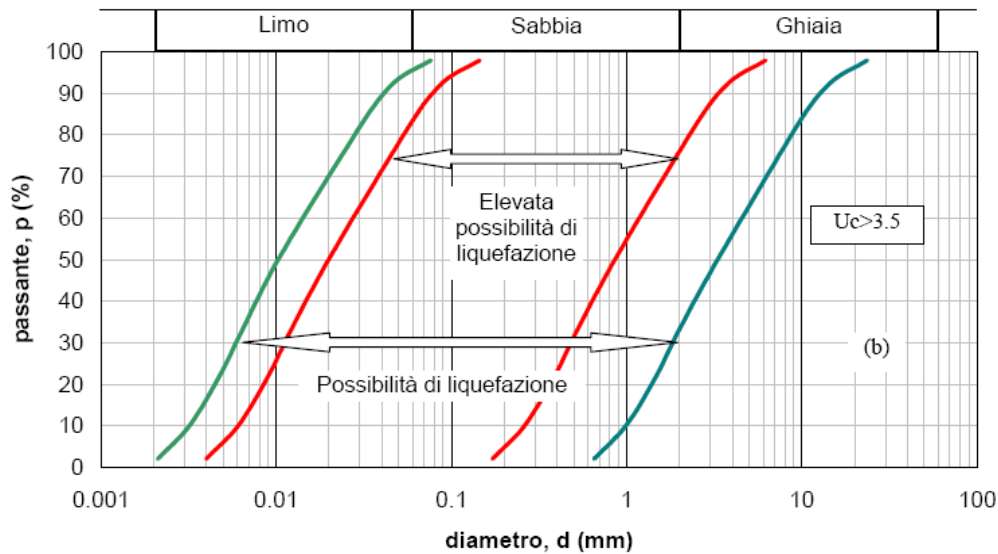


Figura 1 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire le categorie di suolo del sito, che risulta posto nella **categoria B**, con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a:

<i>Prospezione sismica</i>	<i>$V_{S\ 0-11.2}$ (m/s)</i>
<i>MASW n.3</i>	<i>[681]</i>

Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW n.3 effettuata.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T2** (**h/H=1**) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C)

, relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

$a_g SLD$	$a_g SLV$	$S_e [g] SLD$	$S_e [g] SLV$
[0.111]	[0.330]	[0.371]	[1.011]

Valori massimi di a_g e $S_e [g]$ relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

ADDENSAMENTO

Il terreno in oggetto, dalle indagini geognostiche effettuate, **risulta essere molto addensato.**

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva sulla fattibilità dell'intervento in progetto, in quanto i terreni sono addensati, non ci sono le condizioni predisponenti ad eventuali fenomeni di liquefazione e di instabilità dei versanti (area stabile).**

In conclusione, le caratteristiche geologiche dell'area in esame sono tecnicamente compatibili con la realizzazione delle opere in progetto.

5.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, ne conviene che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per giungere a dimostrare la compatibilità delle opere da progetto è necessario effettuare alcune considerazioni inerenti sia all'assetto territoriale, sia alla tipologia degli interventi e modalità esecutive previste.

E' da segnalare che i manufatti da realizzare si inseriscono in un contesto morfologico caratterizzato da **medio-basse pendenze** e non necessita di interventi di sostanziale modificazione della geometria dell'area.

Dopo avere inquadrato i tratti caratteristici dell'intervento è utile confrontare l'opera di progetto con l'assetto idrogeologico e le condizioni di rischio del sito.

Per quanto attiene le aree di sedime in esame classificate dal Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), per quanto riguarda il rischio frana, in una zona classificata a "Pericolosità da frana P-utr5" e a "Rischio da frana R-utr5" e, per il rischio idrogeologico in una zona classificata a "Rischio idraulico Nullo" e a "Pericolosità idraulica Nulla", sono caratterizzate da condizioni idrogeologiche, litologiche e geotecniche confortanti in virtù della mancanza sia di materiali mobilizzabili sia di condizioni morfologiche predisponenti al dissesto.

Inoltre:

- Dalla ***sovrapposizione del LAYOUT del Progetto (previsione urbanistica degli interventi a farsi) con Carta Geomorfologica tutte le opere di progetto sono ubicate su una superficie stabile.***
- I lavori previsti non apporteranno sostanziali variazioni dell'attuale conformazione orografica dell'area, né tanto meno creeranno neosuperfici esposte ad elevata pendenza, potenziali sedi d'innesto di movimenti franosi, e quindi determinare un aumento della



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabioldifeo@pec.epap.it

pericolosità da frana;

- La loro tipologia non apporta variazioni tali da indurre fenomeni di denudazioni e modifiche nella circolazione naturale e nel regime delle acque superficiali e sotterranee;
- La regimentazione delle acque superficiali verrà attuata mediante un corretto sistema di smaltimento;
- Non apporteranno un aumento del livello di rischio e/o del grado di esposizione al rischio esistente;
- La struttura in progetto si integrerà perfettamente nel contesto paesaggistico-ambientale.

In definitiva, in ottemperanza alle N.T.A. del Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), nel caso specifico all'Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III, Art. 37 Capo IV Titolo IV, si afferma che:

- Il presente studio di Compatibilità geologico è supportato da dati oggettivi derivanti da indagini geognostiche e geofisiche eseguite nel sito d'interesse;
- Tali indagini, consistenti in **n°1 prova sismica superficiale MASW**, hanno definito in maniera approfondita la geometria superficiale e sotterranea dal punto di vista geofisico, litotecnico e geomeccanico;
- La realizzazione delle opere in progetto verrà effettuata adottando tutte le misure tecnico-costruttive per la mitigazione della vulnerabilità e la riduzione delle condizioni di rischio;
- Verrà adottato un corretto sistema di deflusso delle acque superficiali e sotterranee.

Dal presente studio, quindi, risulta che **non verranno create nuove condizioni di rischio e pericolosità** (rischio sostenibile).

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva di compatibilità tra la previsione urbanistica degli interventi a farsi e la caratterizzazione geomorfologia del territorio interessato.**

6 Area TORRE N°4

La **Torre Eolica n°4** sarà collocata nel Comune di Caggiano (SA) in località Tempa dell'Arpa come da immagine successiva.



Ortofoto con ubicazione Torre Eolica n°4 (WTG 4)

6.1 MODELLO GEOLOGICO

6.1.1 Stratigrafia locale

Da un accurato rilevamento di campagna, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse (*cfr **Tav. T073 CARTA GEOLOGICA***).

Gli affioramenti significativi e principali sono riconducibili essenzialmente ad un solo litotipo:

- Calcari e calcari dolomitici (Trias-Superiore).

Per quanto riguarda l'area di sedime della Torre 4, attraverso l'esecuzione di **n°1 prove sismiche superficiali MASW** (atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa **D.M. 17/01/2018**) e con l'ausilio dei dati tratti dalle Carte Geolitologiche esistenti, successivamente verificati dal rilevamento geologico, si è potuto constatare che il substrato è costituito da "terreni" di origine marina, così composti:

- dal piano campagna a 0,2/0,5 m terreno vegetale limo-sabbioso con clasti litici, colore marrone e dall'odore terroso, sciolto;
- da 0,2/0,5 m a circa 5,2 m dal p.c. calcari e calcari dolomitici, stratificati e molto fratturati;
- da 5,2 m ad oltre 40 m dal p.c. substrato roccioso formato da calcari e calcari dolomitici, stratificato e fratturato;

L'assetto stratigrafico rinvenuto nell'area d'intervento è compatibile con quanto noto dalla bibliografia riguardante le zone limitrofe, in cui risulta che, nella sequenza geolitologica in esame, non si rinvencono generalmente strati molli.

6.1.2 Geomorfologia locale

Lo studio geomorfologico è stato condotto in un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse, al fine di acquisire sia un quadro generale di assetto geomorfologico e morfoevolutivo, nel quale collocare le specifiche caratteristiche dell'area, sia e soprattutto di riconoscere la presenza di eventuali elementi morfologici connessi con fenomeni d'instabilità reale o potenziale in corrispondenza dell'opera in progetto.

L'area di ubicazione della Torre 4 è collocata sulla cresta di un rilievo montuoso, sita a quota compresa fra 1003 m e 1010 m s.l.m., rappresentante la linea di spartiacque bordata da versanti a forte pendenza formati dall'azione della tettonica e modellati nel corso dei millenni dalle acque di ruscellamento superficiale (*cfr **Tav. T075 CARTA GEOMORFOLOGICA***).

Di seguito vengono riportate delle immagini rappresentative delle aree oggetto d'intervento.





Per caratterizzare la stabilità sono stati considerati i seguenti parametri dedotti dal rilevamento di campagna e dai dati ottenuti dalle indagini geologico-tecniche:

- pendenza dei versanti,
- giacitura delle formazioni stratificate,
- spessore delle eventuali coperture incoerenti,
- presenza di acqua,

dai quali si evince che la ristretta area di ubicazione della Torre Eolica presenta pendenze basse, giacitura delle litologie litoidi con immersione a sud a bassa pendenza, ben cementate e fratturate, spessore massimo della copertura incoerente compresa fra 0,2/0,5 m e assenza di falde idriche, pertanto si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità.

Da quanto in precedenza descritto l'area di ubicazione della Torre 4 è da considerare **stabile sotto il profilo geomorfologico.**

6.1.3 Idrogeologia

I terreni affioranti nell'area di studio, dal punto di vista idrogeologico, sono riferibili ad un unico complesso:

Complesso calcareo-dolomitico: rappresentato dai terreni del substrato interessati da un reticolo di fessure che, associate alle discontinuità stratigrafiche, conferiscono una porosità secondaria. La permeabilità per fessurazione è variabile da media a scarsa, in relazione al grado di fratturazione. Quindi, l'infiltrazione delle acque meteoriche avviene attraverso le fessure e l'assetto stratigrafico-strutturale di questo complesso ne condiziona la direzione di deflusso delle falde così formatesi.

Dal rilevamento geologico realizzato, si è potuto evincere che le litologie presenti nell'area di sedime del fabbricato non presentano falde idriche superficiali.

6.1.4 Analisi Vincoli PSAI

L'area studio, ricadente nel territorio di competenza **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- **GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016**). Nello specifico tutte le opere da realizzare insistono in una zona classificata come:

- 13. **Pericolosità da Frana: P-utr5;**
- 14. **Rischio da Frana: R-utr5;**
- 15. **Pericolosità da alluvione: NULLA;**
- 16. **Rischio idraulico: NULLO,**

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, indicano che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per i motivi fin qui considerati e dal **Testo Unico coordinato delle NTA dello PSAI (adottato ad agosto 2016)** in base agli:

- Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III;
- Art. 37 Capo IV Titolo IV;

si esprime valutazione positiva sulla compatibilità dell'intervento in progetto con l'assetto idrogeologico dell'area.

6.2 MODELLO GEOTECNICO

6.2.1 Programma di indagini geognostiche realizzate

Per la caratterizzazione geotecnica del sito oggetto d'intervento, sono state considerati dati bibliografici e realizzate le seguenti indagini geognostiche (*cfr. Tav. T071 CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI e Tav. T072 Relazione sulle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI*):

- la realizzazione di n°1 prova sismica MASW (mw4) (*atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018*).

Si specifica che per la fase del progetto esecutivo saranno realizzate delle ulteriori indagini geologiche in sito, quali:

- N°1 Sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 33m dal p.c. corredato dal prelievo di Campioni Indisturbati;
- analisi di laboratorio sui Campioni Indisturbati.

6.2.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse

Considerando i dati bibliografici inerenti alle litologie presenti nell'area d'intervento sono stati ricavati i parametri geotecnici (cautelativi) rappresentativi delle reali condizioni del territorio in esame, così riassumibili:

PARAMETRI GEOTECNICI	LITOLOGIE
	Calcere e dolomie (bad-rock)
Peso unità di volume nat. (t/m^3) - γ_n	2,3-2,7
Coesione (kg/cm^2) - c'	1-1,2
Angolo d'attrito interno - ϕ	35-45°
Modulo Edometrico (kg/cm^2) - E_d	330-390
Coeff. di Poisson - ν	0,35-0,45
Modulo di Winkler (kg/cm^3) - K_w	10-15
Resistenza alla compressione (MPa) - $R(P.L.T.)$	>50

6.3 MODELLO SISMICO

6.3.1 Modellazione Sismica

Per la modellazione sismica dell'Area Torre Eolica 4 è stata realizzata **n°1 prove sismica MASW (mw.4)**, al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).



6.3.2 Risposta sismica locale

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 5; Fig. 7).

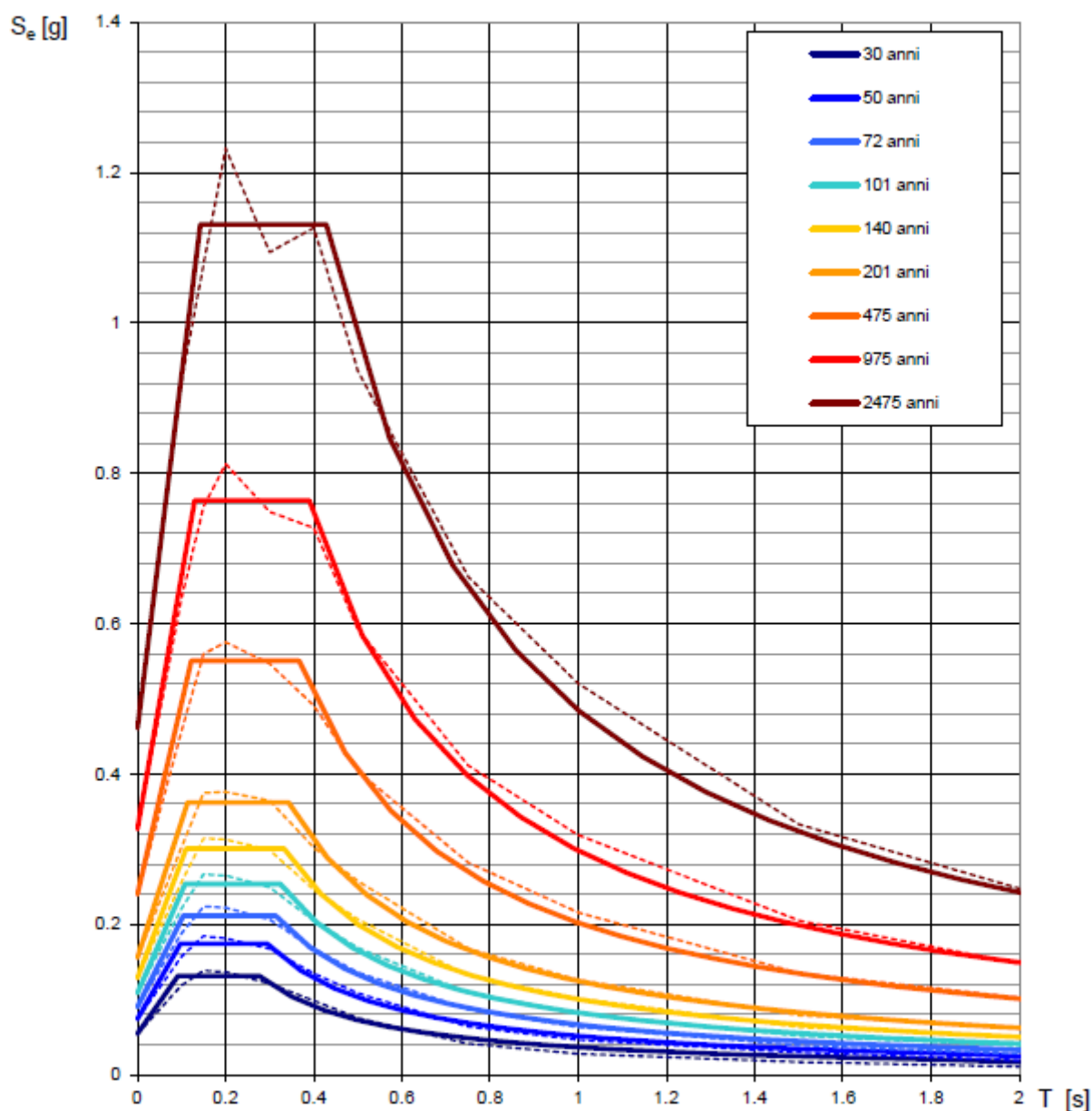
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 6 – 9; Figg. 8 – 9).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito [categoria di sottosuolo **B** – categoria topografica **T2 ($h/H=1$)**] individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.519552 – LAT. 40.544080 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.055	2.404	0.276
50	0.074	2.358	0.294
72	0.090	2.345	0.313
101	0.109	2.335	0.324
140	0.129	2.335	0.333
201	0.156	2.329	0.343
475	0.240	2.295	0.366
975	0.327	2.337	0.390
2475	0.461	2.456	0.428

Tab. 5 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:

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

Fig. 7 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di sottosuolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T2 (h/H=1)
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.519552 – LAT. 40.544080 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.108 g
F_0	2.336
T_C	0.324 s
S_S	1.200
C_C	1.378
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.440
η	1.000
T_B	0.149 s
T_C	0.447 s
T_D	2.033 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.156
$T_B \leftarrow$	0.149	0.364
$T_C \leftarrow$	0.447	0.364
	0.522	0.312
	0.598	0.272
	0.673	0.242
	0.749	0.217
	0.825	0.197
	0.900	0.181
	0.976	0.167
	1.051	0.155
	1.127	0.144
	1.202	0.135
	1.278	0.127
	1.353	0.120
	1.429	0.114
	1.504	0.108
	1.580	0.103
	1.656	0.098
	1.731	0.094
	1.807	0.090
	1.882	0.086
	1.958	0.083
$T_D \leftarrow$	2.033	0.080
	2.127	0.073
	2.221	0.067
	2.314	0.062
	2.408	0.057
	2.501	0.053
	2.595	0.049
	2.689	0.046
	2.782	0.043
	2.876	0.040
	2.970	0.038
	3.063	0.035
	3.157	0.033
	3.251	0.031
	3.344	0.030
	3.438	0.028
	3.532	0.027
	3.625	0.025
	3.719	0.024
	3.813	0.023
	3.906	0.022
	4.000	0.021

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.048 g
S_S	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.038
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.058
$T_B \leftarrow$	0.050	0.090
$T_C \leftarrow$	0.150	0.090
	0.235	0.057
	0.320	0.042
	0.405	0.033
	0.490	0.028
	0.575	0.023
	0.660	0.020
	0.745	0.018
	0.830	0.016
	0.915	0.015
$T_D \leftarrow$	1.000	0.013
	1.094	0.011
	1.188	0.010
	1.281	0.008
	1.375	0.007
	1.469	0.006
	1.563	0.006
	1.656	0.005
	1.750	0.004
	1.844	0.004
	1.938	0.004
	2.031	0.003
	2.125	0.003
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.002
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

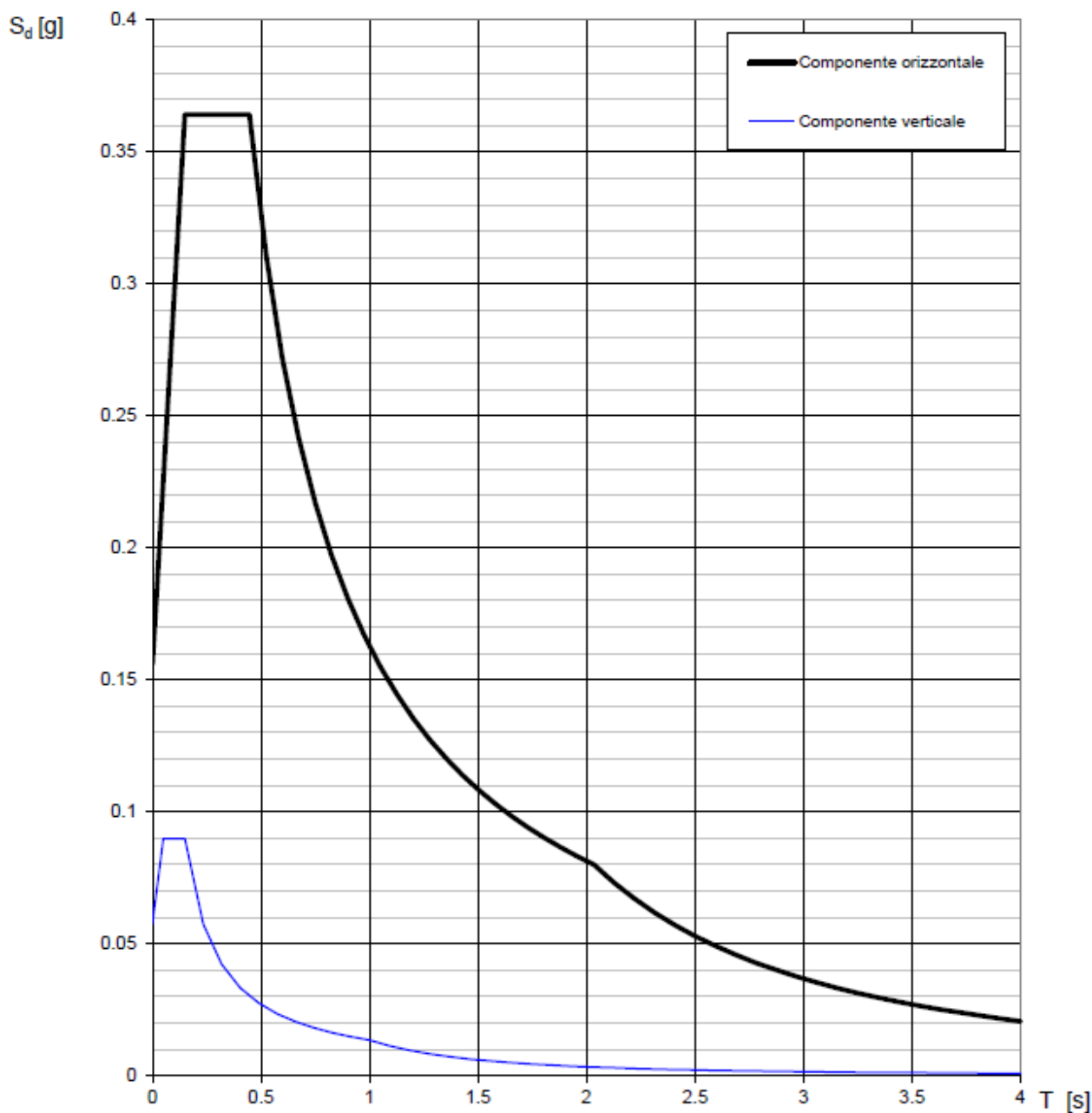


Fig. 8 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.323 g
F_o	2.336
T_c	0.389 s
S_s	1.098
C_c	1.329
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.318
η	1.000
T_B	0.172 s
T_C	0.517 s
T_D	2.892 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_c / 3$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\ T_C \leq T < T_D & S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.426
$T_B \leftarrow$	0.172	0.994
$T_C \leftarrow$	0.517	0.994
	0.630	0.816
	0.743	0.692
	0.856	0.600
	0.969	0.530
	1.082	0.475
	1.196	0.430
	1.309	0.393
	1.422	0.361
	1.535	0.335
	1.648	0.312
	1.761	0.292
	1.874	0.274
	1.987	0.259
	2.101	0.245
	2.214	0.232
	2.327	0.221
	2.440	0.211
	2.553	0.201
	2.666	0.193
	2.779	0.185
$T_D \leftarrow$	2.892	0.178
	2.945	0.171
	2.998	0.165
	3.051	0.160
	3.103	0.154
	3.156	0.149
	3.209	0.144
	3.262	0.140
	3.314	0.135
	3.367	0.131
	3.420	0.127
	3.473	0.123
	3.525	0.120
	3.578	0.116
	3.631	0.113
	3.684	0.110
	3.736	0.106
	3.789	0.104
	3.842	0.101
	3.895	0.098
	3.947	0.095
	4.000	0.093

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0.248 g
S_g	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.792
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_g \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.298
$T_B \leftarrow$	0.050	0.463
$T_C \leftarrow$	0.150	0.463
	0.235	0.298
	0.320	0.217
	0.405	0.172
	0.490	0.142
	0.575	0.121
	0.660	0.105
	0.745	0.093
	0.830	0.084
	0.915	0.076
$T_D \leftarrow$	1.000	0.069
	1.094	0.058
	1.188	0.049
	1.281	0.042
	1.375	0.037
	1.469	0.032
	1.563	0.028
	1.656	0.025
	1.750	0.023
	1.844	0.020
	1.938	0.019
	2.031	0.017
	2.125	0.015
	2.219	0.014
	2.313	0.013
	2.406	0.012
	2.500	0.011
	2.594	0.010
	2.688	0.010
	2.781	0.009
	2.875	0.008
	2.969	0.008
	3.063	0.007
	3.156	0.007
	3.250	0.007
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.006
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.005
	3.906	0.005
	4.000	0.004

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

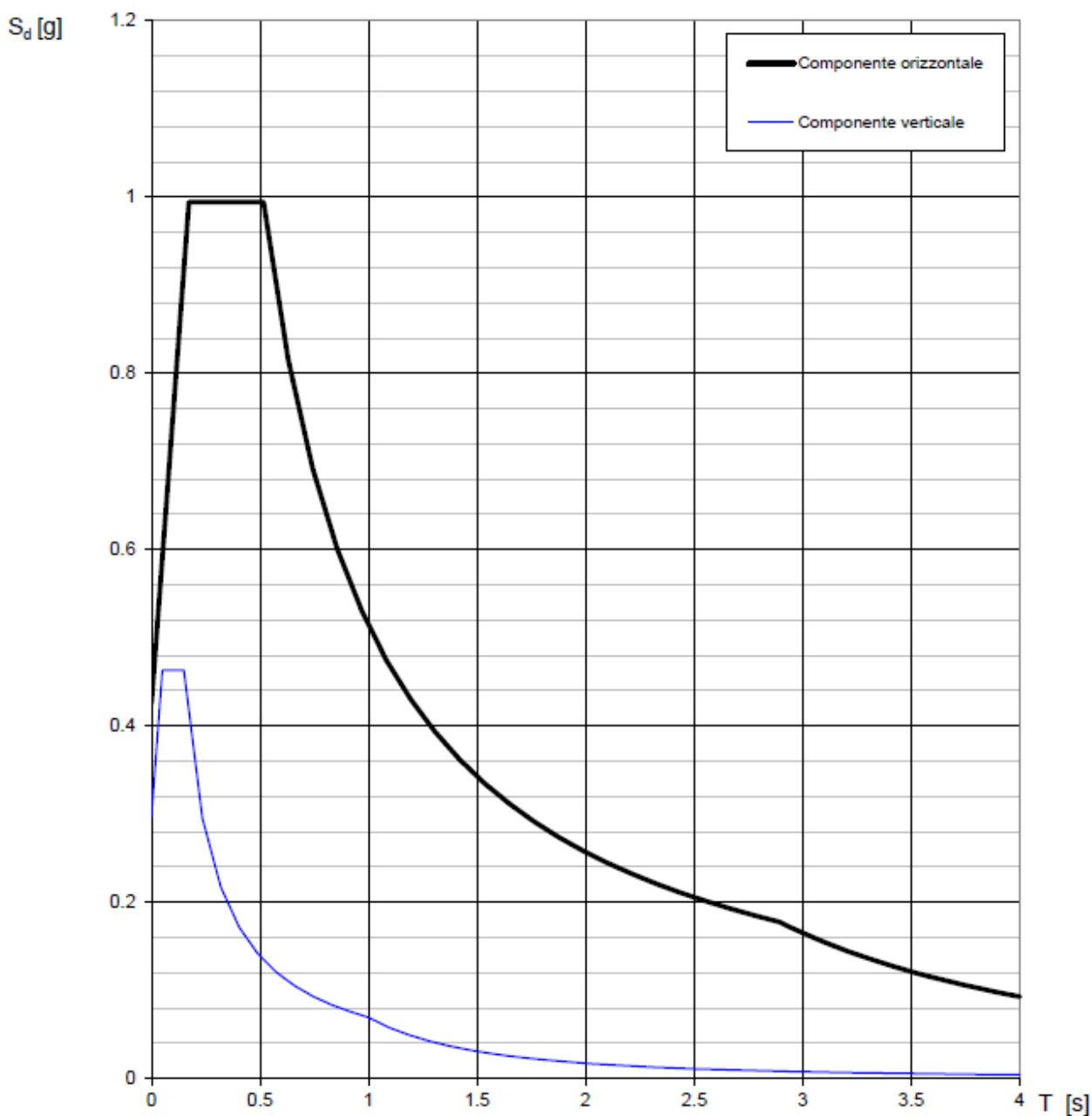


Fig. 9 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

6.3.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici

Il territorio comunale di Caggiano (SA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in I categoria - $S=12$ - $a_g=0.35g$ (Fig. 10).

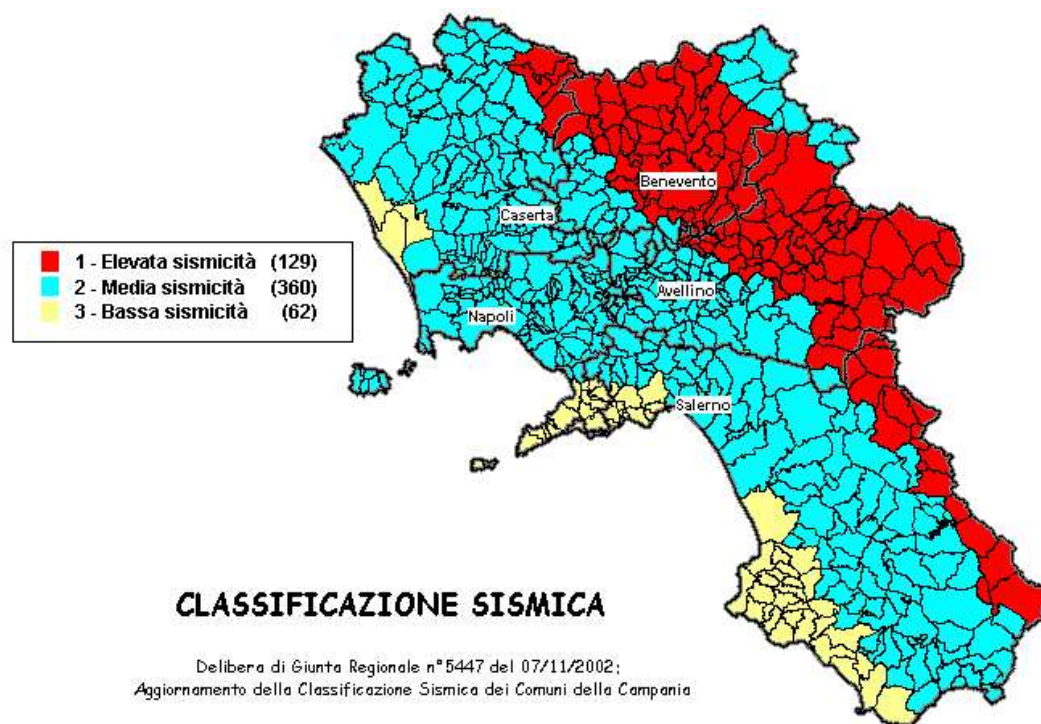


Fig. 10 – Classificazione sismica del 2002 dei comuni della regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 11), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Caggiano (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.225 e 0.250 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

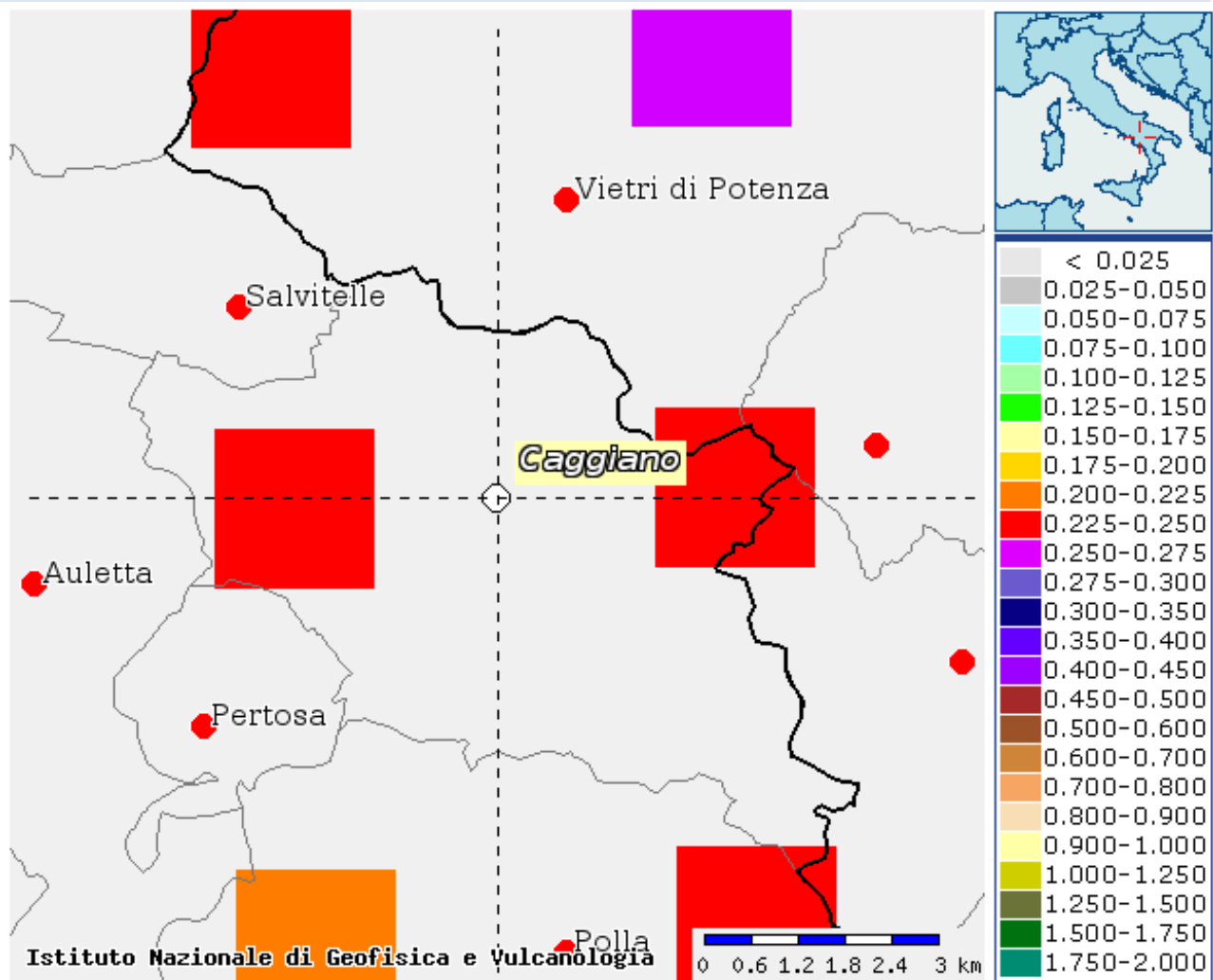


Fig. 11 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **B** (vedi par. 4), con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a (Tab. 10):

<i>Prospezione sismica</i>	<i>$V_{S\ 0-30}$ (m/s)</i>
MASW n.4	[496]

Tab. 10 – Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW n.4 effettuata.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T2** (**h/H=1**) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Di seguito si riportano i valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW n.4 (Tab. 12).

Sismostrato	Profondità (m)	V_s (m/s)
S1	0.0 – 5.2	345
S2	5.2 – 15.3	476
S3	15.3 – 34.8	609

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.4.

6.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE

Per determinare la fattibilità dell'opera da realizzare vengono analizzati i seguenti aspetti:

STABILITÀ D'INSIEME

Per caratterizzare la stabilità dell'area in esame, sono stati considerati i seguenti parametri, inoltre l'esame è stato esteso ad una vasta area circostante:

- pendenza dei versanti;
- giacitura delle formazioni stratificate;
- fratturazione delle masse rocciose;
- spessore delle eventuali coperture incoerenti;
- presenza di acqua.

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da pendenze medio-basse (sub-pianeggiante), litologie ben addensate (roccia litoide), **è stata classificata come stabile** infatti si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità nelle aree di sedime dell'opera da realizzare.

FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

La liquefazione dei terreni è il comportamento dei suoli sabbiosi che, a causa di un aumento della pressione interstiziale, passano improvvisamente da uno stato solido ad uno fluido, o con la consistenza di un liquido pesante.

Nei casi in oggetto le litologie di fondazione (calcare e dolomia litoidi) sono assolutamente stabili e non possono dar luogo a eventi di liquefazione in quanto sono compatti, e, non è presente alcuna falda idrica superficiale, quindi non si può presentare la condizione di saturazione. In definitiva, si afferma che non sussistono le condizioni predisponenti alla liquefazione dei terreni di fondazione.

Si specifica inoltre che il fenomeno della liquefazione può manifestarsi nei terreni omogenei, prevalentemente sabbiosi e saturi e solo in determinati casi, di seguito elencati.



Dr. Geologo FABIO DI FEO

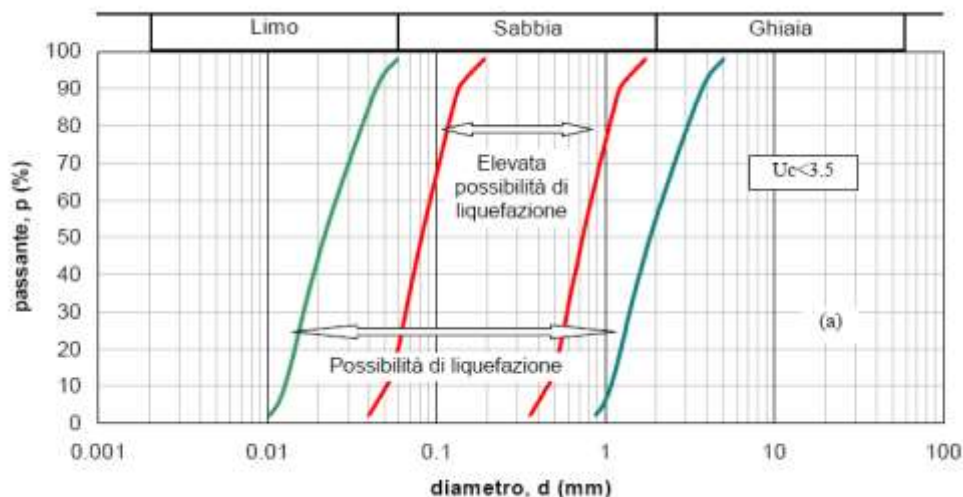
Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.1g;
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - frazione di fine FC , superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la pressione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.
5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.



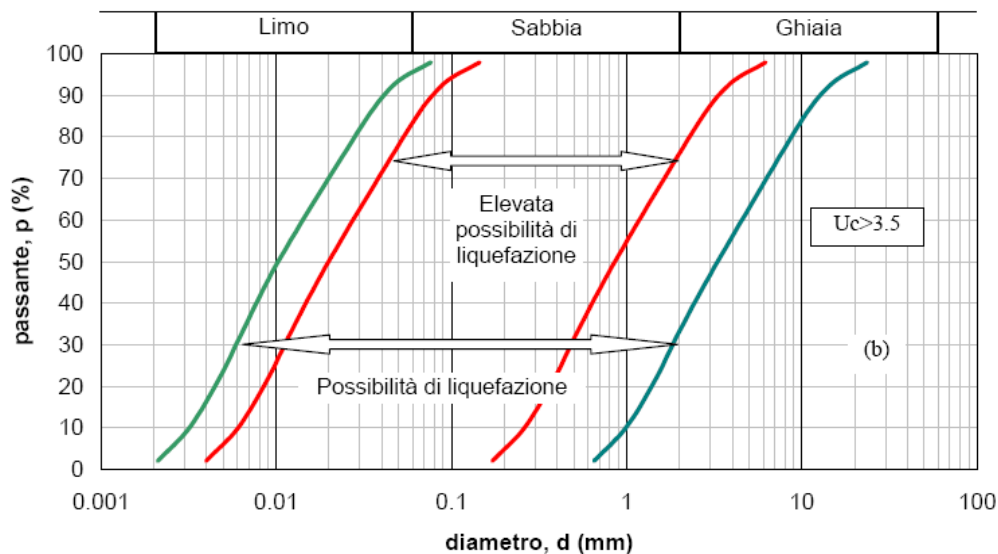


Figura 1 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire le categorie di suolo del sito, che risulta posto nella **categoria B**, con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a:

<i>Prospezione sismica</i>	<i>$V_{S\ 0-30}$ (m/s)</i>
MASW n.4	[496]

Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW n.4 effettuata.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T2** (**h/H=1**) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C)

(Tabb. 6 – 8 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

$a_g SLD$	$a_g SLV$	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]

Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

ADDENSAMENTO

Il terreno in oggetto, dalle indagini geognostiche effettuate, **risulta essere molto addensato.**

Per i motivi fin qui considerati *si esprime valutazione positiva sulla fattibilità dell'intervento in progetto, in quanto i terreni sono addensati, non ci sono le condizioni predisponenti ad eventuali fenomeni di liquefazione e di instabilità dei versanti (area stabile).*

In conclusione, le caratteristiche geologiche dell'area in esame sono tecnicamente compatibili con la realizzazione delle opere in progetto.

6.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, ne conviene che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per giungere a dimostrare la compatibilità delle opere da progetto è necessario effettuare alcune considerazioni inerenti sia all'assetto territoriale, sia alla tipologia degli interventi e modalità esecutive previste.

E' da segnalare che i manufatti da realizzare si inseriscono in un contesto morfologico caratterizzato da **medie pendenze** e non necessita di interventi di sostanziale modificazione della geometria dell'area.

Dopo avere inquadrato i tratti caratteristici dell'intervento è utile confrontare l'opera di progetto con l'assetto idrogeologico e le condizioni di rischio del sito.

Per quanto attiene le aree di sedime in esame classificate dal Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), per quanto riguarda il rischio frana, in una zona classificata a "Pericolosità da frana P-utr.5" e a "Rischio da frana R-utr.5"e, per il rischio idrogeologico in una zona classificata a "Rischio idraulico Nullo" e a "Pericolosità idraulica Nulla", sono caratterizzate da condizioni idrogeologiche, litologiche e geotecniche confortanti in virtù della mancanza sia di materiali mobilizzabili sia di condizioni morfologiche predisponenti al dissesto.

Inoltre:

- Dalla ***sovrapposizione del LAYOUT del Progetto (previsione urbanistica degli interventi a farsi) con Carta Geomorfologica tutte le opere di progetto sono ubicate su una superficie stabile.***
- I lavori previsti non apporteranno sostanziali variazioni dell'attuale conformazione orografica dell'area, né tanto meno creeranno neosuperfici esposte ad elevata pendenza, potenziali sedi d'innesto di movimenti franosi, e quindi determinare un aumento della



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

pericolosità da frana;

- La loro tipologia non apporta variazioni tali da indurre fenomeni di denudazioni e modifiche nella circolazione naturale e nel regime delle acque superficiali e sotterranee;
- La regimentazione delle acque superficiali verrà attuata mediante un corretto sistema di smaltimento;
- Non apporteranno un aumento del livello di rischio e/o del grado di esposizione al rischio esistente;
- La struttura in progetto si integrerà perfettamente nel contesto paesaggistico-ambientale.

In definitiva, in ottemperanza alle N.T.A. del Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), nel caso specifico all'Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III, Art.37 Capo IV Titolo IV, si afferma che:

- Il presente studio di Compatibilità geologico è supportato da dati oggettivi derivanti da indagini geognostiche e geofisiche eseguite nel sito d'interesse;
- Tali indagini, consistenti in **n°1 prova sismica superficiale MASW**, hanno definito in maniera approfondita la geometria superficiale e sotterranea dal punto di vista geofisico, litotecnico e geomeccanico;
- La realizzazione delle opere in progetto verrà effettuata adottando tutte le misure tecnico-costruttive per la mitigazione della vulnerabilità e la riduzione delle condizioni di rischio;
- Verrà adottato un corretto sistema di deflusso delle acque superficiali e sotterranee.

Dal presente studio, quindi, risulta che **non verranno create nuove condizioni di rischio e pericolosità** (rischio sostenibile).

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva di compatibilità tra la previsione urbanistica degli interventi a farsi e la caratterizzazione geomorfologia del territorio interessato.**

7.1 MODELLO GEOLOGICO

7.1.1 Stratigrafia locale

Da un accurato rilevamento di campagna, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse (*cfr **Tav. T073 CARTA GEOLOGICA***).

Gli affioramenti significativi e principali sono riconducibili essenzialmente ad un solo litotipo:

- Calcari e calcari dolomitici (Trias-Superiore).

Per quanto riguarda l'area di sedime della Torre 5, attraverso l'esecuzione di **n°1 prove sismiche superficiali MASW** (atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa **D.M. 17/01/2018**) e con l'ausilio dei dati tratti dalle Carte Geolitologiche esistenti, successivamente verificati dal rilevamento geologico, si è potuto constatare che il substrato è costituito da "terreni" di origine marina, così composti:

- dal piano campagna a 0,3/0,7 m terreno vegetale limo-sabbioso con clasti litici, colore marrone e dall'odore terroso, sciolto;
- da 0,3/0,7 m a circa 11,1 m dal p.c. calcari e calcari dolomitici, stratificati e molto fratturati;
- da 11,1 m ad oltre 40 m dal p.c. substrato roccioso formato da calcari e calcari dolomitici, stratificato e fratturato;

L'assetto stratigrafico rinvenuto nell'area d'intervento è compatibile con quanto noto dalla bibliografia riguardante le zone limitrofe, in cui risulta che, nella sequenza geolitologica in esame, non si rinvencono generalmente strati molli.

7.1.2 Geomorfologia locale

Lo studio geomorfologico è stato condotto in un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse, al fine di acquisire sia un quadro generale di assetto geomorfologico e morfoevolutivo, nel quale collocare le specifiche caratteristiche dell'area, sia e soprattutto di riconoscere la presenza di eventuali elementi morfologici connessi con fenomeni d'instabilità reale o potenziale in corrispondenza dell'opera in progetto.

L'area di ubicazione della Torre 5 è collocata in prossimità della cresta di un rilievo montuoso, sita a quota compresa fra 1073 m e 1077 m s.l.m., rappresentante una superficie a debole pendenza modellata nel corso dei millenni dalle acque di ruscellamento superficiale (*cfr* **Tav. T075 CARTA GEOMORFOLOGICA**).

Di seguito vengono riportate delle immagini rappresentative delle aree oggetto d'intervento.



Per caratterizzare la stabilità sono stati considerati i seguenti parametri dedotti dal rilevamento di campagna e dai dati ottenuti dalle indagini geologico-tecniche:

- pendenza dei versanti,
- giacitura delle formazioni stratificate,
- spessore delle eventuali coperture incoerenti,
- presenza di acqua,

dai quali si evince che la ristretta area di ubicazione della Torre Eolica presenta pendenze basse, giacitura delle litologie litoidi con immersione a sud a bassa pendenza, ben cementate e fratturate, spessore massimo della copertura incoerente compresa fra 0,3/0,7 m e assenza di falde idriche, pertanto si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità.

Da quanto in precedenza descritto l'area di ubicazione della Torre 5 è da considerare **stabile sotto il profilo geomorfologico.**

7.1.3 Idrogeologia

I terreni affioranti nell'area di studio, dal punto di vista idrogeologico, sono riferibili ad un unico complesso:

Complesso calcareo-dolomitico: rappresentato dai terreni del substrato interessati da un reticolo di fessure che, associate alle discontinuità stratigrafiche, conferiscono una porosità secondaria. La permeabilità per fessurazione è variabile da media a scarsa, in relazione al grado di fratturazione. Quindi, l'infiltrazione delle acque meteoriche avviene attraverso le fessure e l'assetto stratigrafico-strutturale di questo complesso ne condiziona la direzione di deflusso delle falde così formatesi.

Dal rilevamento geologico realizzato, si è potuto evincere che le litologie presenti nell'area di sedime del fabbricato non presentano falde idriche superficiali.

7.1.4 Analisi Vincoli PSAI

L'area studio, ricadente nel territorio di competenza **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016). Nello specifico tutte le opere da realizzare insistono in una zona classificata come:

- 17. Pericolosità da Frana: P-utr5;
- 18. Rischio da Frana: R-utr5;
- 19. Pericolosità da alluvione: NULLA;
- 20. Rischio idraulico: NULLO,

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, indicano che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per i motivi fin qui considerati e dal **Testo Unico coordinato delle NTA dello PSAI (adottato ad agosto 2016)** in base agli:

- Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III;
- Art. 37 Capo IV Titolo IV;

si esprime valutazione positiva sulla compatibilità dell'intervento in progetto con l'assetto idrogeologico dell'area.

7.2 MODELLO GEOTECNICO

7.2.1 Programma di indagini geognostiche realizzate

Per la caratterizzazione geotecnica del sito oggetto d'intervento, sono state considerati dati bibliografici e realizzate le seguenti indagini geognostiche (*cfr. Tav. T071 CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI e Tav. T072 Relazione sulle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI*):

- la realizzazione di n°1 prova sismica MASW (mw5) (*atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018*).

Si specifica che per la fase del progetto esecutivo saranno realizzate delle ulteriori indagini geologiche in sito, quali:

- N°1 Sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 33m dal p.c. corredato dal prelievo di Campioni Indisturbati;
- analisi di laboratorio sui Campioni Indisturbati.

7.2.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse

Considerando i dati bibliografici inerenti alle litologie presenti nell'area d'intervento sono stati ricavati i parametri geotecnici (cautelativi) rappresentativi delle reali condizioni del territorio in esame, così riassumibili:

PARAMETRI GEOTECNICI	LITOLOGIE
	Calcere e dolomie (bad-rock)
Peso unità di volume nat. (t/m^3) - γ_n	2,3-2,7
Coesione (kg/cm^2) - c'	1-1,2
Angolo d'attrito interno - ϕ	35-45°
Modulo Edometrico (kg/cm^2) - E_d	330-390
Coeff. di Poisson - ν	0,35-0,45
Modulo di Winkler (kg/cm^3) - K_w	10-15
Resistenza alla compressione (MPa) - $R(P.L.T.)$	>50

7.3 MODELLO SISMICO

7.3.1 Modellazione Sismica

Per la modellazione sismica dell'Area Torre Eolica 5 è stata realizzata **n°1 prove sismica MASW (mw.5)**, al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).



7.3.2 Risposta sismica locale

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 5; Fig. 7).

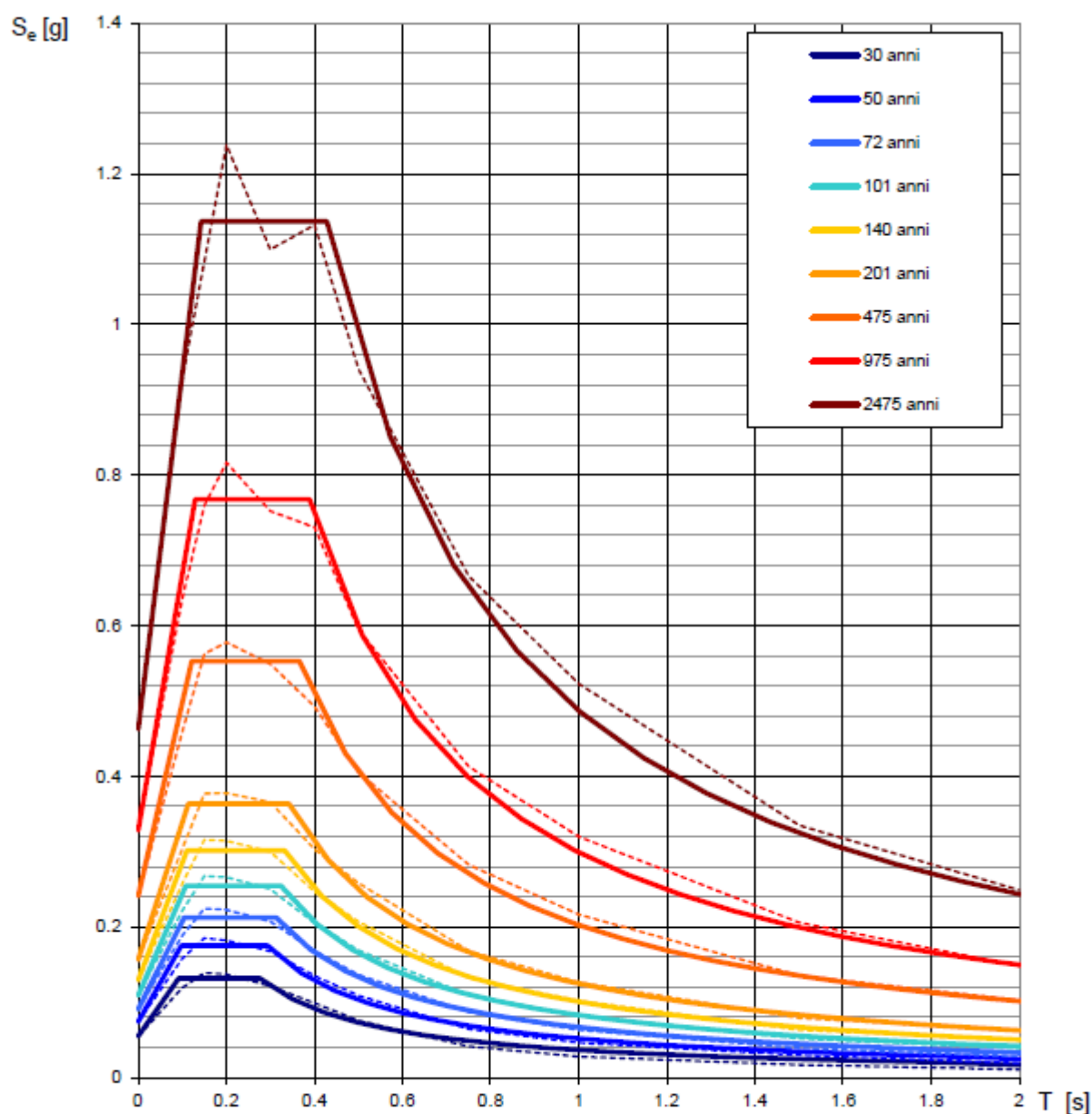
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 6 – 9; Figg. 8 – 9).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito [categoria di sottosuolo **B** – categoria topografica **T2 ($h/H=1$)**] individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.524293 – LAT. 40.540871 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.055	2.405	0.276
50	0.074	2.359	0.294
72	0.091	2.345	0.313
101	0.109	2.334	0.324
140	0.129	2.333	0.332
201	0.156	2.327	0.343
475	0.241	2.293	0.366
975	0.328	2.339	0.389
2475	0.463	2.457	0.428

Tab. 5 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:

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

Fig. 7 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di sottosuolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T2 (h/H=1)
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.524293 – LAT. 40.540871 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.109 g
F_0	2.334
T_c	0.324 s
S_g	1.200
C_c	1.378
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.440
η	1.000
T_B	0.149 s
T_C	0.448 s
T_D	2.035 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_g \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.157
$T_B \leftarrow$	0.149	0.366
$T_C \leftarrow$	0.448	0.366
	0.522	0.313
	0.598	0.273
	0.673	0.242
	0.749	0.218
	0.825	0.198
	0.900	0.181
	0.976	0.167
	1.052	0.155
	1.127	0.145
	1.203	0.136
	1.279	0.128
	1.354	0.121
	1.430	0.114
	1.505	0.108
	1.581	0.103
	1.657	0.099
	1.732	0.094
	1.808	0.090
	1.884	0.087
	1.959	0.083
$T_D \leftarrow$	2.035	0.080
	2.129	0.073
	2.222	0.067
	2.316	0.062
	2.409	0.057
	2.503	0.053
	2.596	0.049
	2.690	0.046
	2.784	0.043
	2.877	0.040
	2.971	0.038
	3.064	0.035
	3.158	0.033
	3.251	0.031
	3.345	0.030
	3.439	0.028
	3.532	0.027
	3.626	0.025
	3.719	0.024
	3.813	0.023
	3.906	0.022
	4.000	0.021

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{qv}	0.048 g
S_S	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.039
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.058
$T_B \leftarrow$	0.050	0.090
$T_C \leftarrow$	0.150	0.090
	0.235	0.058
	0.320	0.042
	0.405	0.033
	0.490	0.028
	0.575	0.024
	0.660	0.021
	0.745	0.018
	0.830	0.016
	0.915	0.015
$T_D \leftarrow$	1.000	0.014
	1.094	0.011
	1.188	0.010
	1.281	0.008
	1.375	0.007
	1.469	0.006
	1.563	0.006
	1.656	0.005
	1.750	0.004
	1.844	0.004
	1.938	0.004
	2.031	0.003
	2.125	0.003
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.002
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

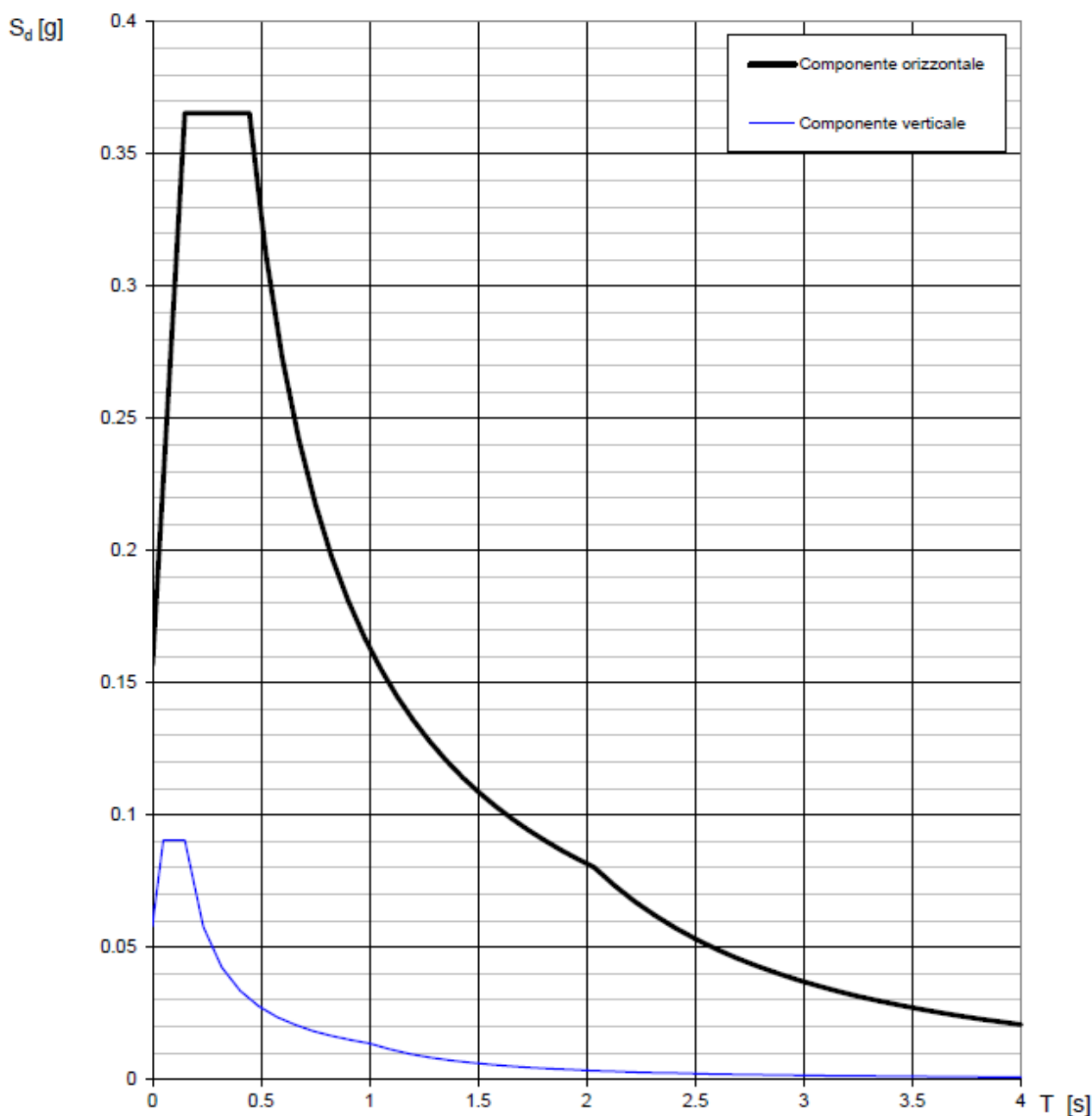


Fig. 8 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.325 g
F_0	2.337
T_C	0.388 s
S_S	1.097
C_C	1.329
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.316
η	1.000
T_B	0.172 s
T_C	0.516 s
T_D	2.898 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.427
$T_B \leftarrow$	0.172	0.998
$T_C \leftarrow$	0.516	0.998
	0.630	0.818
	0.743	0.693
	0.856	0.601
	0.970	0.531
	1.083	0.476
	1.197	0.430
	1.310	0.393
	1.424	0.362
	1.537	0.335
	1.650	0.312
	1.764	0.292
	1.877	0.274
	1.991	0.259
	2.104	0.245
	2.218	0.232
	2.331	0.221
	2.444	0.211
	2.558	0.201
	2.671	0.193
	2.785	0.185
$T_D \leftarrow$	2.898	0.178
	2.951	0.171
	3.003	0.166
	3.055	0.160
	3.108	0.155
	3.160	0.149
	3.213	0.145
	3.265	0.140
	3.318	0.136
	3.370	0.131
	3.423	0.127
	3.475	0.124
	3.528	0.120
	3.580	0.116
	3.633	0.113
	3.685	0.110
	3.738	0.107
	3.790	0.104
	3.843	0.101
	3.895	0.098
	3.948	0.096
	4.000	0.093

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.250 g
S_s	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.797
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.299
$T_B \leftarrow$	0.050	0.467
$T_C \leftarrow$	0.150	0.467
	0.235	0.298
	0.320	0.219
	0.405	0.173
	0.490	0.143
	0.575	0.122
	0.660	0.106
	0.745	0.094
	0.830	0.084
	0.915	0.076
$T_D \leftarrow$	1.000	0.070
	1.094	0.059
	1.188	0.050
	1.281	0.043
	1.375	0.037
	1.469	0.032
	1.563	0.029
	1.656	0.026
	1.750	0.023
	1.844	0.021
	1.938	0.019
	2.031	0.017
	2.125	0.015
	2.219	0.014
	2.313	0.013
	2.406	0.012
	2.500	0.011
	2.594	0.010
	2.688	0.010
	2.781	0.009
	2.875	0.008
	2.969	0.008
	3.063	0.007
	3.156	0.007
	3.250	0.007
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.006
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.005
	3.906	0.005
	4.000	0.004

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

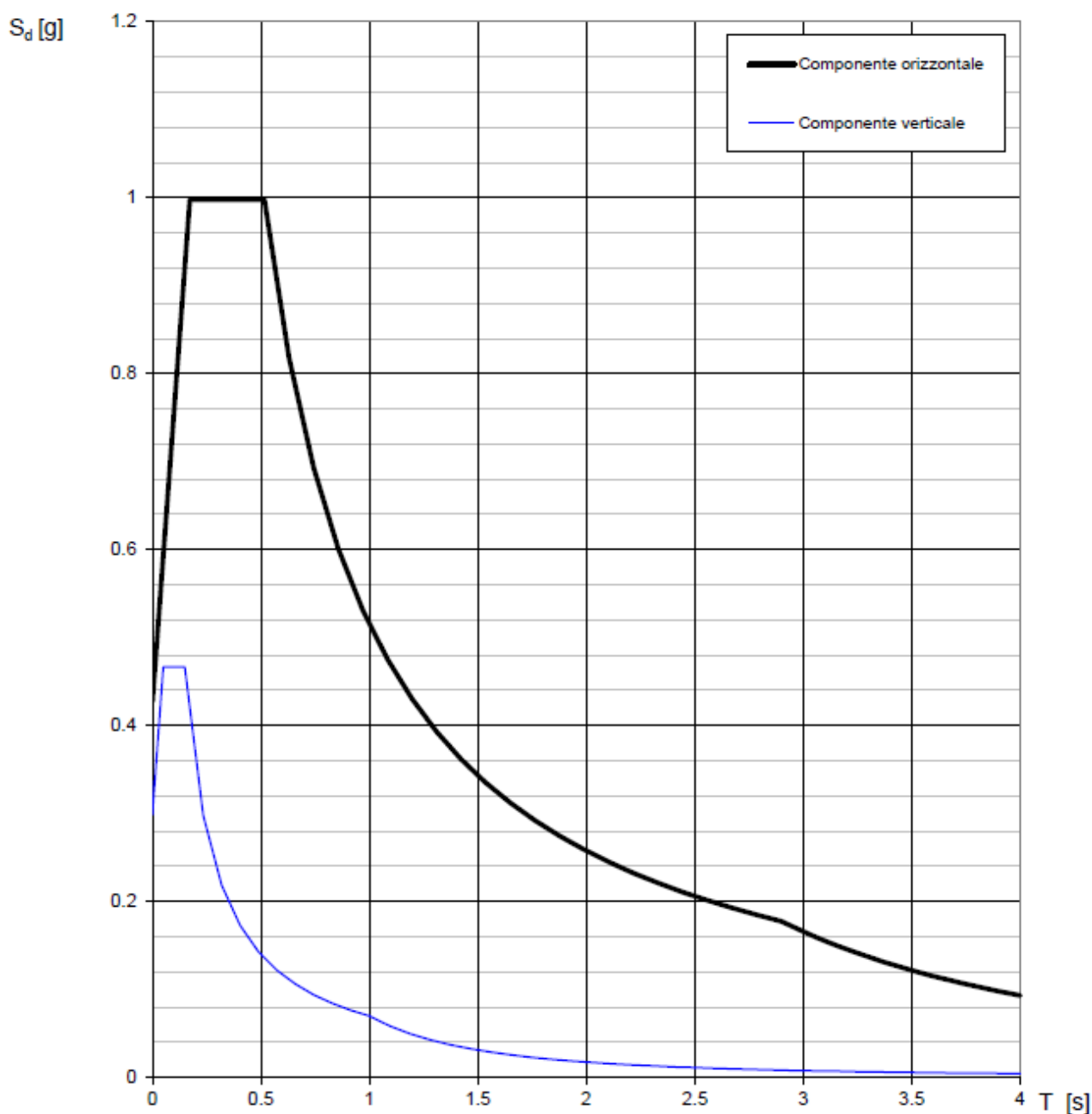


Fig. 9 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 ($h/H=1$). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

7.3.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici

Il territorio comunale di Caggiano (SA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in I categoria - $S=12$ - $a_g=0.35g$ (Fig. 10).

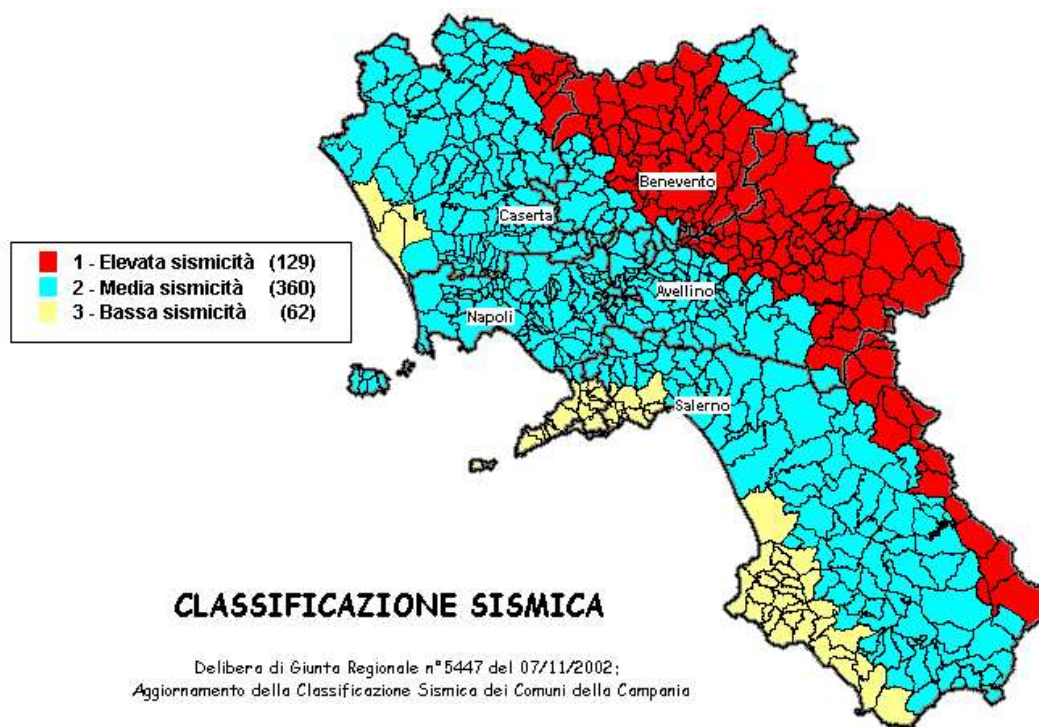


Fig. 10 – Classificazione sismica del 2002 dei comuni della regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 11), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Caggiano (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.225 e 0.250 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

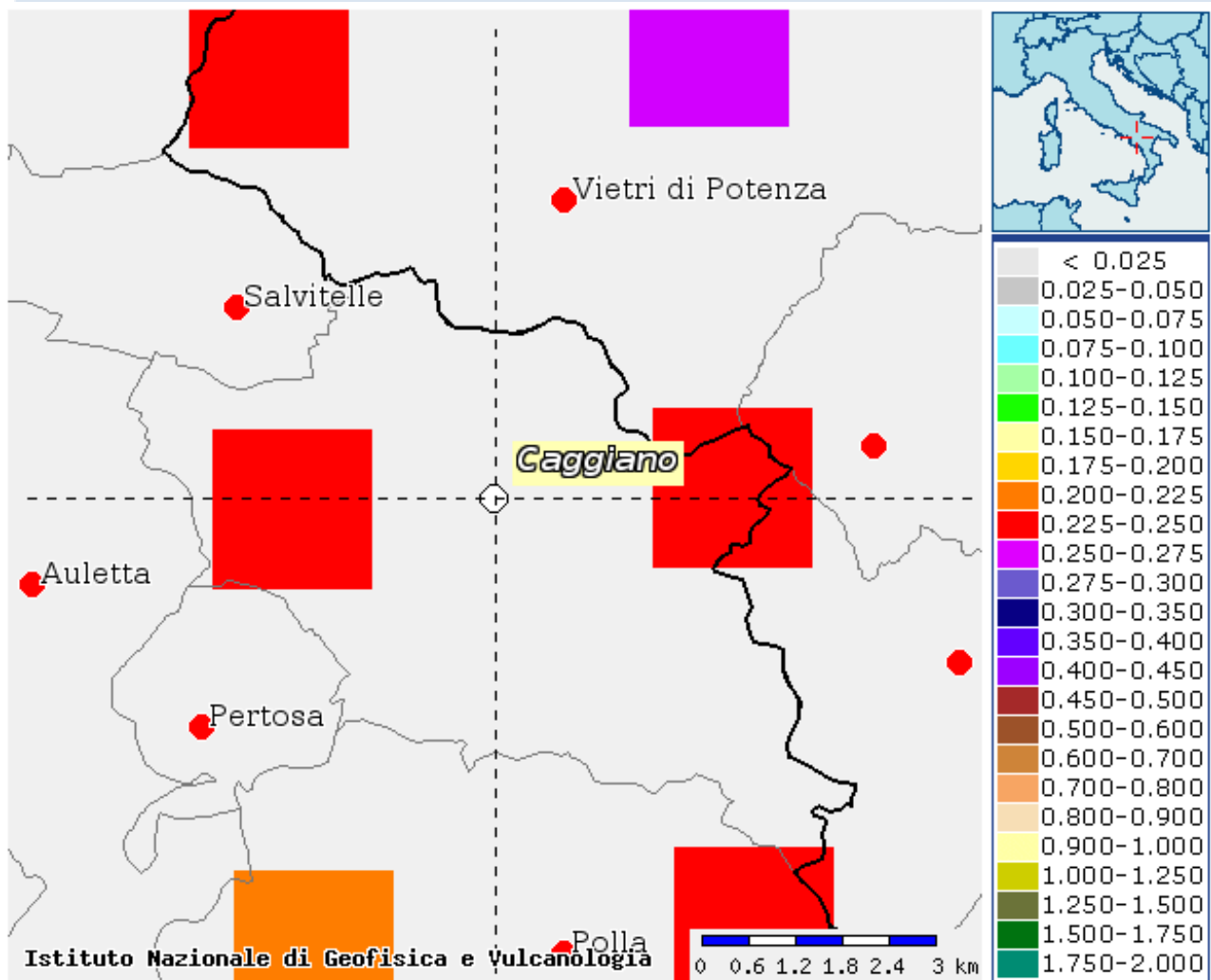


Fig. 11 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **B** (vedi par. 4), con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a (Tab. 10):

Prospezione sismica	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)
MASW n.5	[522]

Tab. 10 – Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW n.5 effettuata.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T2** (**h/H=1**) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.109]	[0.325]	[0.366]	[0.998]

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Di seguito si riportano i valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW n.5 (Tab. 12).

Sismostrato	Profondità (m)	V_s (m/s)
S1	0.0 – 11.1	464
S2	11.1 – 15.2	513
S3	15.2 – 20.3	547
S4	20.3 – 34.7	595

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.5.

7.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE

Per determinare la fattibilità dell'opera da realizzare vengono analizzati i seguenti aspetti:

STABILITA' D'INSIEME

Per caratterizzare la stabilità dell'area in esame, sono stati considerati i seguenti parametri, inoltre l'esame è stato esteso ad una vasta area circostante:

- pendenza dei versanti;
- giacitura delle formazioni stratificate;
- fratturazione delle masse rocciose;
- spessore delle eventuali coperture incoerenti;
- presenza di acqua.

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da pendenze medio-basse, litologie ben addensate (roccia litoide), è stata classificata come stabile infatti si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità nelle aree di sedime dell'opera da realizzare.

FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

La liquefazione dei terreni è il comportamento dei suoli sabbiosi che, a causa di un aumento della pressione interstiziale, passano improvvisamente da uno stato solido ad uno fluido, o con la consistenza di un liquido pesante.

Nei casi in oggetto le litologie di fondazione (calcare e dolomia litoidi) sono assolutamente stabili e non possono dar luogo a eventi di liquefazione in quanto sono compatti, e, non è presente alcuna falda idrica superficiale, quindi non si può presentare la condizione di saturazione. In definitiva, si afferma che non sussistono le condizioni predisponenti alla liquefazione dei terreni di fondazione.

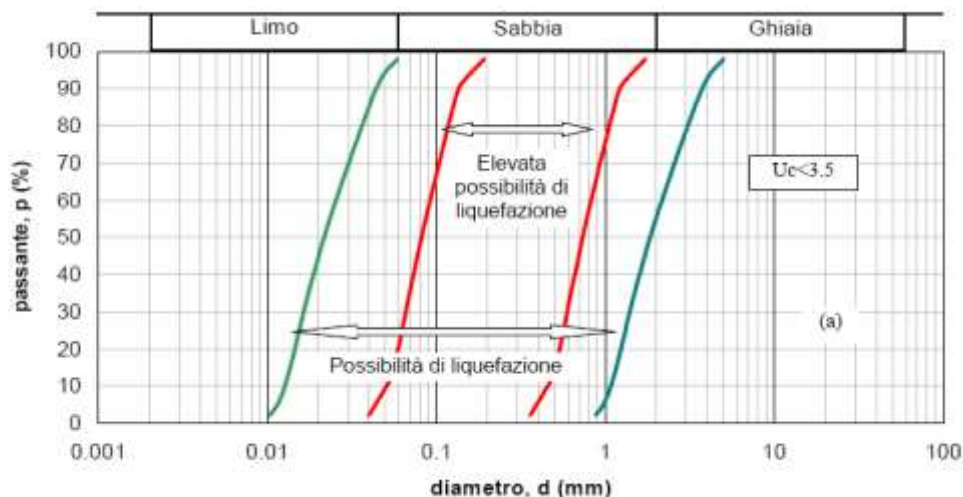
Si specifica inoltre che il fenomeno della liquefazione può manifestarsi nei terreni omogenei, prevalentemente sabbiosi e saturi e solo in determinati casi, di seguito elencati.

La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.1g;
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - frazione di fine FC , superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la pressione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.
5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.



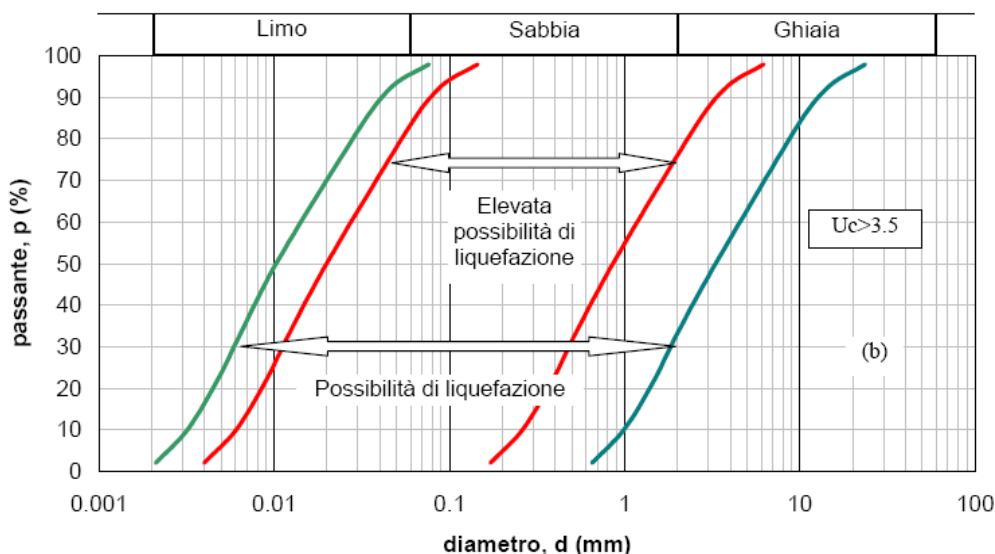


Figura 1 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire le categorie di suolo del sito, che risulta posto nella **categoria B**, con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a:

<i>Prospezione sismica</i>	<i>$V_{S\ 0-30}$ (m/s)</i>
<i>MASW n.5</i>	<i>[522]</i>

Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW n.5 effettuata.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T2** (**h/H=1**) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.108]	[0.325]	[0.366]	[0.998]

Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

ADDENSAMENTO

Il terreno in oggetto, dalle indagini geognostiche effettuate, **risulta essere molto addensato.**

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva sulla fattibilità dell'intervento in progetto, in quanto i terreni sono addensati, non ci sono le condizioni predisponenti ad eventuali fenomeni di liquefazione e di instabilità dei versanti (area stabile).**

In conclusione, le caratteristiche geologiche dell'area in esame sono tecnicamente compatibili con la realizzazione delle opere in progetto.

7.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, ne conviene che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per giungere a dimostrare la compatibilità delle opere da progetto è necessario effettuare alcune considerazioni inerenti sia all'assetto territoriale, sia alla tipologia degli interventi e modalità esecutive previste.

E' da segnalare che i manufatti da realizzare si inseriscono in un contesto morfologico caratterizzato da **medie pendenze** e non necessita di interventi di sostanziale modificazione della geometria dell'area.

Dopo avere inquadrato i tratti caratteristici dell'intervento è utile confrontare l'opera di progetto con l'assetto idrogeologico e le condizioni di rischio del sito.

Per quanto attiene le aree di sedime in esame classificate dal Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), per quanto riguarda il rischio frana, in una zona classificata a "Pericolosità da frana P-utr.5" e a "Rischio da frana R-utr.5"e, per il rischio idrogeologico in una zona classificata a "Rischio idraulico Nullo" e a "Pericolosità idraulica Nulla", sono caratterizzate da condizioni idrogeologiche, litologiche e geotecniche confortanti in virtù della mancanza sia di materiali mobilizzabili sia di condizioni morfologiche predisponenti al dissesto.

Inoltre:

- Dalla ***sovrapposizione del LAYOUT del Progetto (previsione urbanistica degli interventi a farsi) con Carta Geomorfologica tutte le opere di progetto sono ubicate su una superficie stabile.***
- I lavori previsti non apporteranno sostanziali variazioni dell'attuale conformazione orografica dell'area, né tanto meno creeranno neosuperfici esposte ad elevata pendenza, potenziali sedi d'innesto di movimenti franosi, e quindi determinare un aumento della



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

pericolosità da frana;

- La loro tipologia non apporta variazioni tali da indurre fenomeni di denudazioni e modifiche nella circolazione naturale e nel regime delle acque superficiali e sotterranee;
- La regimentazione delle acque superficiali verrà attuata mediante un corretto sistema di smaltimento;
- Non apporteranno un aumento del livello di rischio e/o del grado di esposizione al rischio esistente;
- La struttura in progetto si integrerà perfettamente nel contesto paesaggistico-ambientale.

In definitiva, in ottemperanza alle N.T.A. del Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), nel caso specifico all'Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III, Art.37 Capo IV Titolo IV, si afferma che:

- Il presente studio di Compatibilità geologico è supportato da dati oggettivi derivanti da indagini geognostiche e geofisiche eseguite nel sito d'interesse;
- Tali indagini, consistenti in **n°1 prova sismica superficiale MASW**, hanno definito in maniera approfondita la geometria superficiale e sotterranea dal punto di vista geofisico, litotecnico e geomeccanico;
- La realizzazione delle opere in progetto verrà effettuata adottando tutte le misure tecnico-costruttive per la mitigazione della vulnerabilità e la riduzione delle condizioni di rischio;
- Verrà adottato un corretto sistema di deflusso delle acque superficiali e sotterranee.

Dal presente studio, quindi, risulta che **non verranno create nuove condizioni di rischio e pericolosità** (rischio sostenibile).

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva di compatibilità tra la previsione urbanistica degli interventi a farsi e la caratterizzazione geomorfologia del territorio interessato.**

8 Area TORRE N°6

La **Torre Eolica n°6** sarà collocata nel Comune di Caggiano (SA) in località Tempa del Vento come da immagine successiva.



Ortofoto con ubicazione Torre Eolica n°6 (WTG 6)

8.1 MODELLO GEOLOGICO

8.1.1 Stratigrafia locale

Da un accurato rilevamento di campagna, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse (*cfr **Tav. T073 CARTA GEOLOGICA***).

Gli affioramenti significativi e principali sono riconducibili essenzialmente ad un solo litotipo:

- Calcari e calcari dolomitici (Trias-Superiore).

Per quanto riguarda l'area di sedime della Torre 6, attraverso l'esecuzione di **n°1 prove sismiche superficiali MASW** (atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa **D.M. 17/01/2018**) e con l'ausilio dei dati tratti dalle Carte Geolitologiche esistenti, successivamente verificati dal rilevamento geologico, si è potuto constatare che il substrato è costituito da "terreni" di origine marina, così composti:

- dal piano campagna a 0,5/0,7 m terreno vegetale limo-sabbioso con clasti litici, colore marrone e dall'odore terroso, sciolto;
- da 0,5/0,7 m a circa 11,2 m dal p.c. calcari e calcari dolomitici, stratificati e molto fratturati;
- da 11,2 m ad oltre 40 m dal p.c. substrato roccioso formato da calcari e calcari dolomitici, stratificato e fratturato;

L'assetto stratigrafico rinvenuto nell'area d'intervento è compatibile con quanto noto dalla bibliografia riguardante le zone limitrofe, in cui risulta che, nella sequenza geolitologica in esame, non si rinvencono generalmente strati molli.

8.1.2 Geomorfologia locale

Lo studio geomorfologico è stato condotto in un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse, al fine di acquisire sia un quadro generale di assetto geomorfologico e morfoevolutivo, nel quale collocare le specifiche caratteristiche dell'area, sia e soprattutto di riconoscere la presenza di eventuali elementi morfologici connessi con fenomeni d'instabilità reale o potenziale in corrispondenza dell'opera in progetto.

L'area di ubicazione della Torre 6 è collocata in prossimità della cresta di un rilievo montuoso in corrispondenza della linea di spartiacque, sita a quota compresa fra 1163 m e 1166 m s.l.m., rappresentante una superficie a debole pendenza modellata nel corso dei millenni dalle acque di ruscellamento superficiale e bordata ad Ovest da scarpate a forte pendenza **[cfr Tav. T075 CARTA GEOMORFOLOGICA]**.

Di seguito vengono riportate delle immagini rappresentative delle aree oggetto d'intervento.



Per caratterizzare la stabilità sono stati considerati i seguenti parametri dedotti dal rilevamento di campagna e dai dati ottenuti dalle indagini geologico-tecniche:

- pendenza dei versanti,

-
- giacitura delle formazioni stratificate,
 - spessore delle eventuali coperture incoerenti,
 - presenza di acqua,

dai quali si evince che la ristretta area di ubicazione della Torre Eolica presenta pendenze basse, giacitura delle litologie litoidi con immersione a sud a bassa pendenza, ben cementate e fratturate, spessore massimo della copertura incoerente compresa fra 0,5/0,7 m e assenza di falde idriche, pertanto si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità.

Da quanto in precedenza descritto l'area di ubicazione della Torre 6 è da considerare **stabile sotto il profilo geomorfologico.**

8.1.3 Idrogeologia

I terreni affioranti nell'area di studio, dal punto di vista idrogeologico, sono riferibili ad un unico complesso:

Complesso calcareo-dolomitico: rappresentato dai terreni del substrato interessati da un reticolo di fessure che, associate alle discontinuità stratigrafiche, conferiscono una porosità secondaria. La permeabilità per fessurazione è variabile da media a scarsa, in relazione al grado di fratturazione. Quindi, l'infiltrazione delle acque meteoriche avviene attraverso le fessure e l'assetto stratigrafico-strutturale di questo complesso ne condiziona la direzione di deflusso delle falde così formatesi.

Dal rilevamento geologico realizzato, si è potuto evincere che le litologie presenti nell'area di sedime del fabbricato non presentano falde idriche superficiali.

8.1.4 Analisi Vincoli PSAI

L'area studio, ricadente nel territorio di competenza **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016). Nello specifico tutte le opere da realizzare insistono in una zona classificata come:

21. Pericolosità da Frana: P-utr1 e P-utr5;

22. Rischio da Frana: R-utr1 e R-utr5;

23. Pericolosità da alluvione: NULLA;

24. Rischio idraulico: NULLO.

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, indicano che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per i motivi fin qui considerati e dal **Testo Unico coordinato delle NTA dello PSAI (adottato ad agosto 2016)** in base agli:

- Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III;
- Art.36 e 37 Capo IV Titolo IV;

si esprime valutazione positiva sulla compatibilità dell'intervento in progetto con l'assetto idrogeologico dell'area.

8.2 MODELLO GEOTECNICO

8.2.1 Programma di indagini geognostiche realizzate

Per la caratterizzazione geotecnica del sito oggetto d'intervento, sono state considerati dati bibliografici e realizzate le seguenti indagini geognostiche (*cfr. Tav. T071 CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI e Tav. T072 Relazione sulle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI*):

- la realizzazione di n°1 prova sismica MASW (mw6) (*atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018*).

Si specifica che per la fase del progetto esecutivo saranno realizzate delle ulteriori indagini geologiche in sito, quali:

- N°1 Sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 33m dal p.c. corredato dal prelievo di Campioni Indisturbati;
- analisi di laboratorio sui Campioni Indisturbati.

8.2.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse

Considerando i dati bibliografici inerenti alle litologie presenti nell'area d'intervento sono stati ricavati i parametri geotecnici (cautelativi) rappresentativi delle reali condizioni del territorio in esame, così riassumibili:

PARAMETRI GEOTECNICI	LITOLOGIE
	Calcere e dolomie (bad-rock)
Peso unità di volume nat. (t/m^3) - γ_n	2,3-2,7
Coesione (kg/cm^2) - c'	1-1,2
Angolo d'attrito interno - ϕ	35-45°
Modulo Edometrico (kg/cm^2) - E_d	330-390
Coeff. di Poisson - ν	0,35-0,45
Modulo di Winkler (kg/cm^3) - K_w	10-15
Resistenza alla compressione (MPa) - $R(P.L.T.)$	>50

8.3 MODELLO SISMICO

8.3.1 Modellazione Sismica

Per la modellazione sismica dell'Area Torre Eolica 6 è stata realizzata **n°1 prove sismica MASW (mw.6)**, al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).



8.3.2 Risposta sismica locale

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 5; Fig. 7).

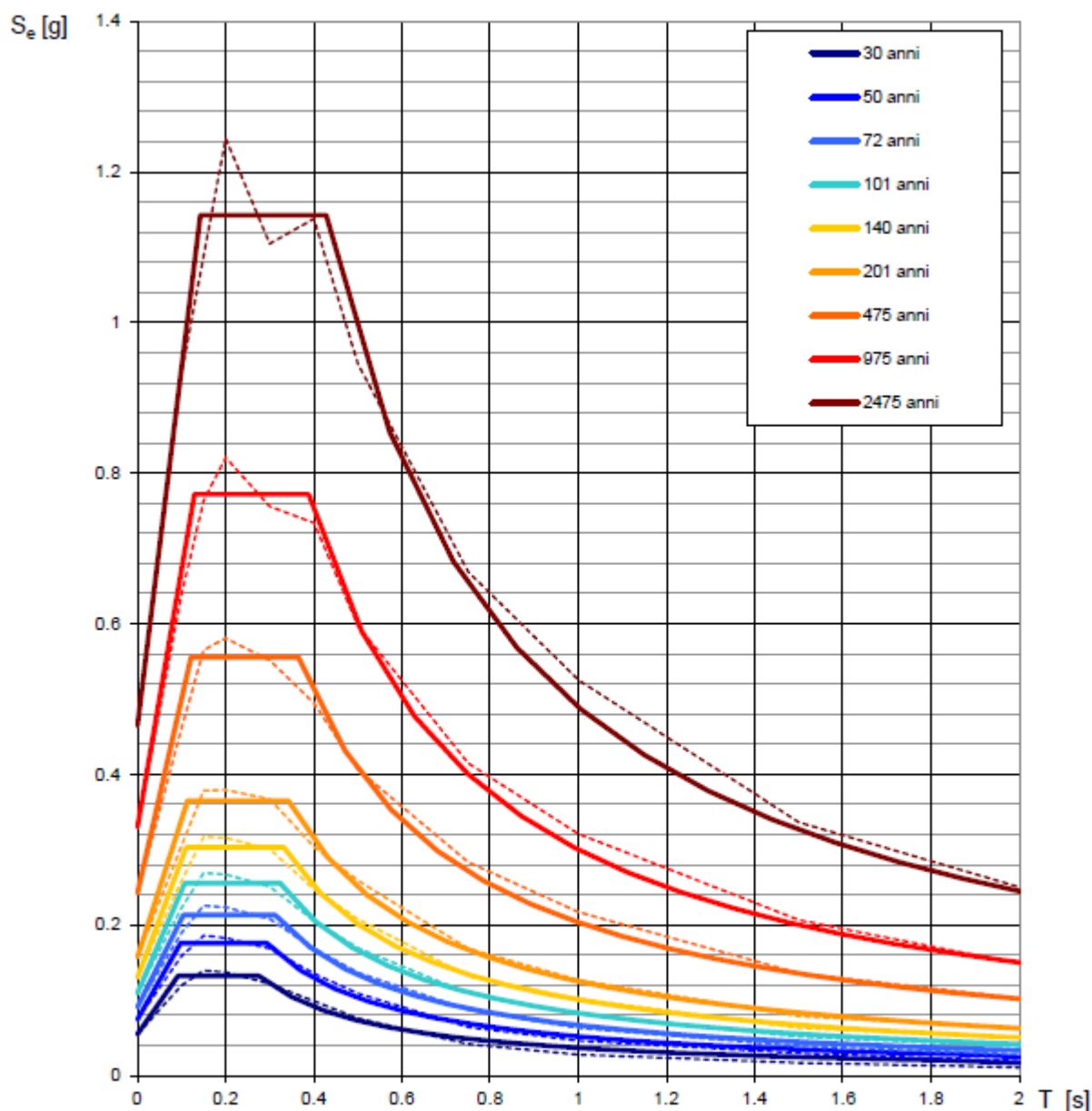
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 6 – 9; Figg. 8 – 9).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito [categoria di sottosuolo **B** – categoria topografica **T2 ($h/H=1$)**] individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.535380 – LAT. 40.537923 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.055	2.406	0.276
50	0.074	2.359	0.293
72	0.091	2.344	0.313
101	0.109	2.333	0.324
140	0.130	2.332	0.332
201	0.157	2.324	0.342
475	0.242	2.292	0.366
975	0.330	2.340	0.389
2475	0.465	2.459	0.428

Tab. 5 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:

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

Fig. 7 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di sottosuolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T2 (h/H=1)
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.535380 – LAT. 40.537923 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.109 g
F_0	2.333
T_C	0.324 s
S_S	1.200
C_C	1.378
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.440
η	1.000
T_B	0.149 s
T_C	0.446 s
T_D	2.037 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(S+5)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.157
$T_B \leftarrow$	0.149	0.367
$T_C \leftarrow$	0.446	0.367
	0.522	0.314
	0.598	0.274
	0.673	0.243
	0.749	0.219
	0.825	0.198
	0.901	0.182
	0.976	0.168
	1.052	0.156
	1.128	0.145
	1.204	0.136
	1.279	0.128
	1.355	0.121
	1.431	0.114
	1.507	0.109
	1.582	0.103
	1.658	0.099
	1.734	0.094
	1.810	0.090
	1.885	0.087
	1.961	0.083
$T_D \leftarrow$	2.037	0.080
	2.130	0.073
	2.224	0.067
	2.317	0.062
	2.411	0.057
	2.504	0.053
	2.598	0.049
	2.691	0.046
	2.785	0.043
	2.878	0.040
	2.972	0.038
	3.065	0.035
	3.159	0.033
	3.252	0.032
	3.346	0.030
	3.439	0.028
	3.533	0.027
	3.626	0.025
	3.720	0.024
	3.813	0.023
	3.907	0.022
	4.000	0.021

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.049 g
S_S	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.041
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.058
$T_B \leftarrow$	0.050	0.091
$T_C \leftarrow$	0.150	0.091
	0.235	0.058
	0.320	0.043
	0.405	0.034
	0.490	0.028
	0.575	0.024
	0.660	0.021
	0.745	0.018
	0.830	0.016
	0.915	0.015
$T_D \leftarrow$	1.000	0.014
	1.094	0.011
	1.188	0.010
	1.281	0.008
	1.375	0.007
	1.469	0.006
	1.563	0.006
	1.656	0.005
	1.750	0.004
	1.844	0.004
	1.938	0.004
	2.031	0.003
	2.125	0.003
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.002
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

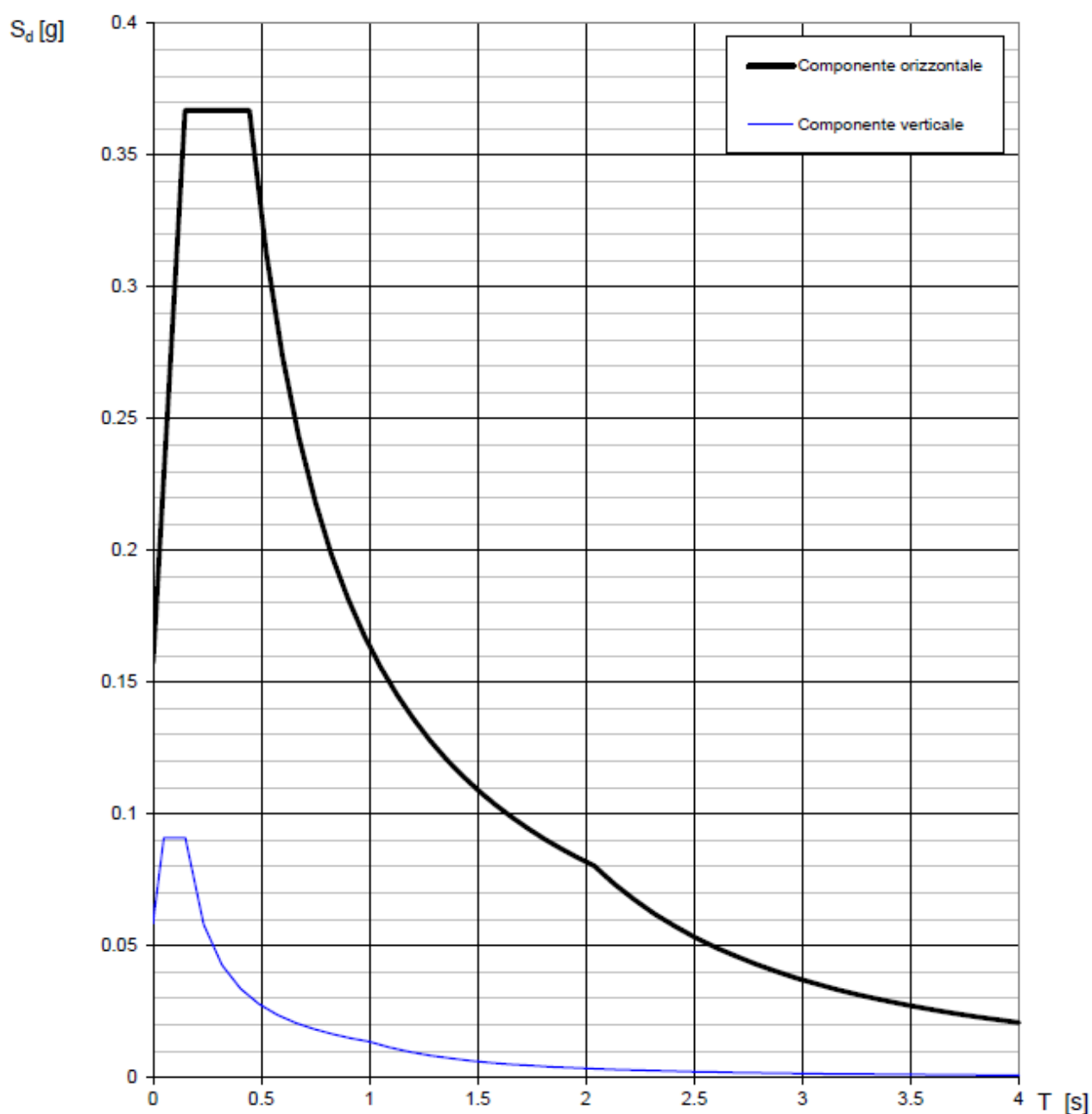


Fig. 8 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 ($h/H=1$). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.326 g
F_0	2.338
T_C	0.388 s
S_S	1.095
C_C	1.329
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.314
η	1.000
T_B	0.172 s
T_C	0.515 s
T_D	2.904 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.428
$T_B \leftarrow$	0.172	1.002
$T_C \leftarrow$	0.515	1.002
	0.629	0.821
	0.743	0.695
	0.857	0.603
	0.970	0.532
	1.084	0.476
	1.198	0.431
	1.312	0.394
	1.426	0.362
	1.539	0.335
	1.653	0.312
	1.767	0.292
	1.881	0.275
	1.994	0.259
	2.108	0.245
	2.222	0.232
	2.336	0.221
	2.449	0.211
	2.563	0.201
	2.677	0.193
	2.791	0.185
$T_D \leftarrow$	2.904	0.178
	2.956	0.172
	3.009	0.166
	3.061	0.160
	3.113	0.155
	3.165	0.150
	3.217	0.145
	3.270	0.140
	3.322	0.136
	3.374	0.132
	3.426	0.128
	3.478	0.124
	3.530	0.120
	3.583	0.117
	3.635	0.114
	3.687	0.110
	3.739	0.107
	3.791	0.104
	3.843	0.102
	3.896	0.099
	3.948	0.096
	4.000	0.094

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0.251 g
S_S	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.802
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.302
$T_B \leftarrow$	0.050	0.470
$T_C \leftarrow$	0.150	0.470
	0.235	0.300
	0.320	0.220
	0.405	0.174
	0.490	0.144
	0.575	0.123
	0.660	0.107
	0.745	0.095
	0.830	0.085
	0.915	0.077
$T_D \leftarrow$	1.000	0.071
	1.094	0.059
	1.188	0.050
	1.281	0.043
	1.375	0.037
	1.469	0.033
	1.563	0.029
	1.656	0.026
	1.750	0.023
	1.844	0.021
	1.938	0.019
	2.031	0.017
	2.125	0.016
	2.219	0.014
	2.313	0.013
	2.406	0.012
	2.500	0.011
	2.594	0.010
	2.688	0.010
	2.781	0.009
	2.875	0.009
	2.969	0.008
	3.063	0.008
	3.156	0.007
	3.250	0.007
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.006
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.005
	3.906	0.005
	4.000	0.004

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

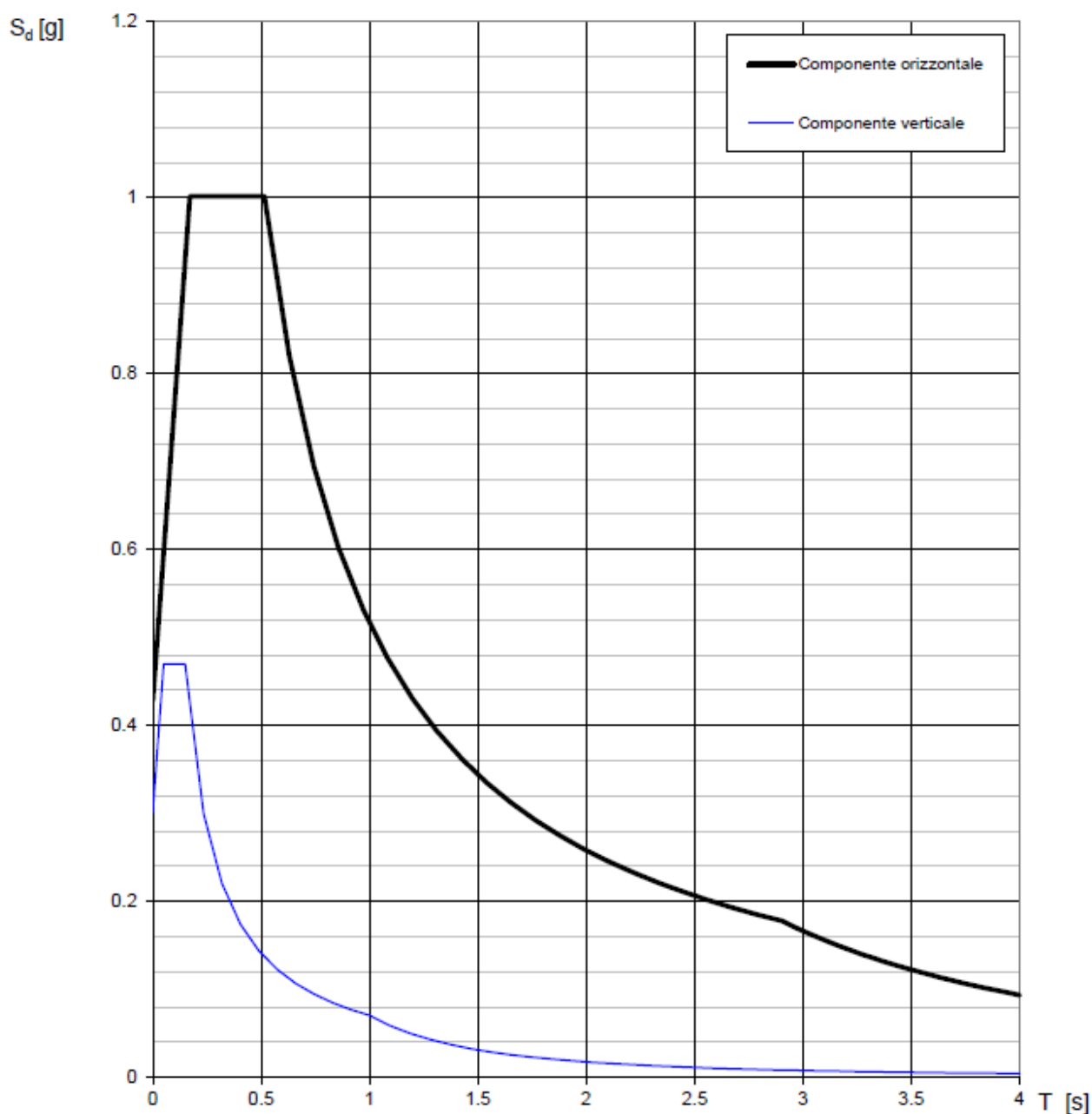


Fig. 9 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

8.3.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici

Il territorio comunale di Caggiano (SA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in I categoria - $S=12$ - $a_g=0.35g$ (Fig. 10).

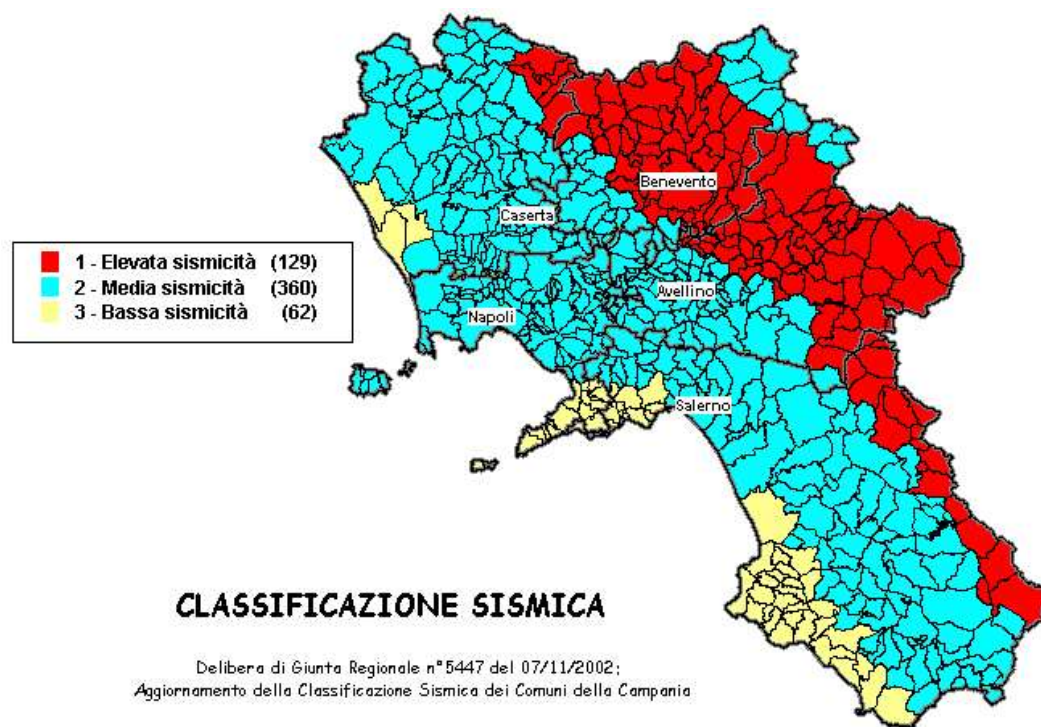


Fig. 10 – Classificazione sismica del 2002 dei comuni della regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 11), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Caggiano (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.225 e 0.250 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

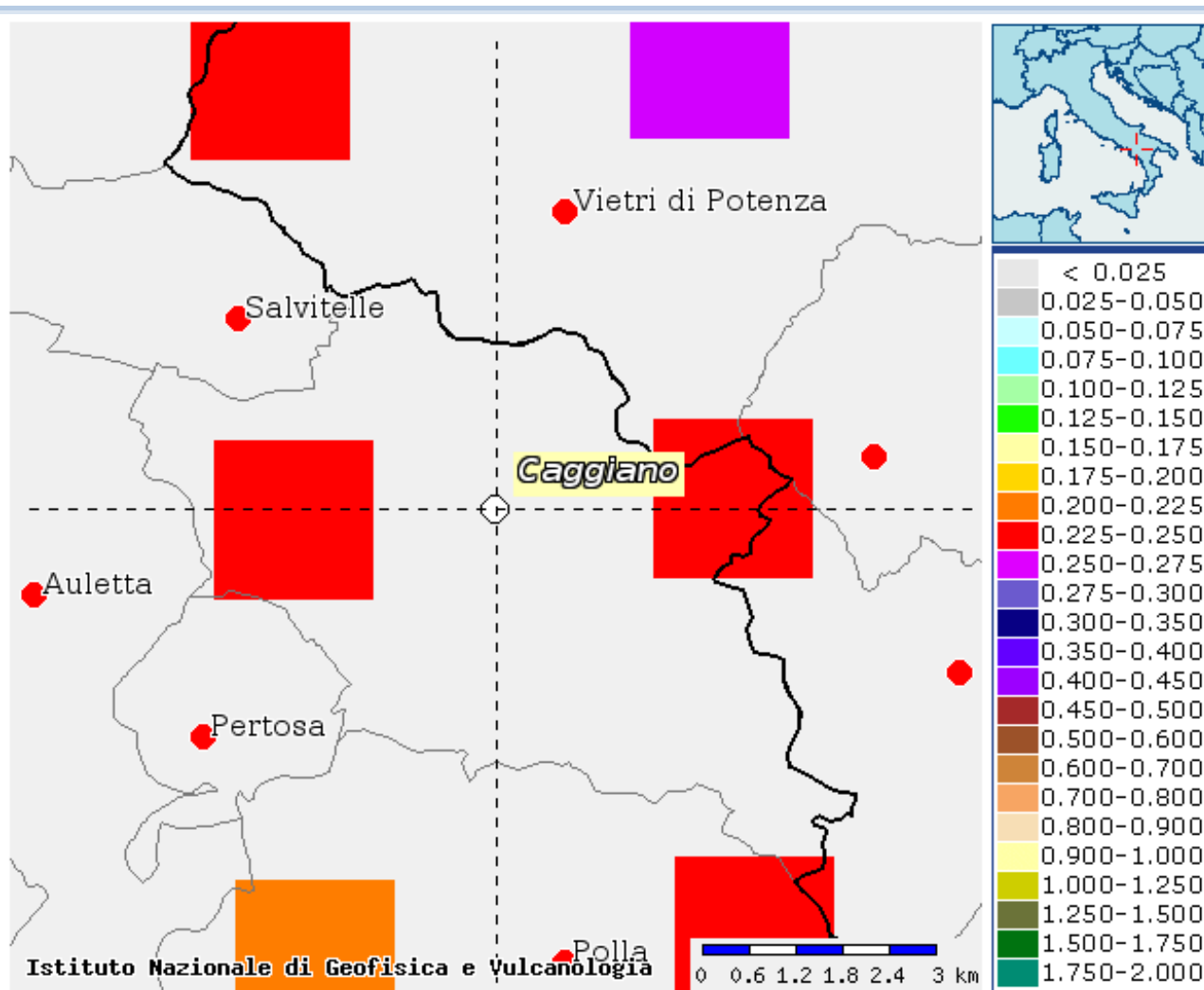


Fig. 11 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **B** (vedi par. 4), con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a (Tab. 10):

Prospezione sismica	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)
MASW n.6	[363]

Tab. 10 – Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW n.6 effettuata.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T2** (**h/H=1**) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.109]	[0.326]	[0.367]	[1.002]

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Di seguito si riportano i valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW n.6 (Tab. 12).

Sismostrato	Profondità (m)	V_s (m/s)
S1	0.0 – 3.1	204
S2	3.1 – 11.2	292
S3	11.2 – 20.5	424
S4	20.5 – 34.9	528

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.6.

8.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE

Per determinare la fattibilità dell'opera da realizzare vengono analizzati i seguenti aspetti:

STABILITA' D'INSIEME

Per caratterizzare la stabilità dell'area in esame, sono stati considerati i seguenti parametri, inoltre l'esame è stato esteso ad una vasta area circostante:

- pendenza dei versanti;
- giacitura delle formazioni stratificate;
- fratturazione delle masse rocciose;
- spessore delle eventuali coperture incoerenti;
- presenza di acqua.

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da pendenze medio-basse, litologie ben addensate (roccia litoide), **è stata classificata come stabile** infatti si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità nelle aree di sedime dell'opera da realizzare.

FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

La liquefazione dei terreni è il comportamento dei suoli sabbiosi che, a causa di un aumento della pressione interstiziale, passano improvvisamente da uno stato solido ad uno fluido, o con la consistenza di un liquido pesante.

Nei casi in oggetto le litologie di fondazione (calcare e dolomia litoidi) sono assolutamente stabili e non possono dar luogo a eventi di liquefazione in quanto sono compatti, e, non è presente alcuna falda idrica superficiale, quindi non si può presentare la condizione di saturazione. In definitiva, si afferma che non sussistono le condizioni predisponenti alla liquefazione dei terreni di fondazione.

Si specifica inoltre che il fenomeno della liquefazione può manifestarsi nei terreni omogenei, prevalentemente sabbiosi e saturi e solo in determinati casi, di seguito elencati.



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

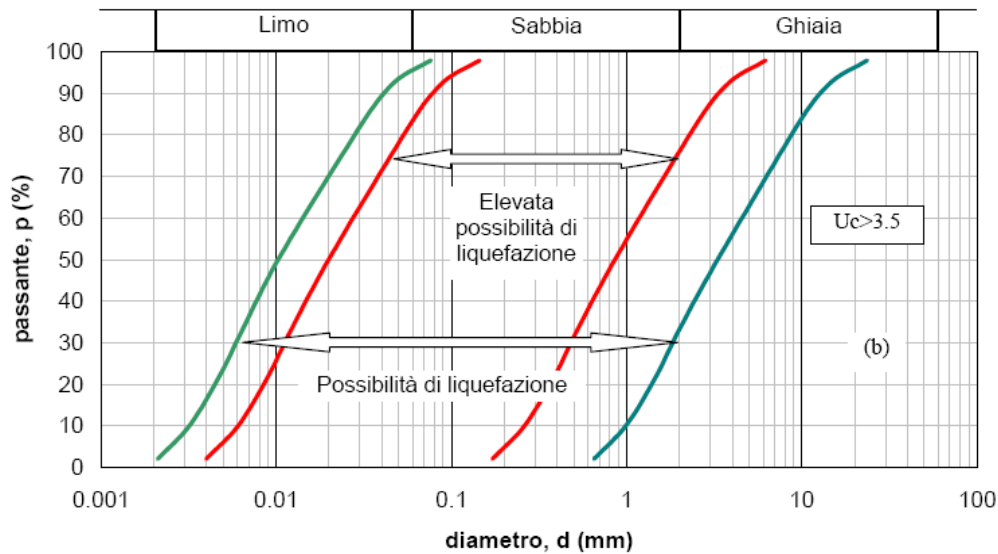


Figura 1 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire le categorie di suolo del sito, che risulta posto nella **categoria B**, con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a:

<i>Prospezione sismica</i>	<i>$V_{S\ 0-30}$ (m/s)</i>
MASW n.6	[363]

Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW n.6 effettuata.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T2 (h/H=1)** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.109]	[0.326]	[0.367]	[1.002]

Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

ADDENSAMENTO

Il terreno in oggetto, dalle indagini geognostiche effettuate, **risulta essere molto addensato.**

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva sulla fattibilità dell'intervento in progetto, in quanto i terreni sono addensati, non ci sono le condizioni predisponenti ad eventuali fenomeni di liquefazione e di instabilità dei versanti (area stabile).**

In conclusione, le caratteristiche geologiche dell'area in esame sono tecnicamente compatibili con la realizzazione delle opere in progetto.

8.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, ne conviene che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per giungere a dimostrare la compatibilità delle opere da progetto è necessario effettuare alcune considerazioni inerenti sia all'assetto territoriale, sia alla tipologia degli interventi e modalità esecutive previste.

E' da segnalare che i manufatti da realizzare si inseriscono in un contesto morfologico caratterizzato da **medio-basse pendenze** e non necessita di interventi di sostanziale modificazione della geometria dell'area.

Dopo avere inquadrato i tratti caratteristici dell'intervento è utile confrontare l'opera di progetto con l'assetto idrogeologico e le condizioni di rischio del sito.

Per quanto attiene le aree di sedime in esame classificate dal Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), per quanto riguarda il rischio frana, in una zona classificata a "Pericolosità da frana P-utr1 e P-utr5" e a "Rischio da frana R-utr1 e R-utr5"e, per il rischio idrogeologico in una zona classificata a "Rischio idraulico Nullo" e a "Pericolosità idraulica Nulla", sono caratterizzate da condizioni idrogeologiche, litologiche e geotecniche confortanti in virtù della mancanza sia di materiali mobilizzabili sia di condizioni morfologiche predisponenti al dissesto.

Inoltre:

- Dalla ***sovrapposizione del LAYOUT del Progetto (previsione urbanistica degli interventi a farsi) con Carta Geomorfologica tutte le opere di progetto sono ubicate su una superficie stabile.***
- I lavori previsti non apporteranno sostanziali variazioni dell'attuale conformazione orografica dell'area, né tanto meno creeranno neosuperfici esposte ad elevata pendenza, potenziali sedi d'innesto di movimenti franosi, e quindi determinare un aumento della



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

pericolosità da frana;

- La loro tipologia non apporta variazioni tali da indurre fenomeni di denudazioni e modifiche nella circolazione naturale e nel regime delle acque superficiali e sotterranee;
- La regimentazione delle acque superficiali verrà attuata mediante un corretto sistema di smaltimento;
- Non apporteranno un aumento del livello di rischio e/o del grado di esposizione al rischio esistente;
- La struttura in progetto si integrerà perfettamente nel contesto paesaggistico-ambientale.

In definitiva, in ottemperanza alle N.T.A. del Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), nel caso specifico all'Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III, Art.36 e 37 Capo IV Titolo IV, si afferma che:

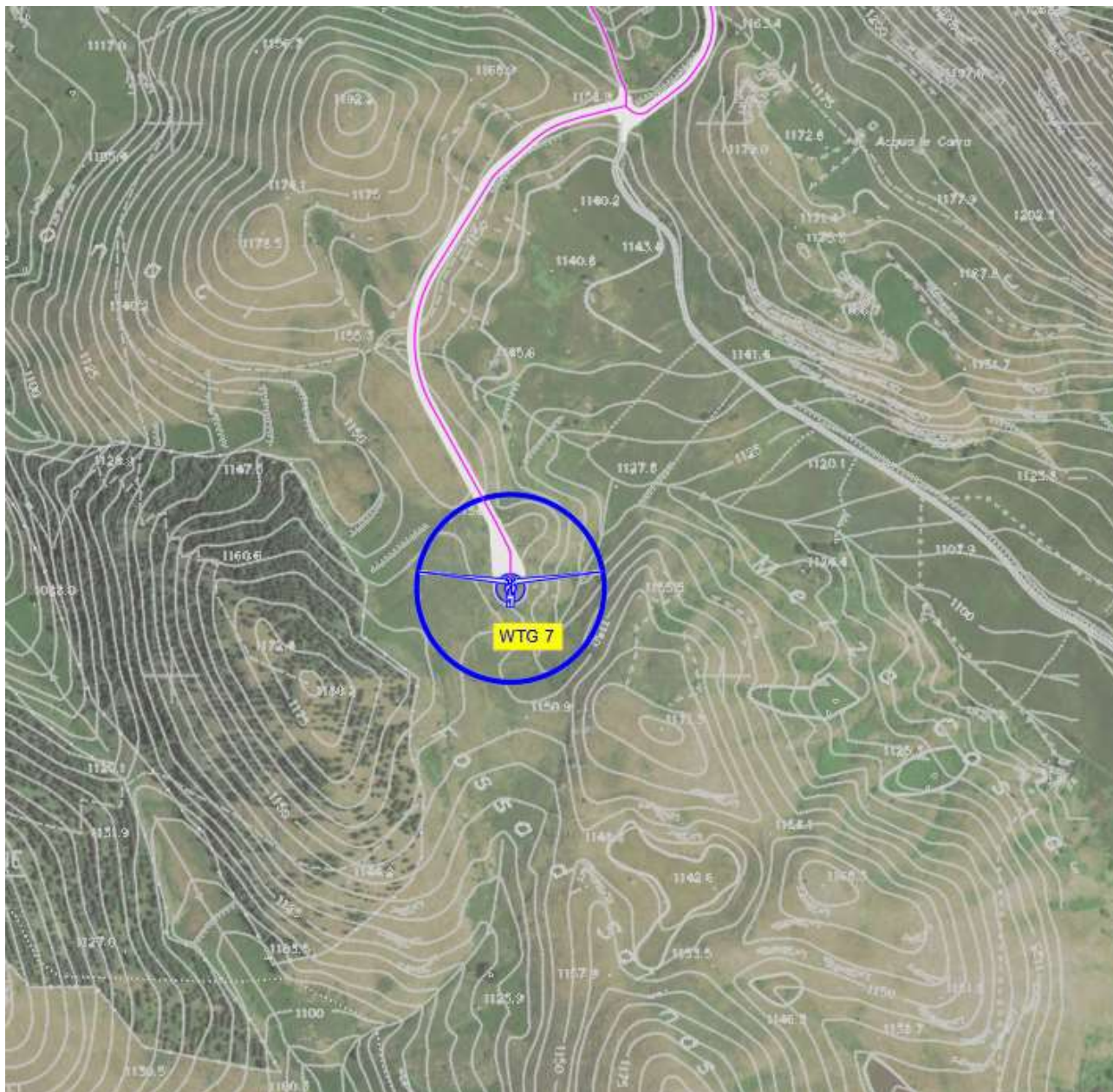
- Il presente studio di Compatibilità geologico è supportato da dati oggettivi derivanti da indagini geognostiche e geofisiche eseguite nel sito d'interesse;
- Tali indagini, consistenti in **n°1 prova sismica superficiale MASW**, hanno definito in maniera approfondita la geometria superficiale e sotterranea dal punto di vista geofisico, litotecnico e geomeccanico;
- La realizzazione delle opere in progetto verrà effettuata adottando tutte le misure tecnico-costruttive per la mitigazione della vulnerabilità e la riduzione delle condizioni di rischio;
- Verrà adottato un corretto sistema di deflusso delle acque superficiali e sotterranee.

Dal presente studio, quindi, risulta che **non verranno create nuove condizioni di rischio e pericolosità** (rischio sostenibile).

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva di compatibilità tra la previsione urbanistica degli interventi a farsi e la caratterizzazione geomorfologia del territorio interessato.**

9 Area TORRE N°7

La **Torre Eolica n°7** sarà collocata nel Comune di Caggiano (SA) in località Fossa di Salinas come da immagine successiva.



Ortofoto con ubicazione Torre Eolica n°7 (WTG 7)

9.1 MODELLO GEOLOGICO

9.1.1 Stratigrafia locale

Da un accurato rilevamento di campagna, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse (*cf* **Tav. T073 CARTA GEOLOGICA**).

Gli affioramenti significativi e principali sono riconducibili essenzialmente a due litotipi:

- Calcari e calcari dolomitici (Trias-Superiore);
- Depositi intramontani costituiti da limo e sabbie con clasti litici (Pleistocene Sup-Attuale).

Per quanto riguarda l'area di sedime della Torre 7, attraverso l'esecuzione di **n°1 prove sismiche superficiali MASW** (atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa **D.M. 17/01/2018**) e con l'ausilio dei dati tratti dalle Carte Geolitologiche esistenti, successivamente verificati dal rilevamento geologico, si è potuto constatare che il substrato è costituito da "terreni" così composti:

- dal piano campagna a 0,4/0,6 m terreno vegetale limo-sabbioso con clasti litici, colore marrone e dall'odore terroso, sciolto;
- da 0,4/0,6 m a circa 5,3 m dal p.c. depositi intramontani di copertura costituiti da limo e sabbie con clasti litici;
- da 5,3 m a circa 8,0 m dal p.c. calcari e calcari dolomitici, stratificati e molto fratturati;
- da 8,0 m ad oltre 40 m dal p.c. substrato roccioso formato da calcari e calcari dolomitici, stratificato e fratturato;

L'assetto stratigrafico rinvenuto nell'area d'intervento è compatibile con quanto noto dalla bibliografia riguardante le zone limitrofe, in cui risulta che, nella sequenza geolitologica in esame, non si rinvencono generalmente strati molli.

9.1.2 Geomorfologia locale

Lo studio geomorfologico è stato condotto in un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse, al fine di acquisire sia un quadro generale di assetto geomorfologico e morfoevolutivo, nel quale collocare le specifiche caratteristiche dell'area, sia e soprattutto di riconoscere la presenza di eventuali elementi morfologici connessi con fenomeni d'instabilità reale o potenziale in corrispondenza dell'opera in progetto.

L'area di ubicazione della Torre 7 è collocata in un'area intramontana caratterizzata da superfici depresse sub-pianeggianti e/o a debole pendenza, posizionata fra rilievi montani con acclività pronunciate. Tale superficie è posizionata in corrispondenza della linea di spartiacque, sita a quota compresa fra 1147 m e 1153 m s.l.m., modellata nel corso dei millenni dall'azione della tettonica e dalle acque di ruscellamento superficiale (cfr **Tav. T075 CARTA GEOMORFOLOGICA**).

Di seguito vengono riportate delle immagini rappresentative delle aree oggetto d'intervento.





Per caratterizzare la stabilità sono stati considerati i seguenti parametri dedotti dal rilevamento di campagna e dai dati ottenuti dalle indagini geologico-tecniche:

- pendenza dei versanti,
- giacitura delle formazioni stratificate,
- spessore delle eventuali coperture incoerenti,
- presenza di acqua,

dai quali si evince che la ristretta area di ubicazione della Torre Eolica presenta pendenze basse, giacitura delle litologie addensate e litoidi, ben cementate e fratturate, spessore massimo della copertura incoerente compresa 5,3 m e assenza di falde idriche, pertanto si esclude la presenza di processi morfologici in atto o potenziali legati alla gravità.

Da quanto in precedenza descritto l'area di ubicazione della Torre 7 è da considerare **stabile sotto il profilo geomorfologico.**

9.1.3 Idrogeologia

I terreni affioranti nell'area di studio, dal punto di vista idrogeologico, sono riferibili a due complessi, uno detritico alluvionale (superficiale) e uno di origine marina (roccia calcareo-dolomitica) così distinti:

depositi intramontani di copertura costituiti da depositi limo e sabbie con clasti litici

- Complesso detritico di copertura: costituito da depositi sciolti e addensati a granulometria variabile dal limo alle sabbie con clasti litici aventi in quest'area uno spessore pari a circa 5 metri. Questi materiali presentano permeabilità per porosità variabile da bassa (per i limi) a elevata (per le sabbie con clasti) in relazione alla loro granulometria e stato di addensamento (coefficiente di permeabilità "K" variabile da 10^{-2} a 10^{-3} cm/sec). Tali cambiamenti di permeabilità, sia verticali che orizzontali, conferiscono caratteri di disomogeneità e anisotropia al complesso idrogeologico, influenzando sulla circolazione idrica sotterranea, per la quale è certamente ipotizzabile un deflusso preferenziale nei terreni a più alto grado di permeabilità relativa.

Alla base dei depositi detritici si rinviene il:

- Complesso calcareo-dolomitico: rappresentato dai terreni del substrato interessati da un reticolo di fessure che, associate alle discontinuità stratigrafiche, conferiscono una porosità secondaria. La permeabilità per fessurazione è variabile da media a scarsa, in relazione al grado di fratturazione. Quindi, l'infiltrazione delle acque meteoriche avviene attraverso le fessure e l'assetto stratigrafico-strutturale di questo complesso ne condiziona la direzione di deflusso delle falde così formatesi.

Dal rilevamento geologico realizzato, si è potuto evincere che le litologie presenti nell'area di sedime del fabbricato non presentano falde idriche superficiali

9.1.4 Analisi Vincoli PSAI

L'area studio, ricadente nel territorio di competenza **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016). Nello specifico tutte le opere da realizzare insistono in una zona classificata come:

25. Pericolosità da Frana: P-utr1 e P-utr5;

26. Rischio da Frana: R-utr1 e R-utr5;

27. Pericolosità da alluvione: NULLA;

28. Rischio idraulico: NULLO.

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, indicano che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per i motivi fin qui considerati e dal **Testo Unico coordinato delle NTA dello PSAI (adottato ad agosto 2016)** in base agli:

- Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III;
- Art.36 e 37 Capo IV Titolo IV;

si esprime valutazione positiva sulla compatibilità dell'intervento in progetto con l'assetto idrogeologico dell'area.

9.2 MODELLO GEOTECNICO

9.2.1 Programma di indagini geognostiche realizzate

Per la caratterizzazione geotecnica del sito oggetto d'intervento, sono state considerati dati bibliografici e realizzate le seguenti indagini geognostiche (*cfr. Tav. T071 CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI e Tav. T072 Relazione sulle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI*):

- la realizzazione di n°1 prova sismica MASW (mw6) (*atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018*).

Si specifica che per la fase del progetto esecutivo saranno realizzate delle ulteriori indagini geologiche in sito, quali:

- N°1 Sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 33m dal p.c. corredato dal prelievo di Campioni Indisturbati;
- analisi di laboratorio sui Campioni Indisturbati.

9.2.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse

Considerando i dati bibliografici inerenti alle litologie presenti nell'area d'intervento sono stati ricavati i parametri geotecnici (*cautelativi*) rappresentativi delle reali condizioni del territorio in esame, così riassumibili:

LITOLOGIE PARAMETRI GEOTECNICI	depositi intramontani di copertura costituiti da limo e sabbie con clasti litici	Calcare e dolomie (bad-rock)
Peso unità di volume nat. (t/m^3) - γ_n	1,8-1,9	2,3-2,7
Coesione (kg/cm^2) - c'	0-0,2	1-1,2
Angolo d'attrito interno - ϕ	26-30°	35-45°
Modulo Edometrico (kg/cm^2) - E_d	90-120	330-390
Coeff. di Poisson - ν	0,30-0,33	0,35-0,45
Modulo di Winkler (kg/cm^3) - K_w	3,5-6	10-15
Resistenza alla compressione (MPa) - R(P.L.T.)	>25	>50

9.3 MODELLO SISMICO

9.3.1 Modellazione Sismica

Per la modellazione sismica dell'Area Torre Eolica 6 è stata realizzata **n°1 prove sismica MASW (mw.7)**, al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).



9.3.2 Risposta sismica locale

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 5; Fig. 7).

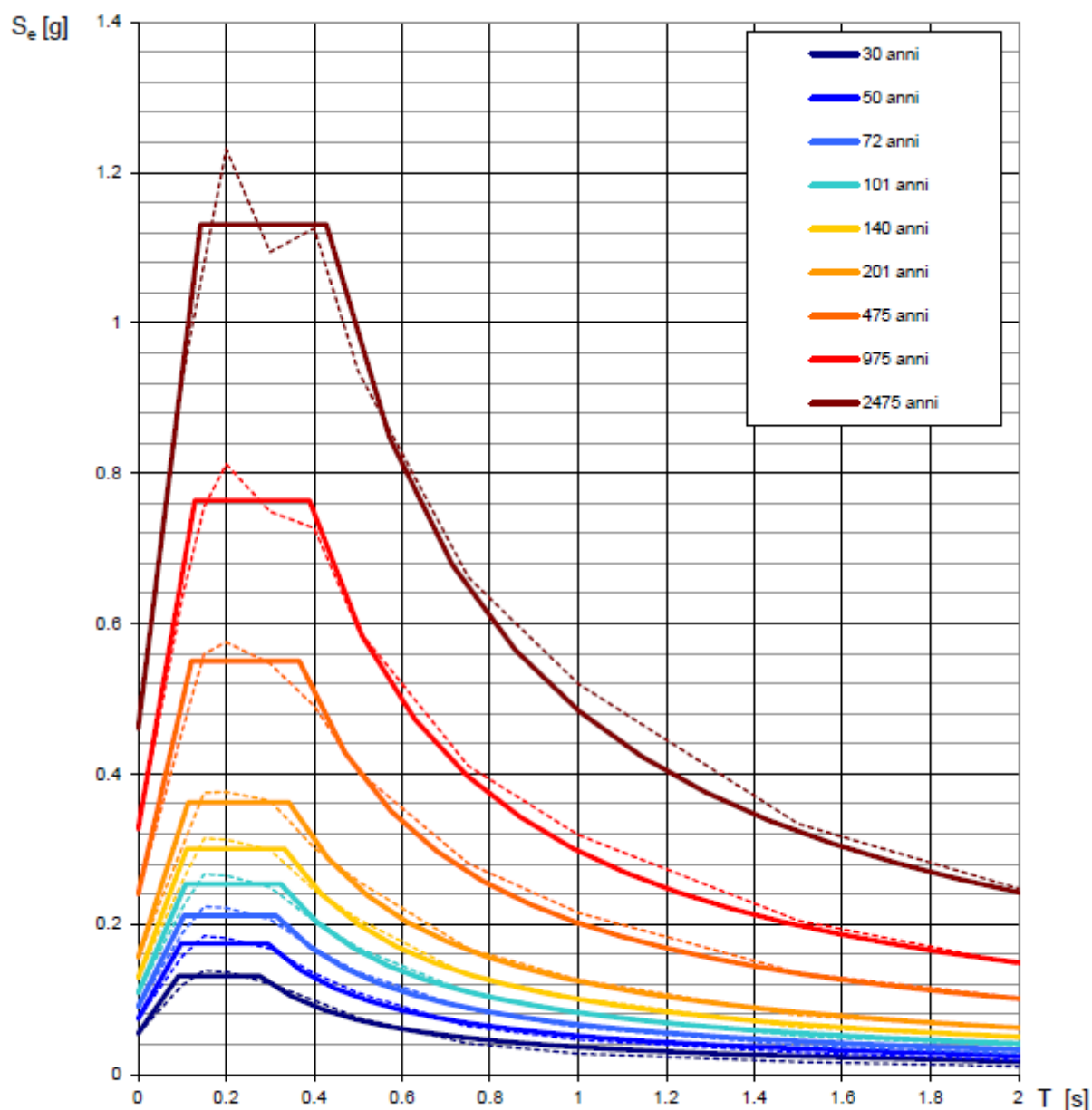
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 6 – 9; Figg. 8 – 9).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito [categoria di sottosuolo **B** – categoria topografica **T2 ($h/H=1$)**] individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.534395 – LAT. 40.528316 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.055	2.406	0.276
50	0.074	2.358	0.294
72	0.090	2.346	0.313
101	0.108	2.336	0.324
140	0.129	2.335	0.332
201	0.155	2.327	0.343
475	0.240	2.292	0.366
975	0.327	2.340	0.389
2475	0.460	2.457	0.428

Tab. 5 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:

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

Fig. 7 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di sottosuolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T2 (h/H=1)
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.534395 – LAT. 40.528316 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.108 g
F_o	2.336
T_c	0.324 s
S_g	1.200
C_c	1.378
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.440
η	1.000
T_B	0.149 s
T_C	0.447 s
T_D	2.033 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_g \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_c / 3$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.156
$T_B \leftarrow$	0.149	0.364
$T_C \leftarrow$	0.447	0.364
	0.522	0.311
	0.598	0.272
	0.673	0.241
	0.749	0.217
	0.824	0.197
	0.900	0.181
	0.975	0.167
	1.051	0.155
	1.127	0.144
	1.202	0.135
	1.278	0.127
	1.353	0.120
	1.429	0.114
	1.504	0.108
	1.580	0.103
	1.655	0.098
	1.731	0.094
	1.806	0.090
	1.882	0.086
	1.957	0.083
$T_D \leftarrow$	2.033	0.080
	2.127	0.073
	2.220	0.067
	2.314	0.062
	2.408	0.057
	2.501	0.053
	2.595	0.049
	2.689	0.046
	2.782	0.043
	2.876	0.040
	2.970	0.037
	3.063	0.035
	3.157	0.033
	3.251	0.031
	3.344	0.030
	3.438	0.028
	3.532	0.027
	3.625	0.025
	3.719	0.024
	3.813	0.023
	3.906	0.022
	4.000	0.021

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.048 g
S_S	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.037
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.058
$T_B \leftarrow$	0.050	0.090
$T_C \leftarrow$	0.150	0.090
	0.235	0.057
	0.320	0.042
	0.405	0.033
	0.490	0.027
	0.575	0.023
	0.660	0.020
	0.745	0.018
	0.830	0.016
	0.915	0.015
$T_D \leftarrow$	1.000	0.013
	1.094	0.011
	1.188	0.010
	1.281	0.008
	1.375	0.007
	1.469	0.006
	1.563	0.006
	1.658	0.005
	1.750	0.004
	1.844	0.004
	1.938	0.004
	2.031	0.003
	2.125	0.003
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.408	0.002
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.001
	3.158	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.908	0.001
	4.000	0.001

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

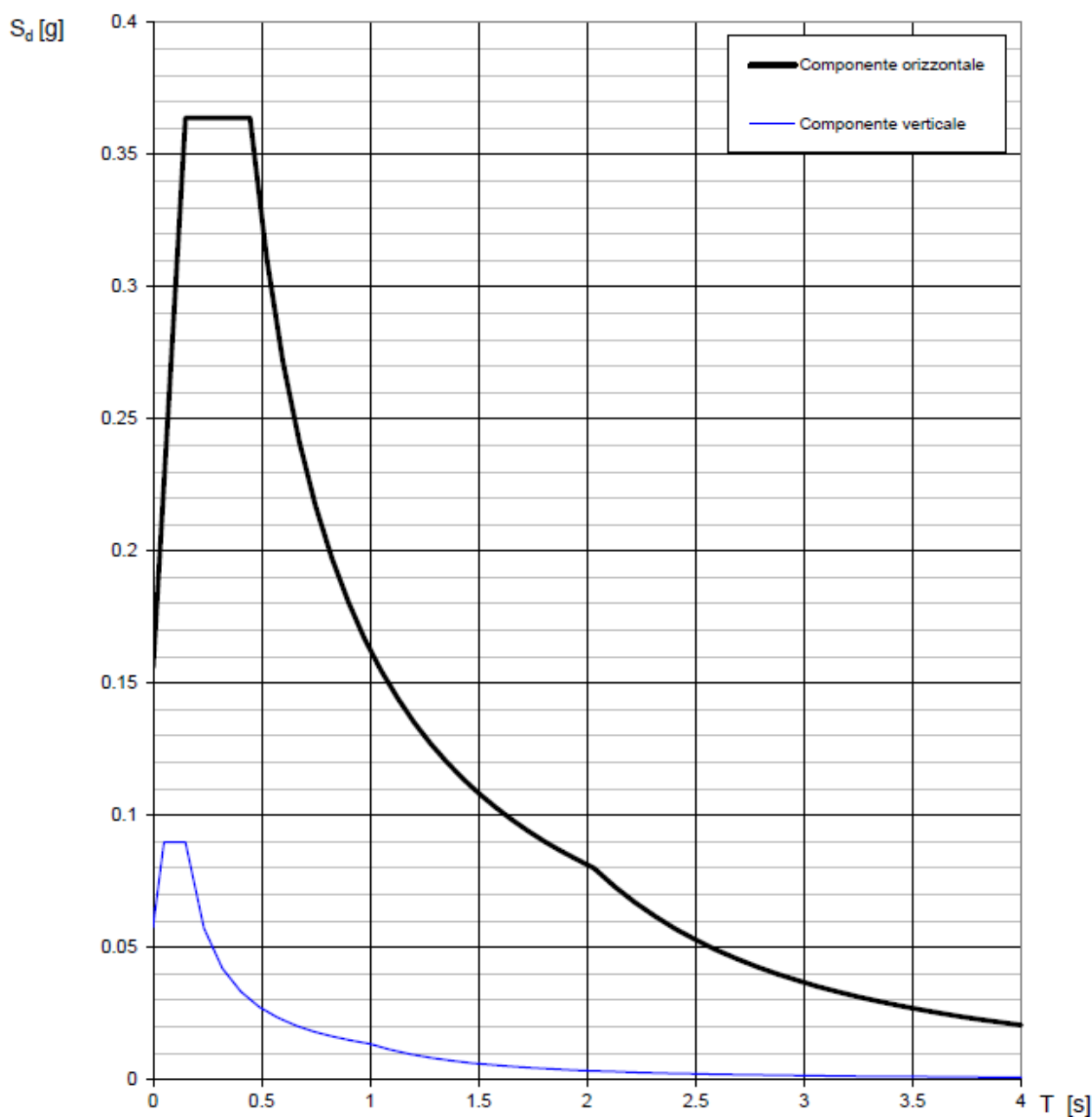


Fig. 8 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.323 g
F_0	2.338
T_C	0.388 s
S_S	1.098
C_C	1.329
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.318
η	1.000
T_B	0.172 s
T_C	0.516 s
T_D	2.891 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+B)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.425
$T_B \leftarrow$	0.172	0.994
$T_C \leftarrow$	0.516	0.994
	0.629	0.816
	0.742	0.691
	0.855	0.600
	0.968	0.530
	1.081	0.474
	1.194	0.429
	1.308	0.392
	1.421	0.361
	1.534	0.334
	1.647	0.311
	1.760	0.291
	1.873	0.274
	1.986	0.258
	2.099	0.244
	2.212	0.232
	2.326	0.221
	2.439	0.210
	2.552	0.201
	2.665	0.192
	2.778	0.185
$T_D \leftarrow$	2.891	0.177
	2.944	0.171
	2.997	0.165
	3.050	0.159
	3.102	0.154
	3.155	0.149
	3.208	0.144
	3.261	0.139
	3.314	0.135
	3.366	0.131
	3.419	0.127
	3.472	0.123
	3.525	0.119
	3.578	0.116
	3.630	0.113
	3.683	0.109
	3.736	0.106
	3.789	0.103
	3.842	0.100
	3.894	0.098
	3.947	0.095
	4.000	0.093

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0.248 g
S_s	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.793
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_{qv}}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.297
$T_B \leftarrow$	0.050	0.463
$T_C \leftarrow$	0.150	0.463
	0.235	0.296
	0.320	0.217
	0.405	0.172
	0.490	0.142
	0.575	0.121
	0.660	0.105
	0.745	0.093
	0.830	0.084
	0.915	0.076
$T_D \leftarrow$	1.000	0.069
	1.094	0.058
	1.188	0.049
	1.281	0.042
	1.375	0.037
	1.469	0.032
	1.563	0.028
	1.656	0.025
	1.750	0.023
	1.844	0.020
	1.938	0.019
	2.031	0.017
	2.125	0.015
	2.219	0.014
	2.313	0.013
	2.406	0.012
	2.500	0.011
	2.594	0.010
	2.688	0.010
	2.781	0.009
	2.875	0.008
	2.969	0.008
	3.063	0.007
	3.156	0.007
	3.250	0.007
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.006
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.005
	3.906	0.005
	4.000	0.004

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

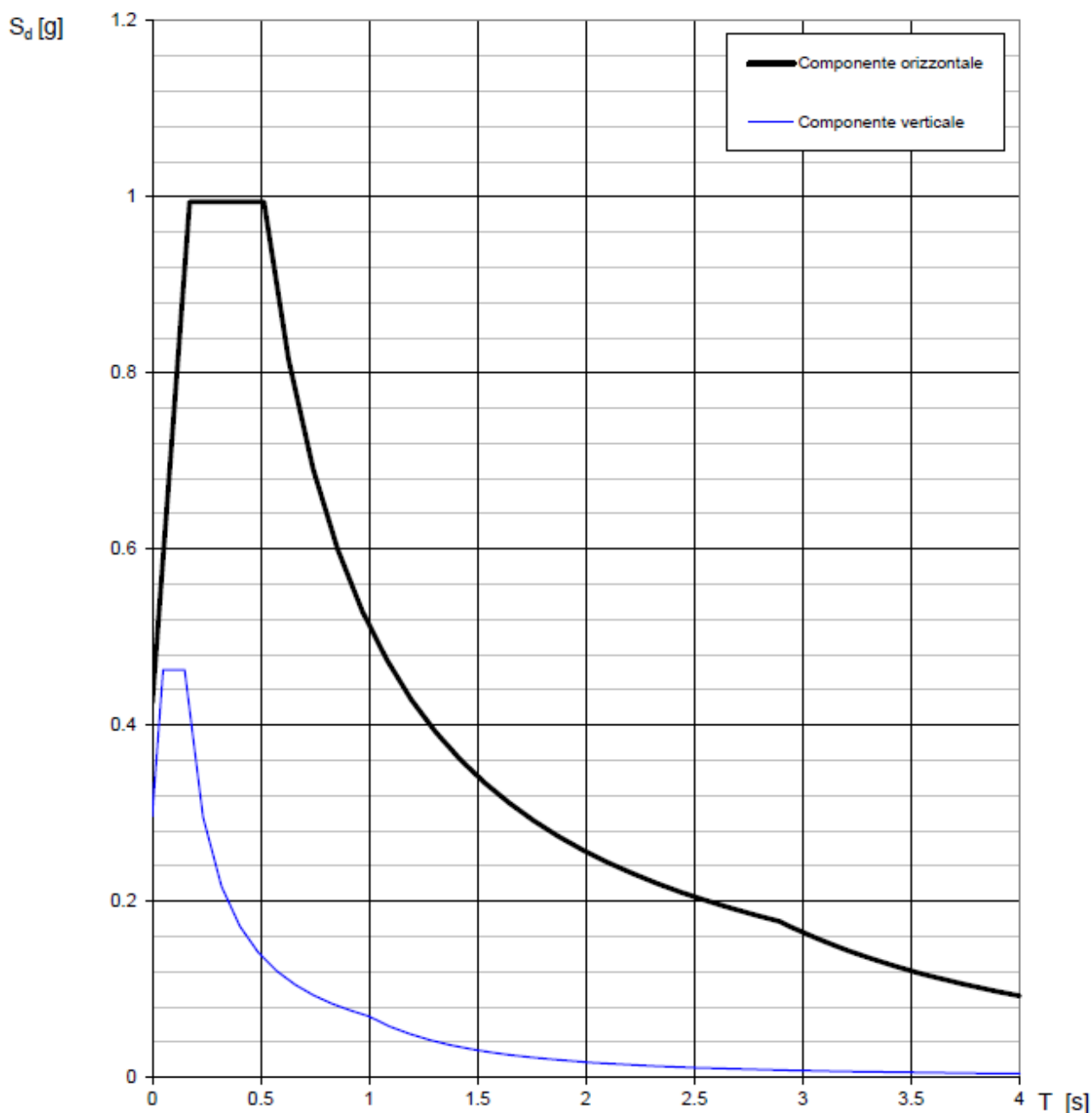


Fig. 9 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T2 (h/H=1). Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d’uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

9.3.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici

Il territorio comunale di Caggiano (SA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in I categoria - $S=12$ - $a_g=0.35g$ (Fig. 10).

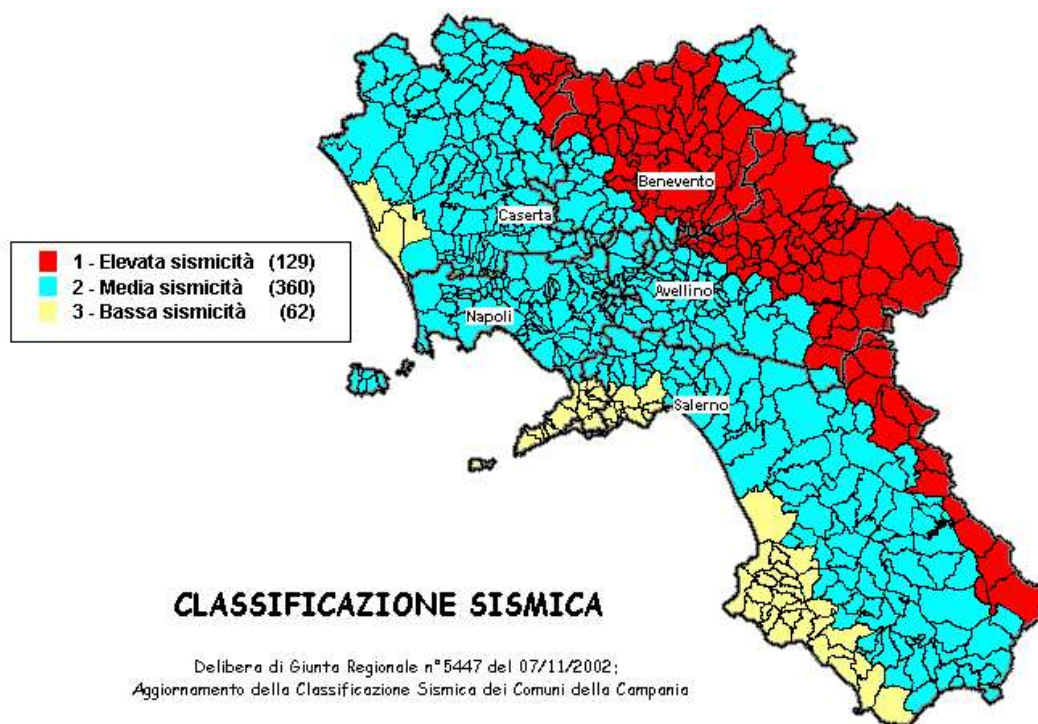


Fig. 10 – Classificazione sismica del 2002 dei comuni della regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 11), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Caggiano (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.225 e 0.250 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

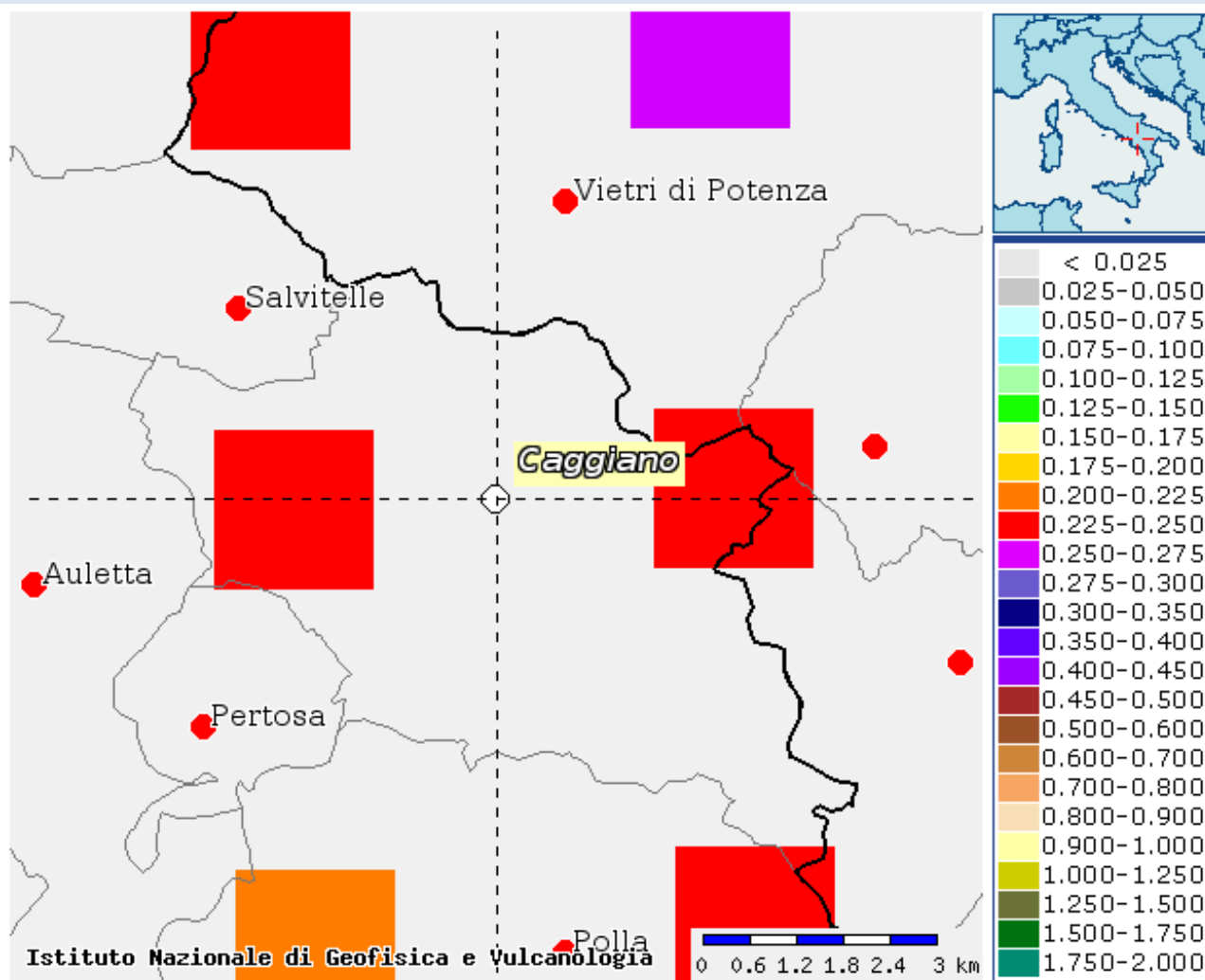


Fig. 11 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **B** (vedi par. 4), con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a (Tab. 10):

Prospezione sismica	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)
MASW n.7	[583]

Tab. 10 – Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW n.7 effettuata.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T2** (**h/H=1**) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Di seguito si riportano i valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW n.7 (Tab. 12).

Sismostrato	Profondità (m)	V_s (m/s)
S1	0.0 – 5.3	467
S2	5.3 – 8.0	554
S3	8.0 – 35.0	624

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.7.

9.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE

Per determinare la fattibilità dell'opera da realizzare vengono analizzati i seguenti aspetti:

STABILITA' D'INSIEME

Per caratterizzare la stabilità dell'area in esame, sono stati considerati i seguenti parametri, inoltre l'esame è stato esteso ad una vasta area circostante:

- pendenza dei versanti;
- giacitura delle formazioni stratificate;
- fratturazione delle masse rocciose;
- spessore delle eventuali coperture incoerenti;
- presenza di acqua.

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da pendenze medio-basse, litologie addensate (depositi detritici grossolani su roccia litoide), **è stata classificata come stabile** infatti si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità nelle aree di sedime dell'opera da realizzare.

FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

La liquefazione dei terreni è il comportamento dei suoli sabbiosi che, a causa di un aumento della pressione interstiziale, passano improvvisamente da uno stato solido ad uno fluido, o con la consistenza di un liquido pesante.

Nei casi in oggetto le litologie di fondazione (depositi detritici grossolani su calcare e dolomia litoidi) sono assolutamente stabili e non possono dar luogo a eventi di liquefazione in quanto sono compatti, e, non è presente alcuna falda idrica superficiale, quindi non si può presentare la condizione di saturazione. In definitiva, si afferma che non sussistono le condizioni predisponenti alla liquefazione dei terreni di fondazione.

Si specifica inoltre che il fenomeno della liquefazione può manifestarsi nei terreni omogenei,



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabioidifeo@pec.epap.it

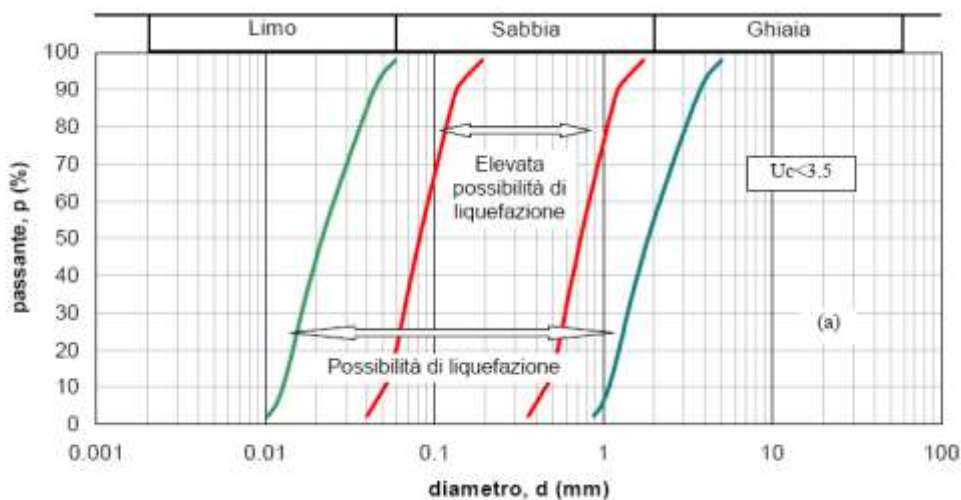
prevalentemente sabbiosi e saturi e solo in determinati casi, di seguito elencati.

La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.1g;
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - frazione di fine FC , superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la pressione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.
5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.



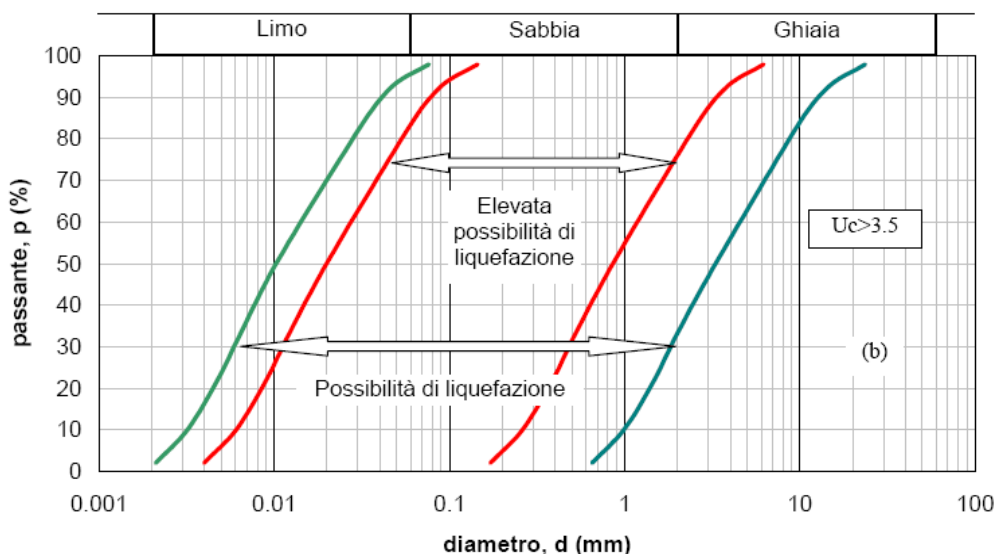


Figura 1 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire le categorie di suolo del sito, che risulta posto nella **categoria B**, con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a:

<i>Prospezione sismica</i>	<i>$V_{S\ 0-30}$ (m/s)</i>
<i>MASW n.7</i>	<i>[583]</i>

Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW n.7 effettuata.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T2** (**h/H=1**) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]

Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

ADDENSAMENTO

Il terreno in oggetto, dalle indagini geognostiche effettuate, **risulta essere molto addensato.**

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva sulla fattibilità dell'intervento in progetto, in quanto i terreni sono addensati, non ci sono le condizioni predisponenti ad eventuali fenomeni di liquefazione e di instabilità dei versanti (area stabile).**

In conclusione, le caratteristiche geologiche dell'area in esame sono tecnicamente compatibili con la realizzazione delle opere in progetto.

9.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, ne conviene che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per giungere a dimostrare la compatibilità delle opere da progetto è necessario effettuare alcune considerazioni inerenti sia all'assetto territoriale, sia alla tipologia degli interventi e modalità esecutive previste.

E' da segnalare che i manufatti da realizzare si inseriscono in un contesto morfologico caratterizzato da **medio-basse pendenze** e non necessita di interventi di sostanziale modificazione della geometria dell'area.

Dopo avere inquadrato i tratti caratteristici dell'intervento è utile confrontare l'opera di progetto con l'assetto idrogeologico e le condizioni di rischio del sito.

Per quanto attiene le aree di sedime in esame classificate dal Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), per quanto riguarda il rischio frana, in una zona classificata a "Pericolosità da frana P-utr1 e P-utr5" e a "Rischio da frana R-utr1 e R-utr5"e, per il rischio idrogeologico in una zona classificata a "Rischio idraulico Nullo" e a "Pericolosità idraulica Nulla", sono caratterizzate da condizioni idrogeologiche, litologiche e geotecniche confortanti in virtù della mancanza sia di materiali mobilizzabili sia di condizioni morfologiche predisponenti al dissesto.

Inoltre:

- Dalla ***sovrapposizione del LAYOUT del Progetto (previsione urbanistica degli interventi a farsi) con Carta Geomorfologica tutte le opere di progetto sono ubicate su una superficie stabile.***
- I lavori previsti non apporteranno sostanziali variazioni dell'attuale conformazione orografica dell'area, né tanto meno creeranno neosuperfici esposte ad elevata pendenza, potenziali sedi d'innesto di movimenti franosi, e quindi determinare un aumento della



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

pericolosità da frana;

- La loro tipologia non apporta variazioni tali da indurre fenomeni di denudazioni e modifiche nella circolazione naturale e nel regime delle acque superficiali e sotterranee;
- La regimentazione delle acque superficiali verrà attuata mediante un corretto sistema di smaltimento;
- Non apporteranno un aumento del livello di rischio e/o del grado di esposizione al rischio esistente;
- La struttura in progetto si integrerà perfettamente nel contesto paesaggistico-ambientale.

In definitiva, in ottemperanza alle N.T.A. del Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), nel caso specifico all'Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III, Art.36 e 37 Capo IV Titolo IV, si afferma che:

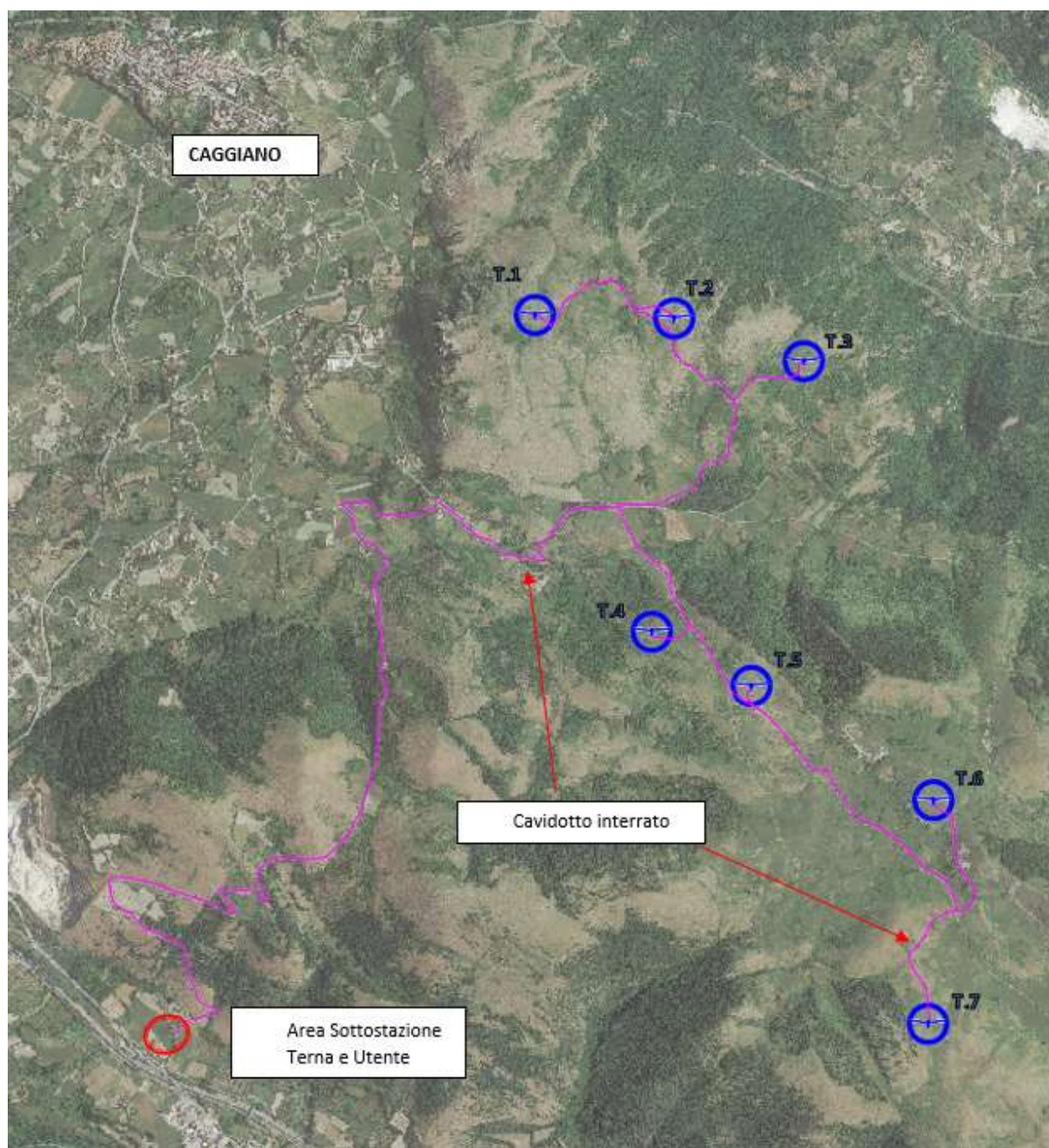
- Il presente studio di Compatibilità geologico è supportato da dati oggettivi derivanti da indagini geognostiche e geofisiche eseguite nel sito d'interesse;
- Tali indagini, consistenti in **n°1 prova sismica superficiale MASW**, hanno definito in maniera approfondita la geometria superficiale e sotterranea dal punto di vista geofisico, litotecnico e geomeccanico;
- La realizzazione delle opere in progetto verrà effettuata adottando tutte le misure tecnico-costruttive per la mitigazione della vulnerabilità e la riduzione delle condizioni di rischio;
- Verrà adottato un corretto sistema di deflusso delle acque superficiali e sotterranee.

Dal presente studio, quindi, risulta che **non verranno create nuove condizioni di rischio e pericolosità** (rischio sostenibile).

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva di compatibilità tra la previsione urbanistica degli interventi a farsi e la caratterizzazione geomorfologia del territorio interessato.**

10 Area CAVIDOTTO INTERRATO

Il **Cavidotto Interrato** che collega l'intero impianto fotovoltaico, composto da **N°7 Torri Eoliche** posizionate sui rilievi montuosi del comune di Caggiano (SA) in località Tempa del Vento, alla **Stazione Elettrica di Utenza MT-AT** ubicata nel Comune di Polla (SA) nelle vicinanze dell'imbocco autostradale Polla, sarà interamente realizzato attraverso la messa in opera di cavi elettrici interrati. Con il suo tragitto attraverserà i Comuni di Caggiano (SA) e Polla (SA) come da immagine successiva.



Ortofoto con ubicazione Cavidotto Interrato



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

10.1 MODELLO GEOLOGICO

10.1.1 Stratigrafia locale

Da un accurato rilevamento di campagna, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse (*cfr **Tav. T073 CARTA GEOLOGICA***).

Gli affioramenti significativi e principali sono riconducibili essenzialmente a tre litotipi:

- Calcari e calcari dolomitici (Trias-Superiore);
- Depositi intramontani costituiti da i limo e sabbie con clasti litici (Pleistocene Sup-Attuale);
- Depositi detritici di falda, formati da clasti litici a matrice limo-sabbiosa.

Per quanto riguarda l'area di sedime del cavidotto, attraverso la consultazione dei dati tratti dalle Carte Geolitologiche esistenti, successivamente verificati dal rilevamento geologico, si è potuto constatare che il substrato, per la maggior parte dell'area di ubicazione, è costituito da "terreni" così composti:

- dal piano campagna a 0,2/0,6 m terreno di riporto antropico formante il massetto stradale (clasti litici in matrice limo-sabbioso);
- da 0,2/0,6 m a circa 5,3 m dal p.c. Calcari e calcari dolomitici molto fratturati;

Mentre solo per alcuni tratti, corrispondenti alle aree depresse intramontane e alla fascia pedemontana prossima alla Sottostazione Elettrica, il cavidotto verrà collocato su terreni sciolti e/o addensati, quali:

- Depositi intramontani costituiti da i limo e sabbie con clasti litici;
- Depositi detritici di falda, formati da clasti litici a matrice limo-sabbiosa.

L'assetto stratigrafico rinvenuto nell'area d'intervento è compatibile con quanto noto dalla bibliografia riguardante le zone limitrofe, in cui risulta che, nella sequenza geolitologica in esame, non si rinvencono generalmente strati molli.

10.1.2 Geomorfologia locale

Lo studio geomorfologico è stato condotto in un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse, al fine di acquisire sia un quadro generale di assetto geomorfologico e morfoevolutivo, nel quale collocare le specifiche caratteristiche dell'area, sia e soprattutto di riconoscere la presenza di eventuali elementi morfologici connessi con fenomeni d'instabilità reale o potenziale in corrispondenza dell'opera in progetto.

L'intero tracciato del cavidotto sarà posizionato su strada esistente e/o da adeguare e/o da realizzare, attraversando rilievi montuosi con pendenze medio e alte, aree intramontane sub-pianeggianti e fasce pedemontane con pendenze basse, passando dalla quota massima di 1165m a 495 m s.l.m. (cfr Tav. T075 CARTA GEOMORFOLOGICA).

Di seguito vengono riportate delle immagini rappresentative delle strade oggetto d'intervento.









Per caratterizzare la stabilità sono stati considerati i seguenti parametri dedotti dal rilevamento di campagna e dai dati ottenuti dalle indagini geologico-tecniche:

- pendenza dei versanti,
- giacitura delle formazioni stratificate,
- spessore delle eventuali coperture incoerenti,
- presenza di acqua,

dai quali si evince che la ristretta area di ubicazione del cavidotto interrato presenta pendenze da alte a basse, giacitura delle litologie addensate e litoidi, ben cementate e fratturate, spessore massimo della copertura incoerente compresa 5,3 m e assenza di falde idriche, pertanto si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità.

Da quanto in precedenza descritto l'area di ubicazione del cavidotto è da considerare **stabile sotto il profilo geomorfologico.**

10.1.3 Idrogeologia

I terreni affioranti nell'area di studio, dal punto di vista idrogeologico, sono riferibili a due complessi, uno detritico colluvionale (superficiale) e uno di origine marina (roccia calcareo-dolomitica) così distinti:

- Depositi intramontani di copertura e detriti di falda costituiti da depositi limo e sabbie con clasti litici
 - Complesso detritico di copertura: costituito da depositi sciolti e addensati a granulometria variabile dal limo alle sabbie con clasti litici aventi in quest'area uno spessore pari a circa 5 metri. Questi materiali presentano permeabilità per porosità variabile da bassa (per i limi) a elevata (per le sabbie con clasti) in relazione alla loro granulometria e stato di addensamento (coefficiente di permeabilità "K" variabile da 10^{-2} a 10^{-3} cm/sec). Tali cambiamenti di permeabilità, sia verticali che orizzontali, conferiscono caratteri di disomogeneità e anisotropia al complesso idrogeologico, influenzando sulla circolazione idrica sotterranea, per la quale è certamente ipotizzabile un deflusso preferenziale nei terreni a più alto grado di permeabilità relativa.
- Alla base dei depositi detritici si rinviene il:
 - Complesso calcareo-dolomitico: rappresentato dai terreni del substrato interessati da un reticolo di fessure che, associate alle discontinuità stratigrafiche, conferiscono una porosità secondaria. La permeabilità per fessurazione è variabile da media a scarsa, in relazione al grado di fratturazione. Quindi, l'infiltrazione delle acque meteoriche avviene attraverso le fessure e l'assetto stratigrafico-strutturale di questo complesso ne condiziona la direzione di deflusso delle falde così formatesi.

Dal rilevamento geologico realizzato, si è potuto evincere che le litologie presenti nell'area di sedime del fabbricato non presentano falde idriche superficiali.



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

10.1.4 Analisi Vincoli PSAI

L'area studio, ricadente nel territorio di competenza **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016). Nello specifico tutte le opere da realizzare insistono in una zona classificata come:

- Pericolosità da Frana: P-utr1, Pf2a, Pf2 e P-utr5;
- Rischio da Frana: R-utr1, Rf2a, Rf2 e R-utr5;
- Pericolosità da alluvione: NULLA;
- Rischio idraulico: NULLO.

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, indicano che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per i motivi fin qui considerati e dal **Testo Unico coordinato delle NTA dello PSAI (adottato ad agosto 2016)** in base agli:

- Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III;
- Art.36 e 37 Capo IV Titolo IV;
- Art.18 Capo II Titolo III;
- Art.51 Capo I Titolo V e Allegato H;

si esprime valutazione positiva sulla compatibilità dell'intervento in progetto con l'assetto idrogeologico dell'area.

10.2 MODELLO GEOTECNICO

10.2.1 Programma di indagini geognostiche realizzate

Per la caratterizzazione geotecnica del sito oggetto d'intervento, sono state considerati dati bibliografici e realizzate le seguenti indagini geognostiche (*cfr. Tav. T071 CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI e Tav. T072 Relazione sulle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI*):

- la realizzazione di n°7 prove sismiche MASW (*atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018*).

Si specifica che per la fase del progetto esecutivo saranno realizzate delle ulteriori indagini geologiche in sito, quali:

- N°7 Sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 33m dal p.c. corredato dal prelievo di Campioni Indisturbati;
- analisi di laboratorio sui Campioni Indisturbati;
- Prove dinamiche pesanti DPSH.

10.2.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse

Considerando i dati bibliografici inerenti le litologie presenti nell'area d'intervento sono stati ricavati i parametri geotecnici (cautelativi) rappresentativi delle reali condizioni del territorio in esame, così riassumibili:

PARAMETRI GEOTECNICI / LITOLOGIE	depositi di falda e intramontani di copertura costituiti da limo e sabbie con clasti litici	Calcare e dolomie (bad-rock)
Peso unità di volume nat. (t/m^3) - γ_n	1,8-1,9	2,3-2,7
Coesione (kg/cm^2) - c'	0-0,2	1-1,2
Angolo d'attrito interno - ϕ	26-30°	35-45°
Modulo Edometrico (kg/cm^2) - E_d	90-120	330-390
Coeff. di Poisson - ν	0,30-0,33	0,35-0,45
Modulo di Winkler (kg/cm^3) - K_w	3,5-6	10-15
Resistenza alla compressione (MPa) - R(P.L.T.)	>25	>50

10.3 MODELLO SISMICO

10.3.1 Modellazione Sismica

Per la modellazione sismica dell'Area sono state realizzate **n°7 prove sismica MASW in corrispondenza dei siti di ubicazione delle n°7 Torri Eoliche** al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).



10.3.2 Interpretazione ed analisi dei dati sismici

Il territorio comunale di Caggiano (SA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in I categoria - $S=12$ - $a_g=0.35g$ (Fig. 10).

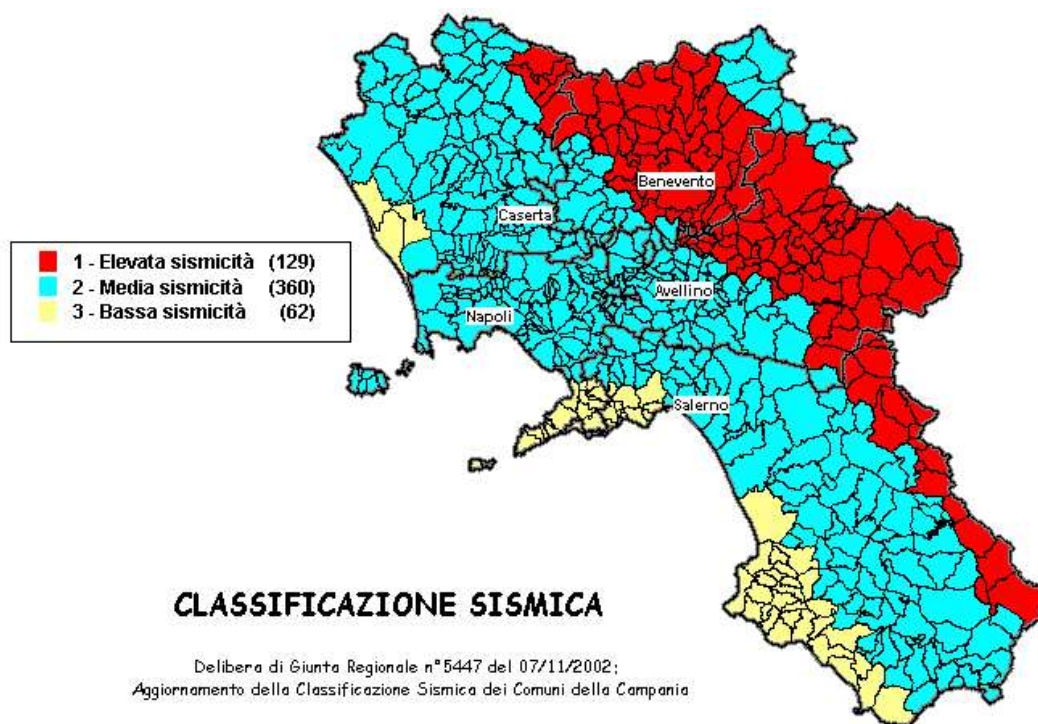


Fig. 10 – Classificazione sismica del 2002 dei comuni della regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 11), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Caggiano (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.225 e 0.250 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

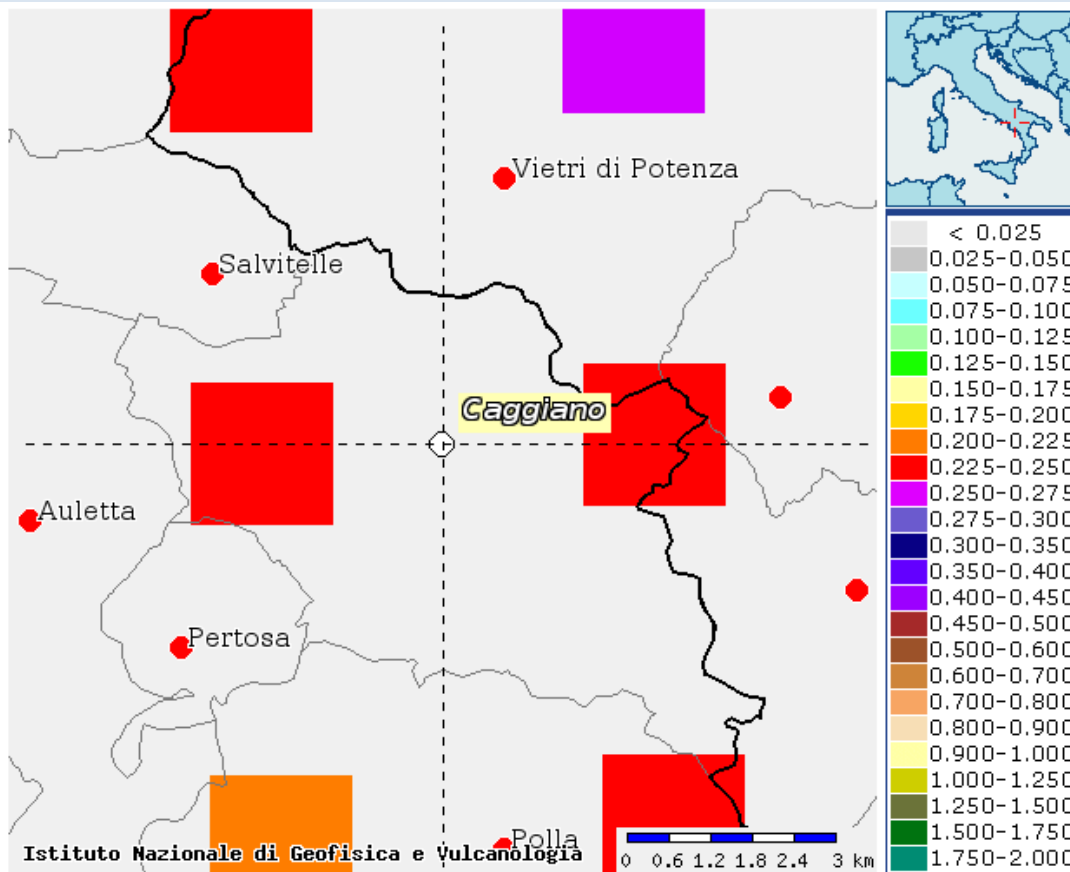


Fig. 11 –

Mapa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagini sismiche MASW effettuate permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **A** e **B**, con valori di $V_{s,eq}$ calcolati pari a (Tab. 10):

Prospezione sismica	V_{Seq} (m/s)
MASW n.1	Cat. A (>800m/s)
MASW n.2	Cat. A (>800m/s)
MASW n.3	[681]
MASW n.4	[496]
MASW n.5	[522]
MASW n.6	[363]
MASW n.7	[583]

Tab. 10 – Valori di $V_{s,eq}$ calcolati, relativi alle prospezioni sismiche MASW n.1-7 effettuate.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **A** e **B** e della categoria topografica **T2** (**h/H=1**) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici.

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

<i>Masw n°</i>	<i>a_g SLD</i>	<i>a_g SLV</i>	<i>S_e [g] SLD</i>	<i>S_e [g] SLV</i>
1	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
2	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
3	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
4	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
5	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
6	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
7	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]

Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

10.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE

Per determinare la fattibilità dell'opera da realizzare vengono analizzati i seguenti aspetti:

STABILITA' D'INSIEME

Per caratterizzare la stabilità dell'area in esame, sono stati considerati i seguenti parametri, inoltre l'esame è stato esteso ad una vasta area circostante:

- pendenza dei versanti;
- giacitura delle formazioni stratificate;
- fratturazione delle masse rocciose;
- spessore delle eventuali coperture incoerenti;
- presenza di acqua.

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da pendenze medio-basse ed alte, litologie addensate (roccia litoide e depositi detritici grossolani su roccia litoide), **è stata classificata come stabile** infatti si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità nelle aree di sedime dell'opera da realizzare.

FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

La liquefazione dei terreni è il comportamento dei suoli sabbiosi che, a causa di un aumento della pressione interstiziale, passano improvvisamente da uno stato solido ad uno fluido, o con la consistenza di un liquido pesante.

Nei casi in oggetto le litologie di fondazione (depositi detritici grossolani su calcare e dolomia litoidi) sono assolutamente stabili e non possono dar luogo a eventi di liquefazione in quanto sono compatti, e, non è presente alcuna falda idrica superficiale, quindi non si può presentare la condizione di saturazione. In definitiva, si afferma che non sussistono le condizioni predisponenti alla liquefazione dei terreni di fondazione.

Si specifica inoltre che il fenomeno della liquefazione può manifestarsi nei terreni omogenei,



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

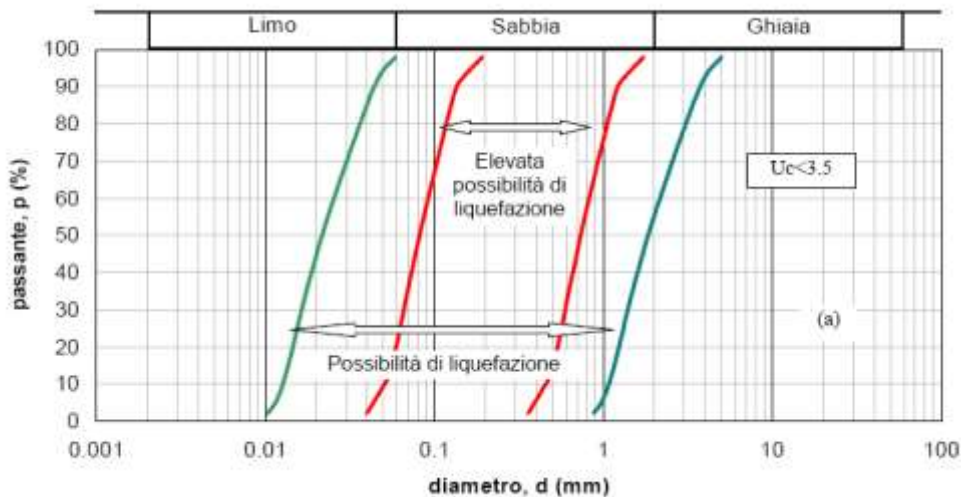
prevalentemente sabbiosi e saturi e solo in determinati casi, di seguito elencati.

La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.1g;
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - frazione di fine FC , superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la pressione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.
5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.



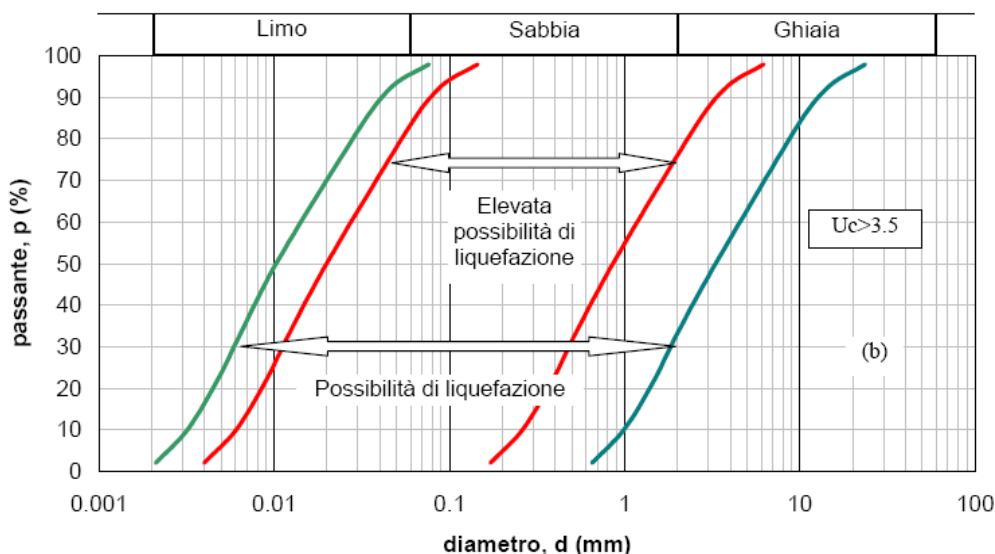


Figura 1 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire le categorie di suolo del sito, che risulta posto nella **categoria A e B**, con valori di V_{Seq} calcolati pari a:

Prospezione sismica	V_{Seq} (m/s)
MASW n.1	Cat. A (>800m/s)
MASW n.2	Cat. A (>800m/s)
MASW n.3	[681]
MASW n.4	[496]
MASW n.5	[522]
MASW n.6	[363]
MASW n.7	[583]

Valori di V_{Seq} calcolati, relativi alle prospezioni sismiche MASW n.1-7 effettuate.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **A e B** e della categoria topografica **T2** (**h/H=1**) sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici.

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

<i>Masw n°</i>	<i>a_g SLD</i>	<i>a_g SLV</i>	<i>S_e [g] SLD</i>	<i>S_e [g] SLV</i>
1	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
2	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
3	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
4	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
5	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
6	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
7	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]

Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

ADDENSAMENTO

Il terreno in oggetto, dalle indagini geognostiche effettuate, **risulta essere molto addensato.**

Per i motivi fin qui considerati *si esprime valutazione positiva sulla fattibilità dell'intervento in progetto, in quanto i terreni sono addensati e/o cementati, non ci sono le condizioni predisponenti ad eventuali fenomeni di liquefazione e di instabilità dei versanti (area stabile).*

In conclusione, le caratteristiche geologiche dell'area in esame sono tecnicamente compatibili con la realizzazione delle opere in progetto.

10.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, ne conviene che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per giungere a dimostrare la compatibilità delle opere da progetto è necessario effettuare alcune considerazioni inerenti sia all'assetto territoriale, sia alla tipologia degli interventi e modalità esecutive previste.

E' da segnalare che i manufatti da realizzare si inseriscono in un contesto morfologico caratterizzato da **medio-basse pendenze** e non necessita di interventi di sostanziale modificazione della geometria dell'area.

Dopo avere inquadrato i tratti caratteristici dell'intervento è utile confrontare l'opera di progetto con l'assetto idrogeologico e le condizioni di rischio del sito.

Per quanto attiene le aree di sedime in esame classificate dal Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), per quanto riguarda il rischio frana, in una zona classificata a "Pericolosità da frana P-utr1, Pf2a, Pf2 e P-utr5" e a "Rischio da frana R-utr1, Rf2a, Rf2 e R-utr5"e, per il rischio idrogeologico in una zona classificata a "Rischio idraulico Nullo" e a "Pericolosità idraulica Nulla", sono caratterizzate da condizioni idrogeologiche, litologiche e geotecniche confortanti in virtù della mancanza sia di materiali mobilizzabili sia di condizioni morfologiche predisponenti al dissesto.

Inoltre:

- Dalla ***sovrapposizione del LAYOUT del Progetto (previsione urbanistica degli interventi a farsi) con Carta Geomorfologica tutte le opere di progetto sono ubicate su una superficie stabile.***
- I lavori previsti non apporteranno sostanziali variazioni dell'attuale conformazione orografica dell'area, né tanto meno creeranno neosuperfici esposte ad elevata pendenza,



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

- potenziali sedi d'innesto di movimenti franosi, e quindi determinare un aumento della pericolosità da frana;
- La loro tipologia non apporta variazioni tali da indurre fenomeni di denudazioni e modifiche nella circolazione naturale e nel regime delle acque superficiali e sotterranee;
 - La regimentazione delle acque superficiali verrà attuata mediante un corretto sistema di smaltimento;
 - Non apporteranno un aumento del livello di rischio e/o del grado di esposizione al rischio esistente;
 - La struttura in progetto si integrerà perfettamente nel contesto paesaggistico-ambientale.

In definitiva, in ottemperanza alle N.T.A. del Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- **GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016**), nel caso specifico all'Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III, Art.18 Capo II Titolo III, Art.36 e 37 Capo IV Titolo IV, Art.18 Capo II Titolo III, Art.51 Capo I Titolo V e Allegato H, si afferma che:

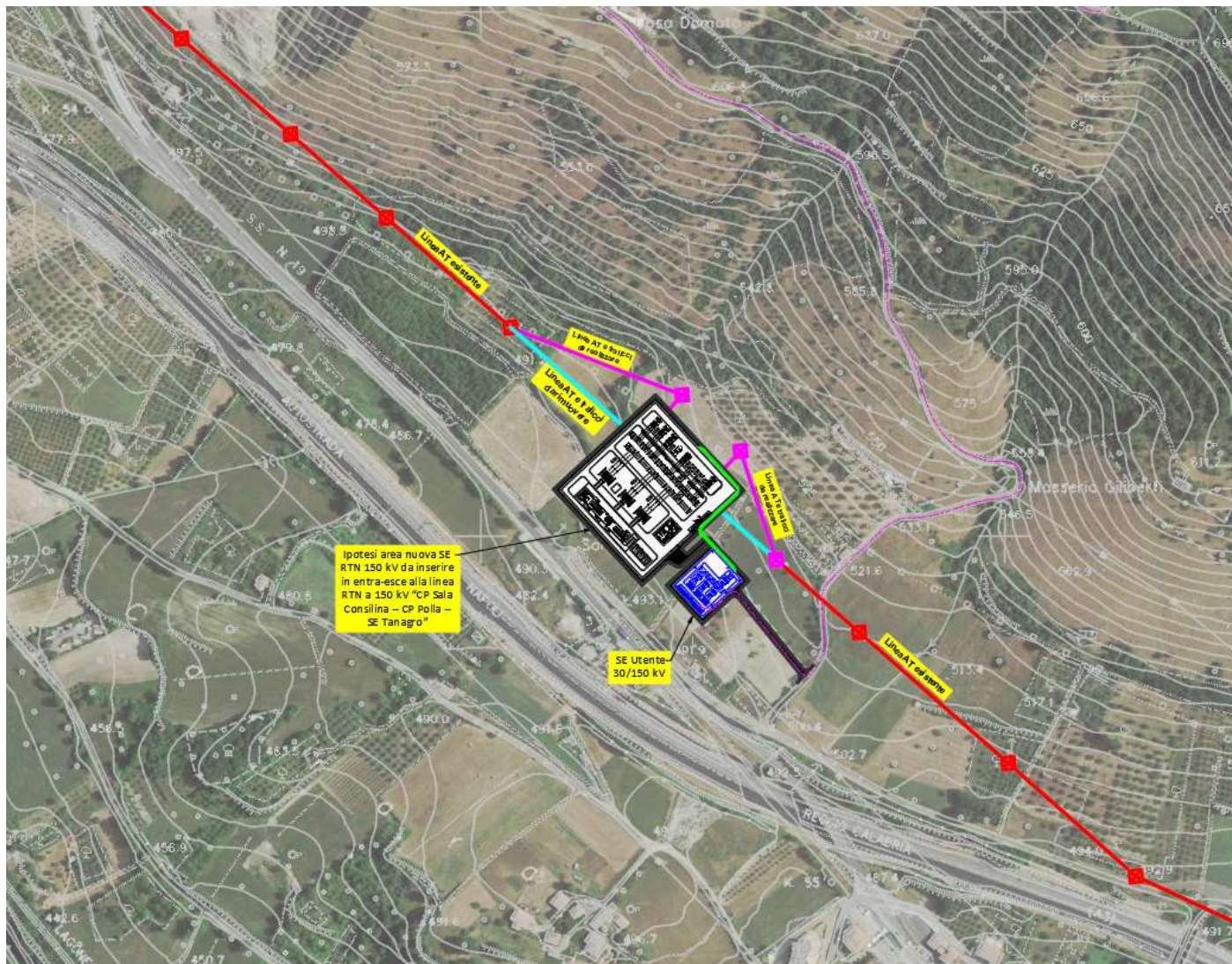
- Il presente studio di Compatibilità geologico è supportato da dati oggettivi derivanti da indagini geognostiche e geofisiche eseguite nel sito d'interesse;
- Tali indagini, consistenti in **n°7 prove sismiche superficiali MASW**, hanno definito in maniera approfondita la geometria superficiale e sotterranea dal punto di vista geofisico, litotecnico e geomeccanico;
- La realizzazione delle opere in progetto verrà effettuata adottando tutte le misure tecnico-costruttive per la mitigazione della vulnerabilità e la riduzione delle condizioni di rischio;
- Verrà adottato un corretto sistema di deflusso delle acque superficiali e sotterranee.

Dal presente studio, quindi, risulta che **non verranno create nuove condizioni di rischio e pericolosità** (rischio sostenibile).

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva di compatibilità tra la previsione urbanistica degli interventi a farsi e la caratterizzazione geomorfologia del territorio interessato.**

11 Area Stazione Elettrica di Utenza MT-AT

La **Stazione Elettrica di Utenza MT-AT** sarà collocata nel Comune di Polla (SA) in un'area a monte dell'Autostrada.



Ortofoto con ubicazione SE UTENTE

11.1 MODELLO GEOLOGICO

11.1.1 Stratigrafia locale

Da un accurato rilevamento di campagna, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse (*cf* **Tav. T073 CARTA GEOLOGICA**).

Gli affioramenti significativi e principali sono riconducibili essenzialmente a due litotipi:

- Calcari e calcari dolomitici (Trias-Superiore);
- Depositi detritici di falda, formati da clasti litici a matrice limo-sabbiosa.

Per quanto riguarda l'area di sedime della **Stazione Elettrica di Utenza MT-AT**, attraverso l'esecuzione del rilevamento geologico e con l'ausilio dei dati tratti dalle Carte Geolitologiche esistenti, si è potuto constatare che il substrato è costituito da "terreni" così composti:

- dal piano campagna a 0,5/0,7 m terreno vegetale limo-sabbioso con clasti litici, colore marrone e dall'odore terroso, sciolto;
- da 0,5/0,7 m a circa 7/8 m dal p.c. depositi detritici di falda, formati da clasti litici a matrice limo-sabbiosa;
- da 7/8m ad oltre 40 m dal p.c. substrato roccioso formato da calcari e calcari dolomitici, stratificato e fratturato;

L'assetto stratigrafico rinvenuto nell'area d'intervento è compatibile con quanto noto dalla bibliografia riguardante le zone limitrofe, in cui risulta che, nella sequenza geolitologica in esame, non si rinvencono generalmente strati molli.

11.1.2 Geomorfologia locale

Lo studio geomorfologico è stato condotto in un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse, al fine di acquisire sia un quadro generale di assetto geomorfologico e morfoevolutivo, nel quale collocare le specifiche caratteristiche dell'area, sia e soprattutto di riconoscere la presenza di eventuali elementi morfologici connessi con fenomeni d'instabilità reale o potenziale in corrispondenza dell'opera in progetto.

L'area di ubicazione della **Stazione Elettrica di Utenza MT-AT** è collocata sulla fascia pedemontana caratterizzata da superfici a debole pendenza (6°), posizionata fra rilievi montani con acclività pronunciate e l'area di fondovalle. Tale superficie è posizionata in corrispondenza a quota compresa fra 495 m e 505 m s.l.m., ed è stata modellata nel corso dei millenni dall'azione delle acque di ruscellamento superficiale (*cfr **Tav. T075 CARTA GEOMORFOLOGICA***).

Di seguito vengono riportate delle immagini rappresentative delle aree oggetto d'intervento.



Per caratterizzare la stabilità sono stati considerati i seguenti parametri dedotti dal rilevamento di campagna e dai dati ottenuti dalle indagini geologico-tecniche:

- pendenza dei versanti,
- giacitura delle formazioni stratificate,
- spessore delle eventuali coperture incoerenti,
- presenza di acqua,

dai quali si evince che la ristretta area di ubicazione della Sottostazione Elettrica presenta pendenze basse, giacitura delle litologie addensate, spessore massimo della copertura incoerente compresa 7/8 m e assenza di falde idriche superficiali, pertanto si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità.

Da quanto in precedenza descritto l'area è da considerare **stabile sotto il profilo geomorfologico.**

11.1.3 Idrogeologia

I terreni affioranti nell'area di studio, dal punto di vista idrogeologico, sono riferibili a due complessi, uno detritico colluvionale (superficiale) e uno di origine marina (roccia calcareo-dolomitica) così distinti:

- a) Depositi intramontani di copertura e detriti di falda costituiti da depositi limo e sabbie con clasti litici
 - Complesso detritico di copertura: costituito da depositi sciolti e addensati a granulometria variabile dal limo alle sabbie con clasti litici aventi in quest'area uno spessore pari a circa 5 metri. Questi materiali presentano permeabilità per porosità variabile da bassa (per i limi) a elevata (per le sabbie con clasti) in relazione alla loro granulometria e stato di addensamento (coefficiente di permeabilità "K" variabile da 10^{-2} a 10^{-3} cm/sec). Tali cambiamenti di permeabilità, sia verticali che orizzontali, conferiscono caratteri di disomogeneità e anisotropia al complesso idrogeologico, influenzando sulla circolazione idrica sotterranea, per la quale è certamente ipotizzabile un deflusso preferenziale nei terreni a più alto grado di permeabilità relativa.
- b) Alla base dei depositi detritici si rinviene il:
 - Complesso calcareo-dolomitico: rappresentato dai terreni del substrato interessati da un reticolo di fessure che, associate alle discontinuità stratigrafiche, conferiscono una porosità secondaria. La permeabilità per fessurazione è variabile da media a scarsa, in relazione al grado di fratturazione. Quindi, l'infiltrazione delle acque meteoriche avviene attraverso le fessure e l'assetto stratigrafico-strutturale di questo complesso ne condiziona la direzione di deflusso delle falde così formatesi.

Dal rilevamento geologico realizzato, si è potuto evincere che le litologie presenti nell'area di sedime del fabbricato non presentano falde idriche superficiali.



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

11.1.4 Analisi Vincoli PSAI

L'area studio, ricadente nel territorio di competenza **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- **GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016**). Nello specifico tutte le opere da realizzare insistono in una zona classificata come:

- **Pericolosità da Frana: P-utr5;**
- **Rischio da Frana: R-utr5;**
- **Pericolosità da alluvione: NULLA;**
- **Rischio idraulico: NULLO.**

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, indicano che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per i motivi fin qui considerati e dal **Testo Unico coordinato delle NTA dello PSAI (adottato ad agosto 2016)** in base agli:

- Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III;
- Art. 37 Capo IV Titolo IV;

si esprime valutazione positiva sulla compatibilità dell'intervento in progetto con l'assetto idrogeologico dell'area.

11.2 MODELLO GEOTECNICO

11.2.1 Programma di indagini geognostiche realizzate

Per la caratterizzazione geotecnica del sito oggetto d'intervento, sono stati considerati dati bibliografici (*cfr. Tav. T071 CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI e Tav. T072 Relazione sulle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI*):

Si specifica che per la fase del progetto esecutivo saranno realizzate delle indagini geologiche in sito, quali:

- N°1 Sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 33m dal p.c. corredato dal prelievo di Campioni Indisturbati;
- analisi di laboratorio sui Campioni Indisturbati;
- la realizzazione di n°1 prova sismica MASW (mw6) (*atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018*).

11.2.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse

Considerando i dati bibliografici inerenti alle litologie presenti nell'area d'intervento sono stati ricavati i parametri geotecnici (cautelativi) rappresentativi delle reali condizioni del territorio in esame, così riassumibili:

PARAMETRI GEOTECNICI	LITOLOGIE	
	depositi di falda e di copertura costituiti da limo e sabbie con clasti litici	Calcare e dolomie (bad-rock)
Peso unità di volume nat. (t/m^3) - γ_n	1,8-1,9	2,3-2,7
Coesione (kg/cm^2) - c'	0-0,2	1-1,2
Angolo d'attrito interno - ϕ	26-30°	35-45°
Modulo Edometrico (kg/cm^2) - E_d	90-120	330-390
Coeff. di Poisson - ν	0,30-0,33	0,35-0,45
Modulo di Winkler (kg/cm^3) - K_w	3,5-6	10-15
Resistenza alla compressione (MPa) - R(P.L.T.)	>25	>50

11.3 MODELLO SISMICO

11.3.1 Modellazione Sismica

Per la modellazione sismica dell'area della **Stazione Elettrica di Utenza MT-AT** sono stati considerati indagini sismiche da bibliografie al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018), che poi, saranno implementate da prove sismiche Masw in sito per la fase esecutiva.

11.3.2 Interpretazione ed analisi dei dati sismici

Il territorio comunale di Polla (SA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in I categoria - $S=12$ - $a_g=0.35g$ (Fig. 10).

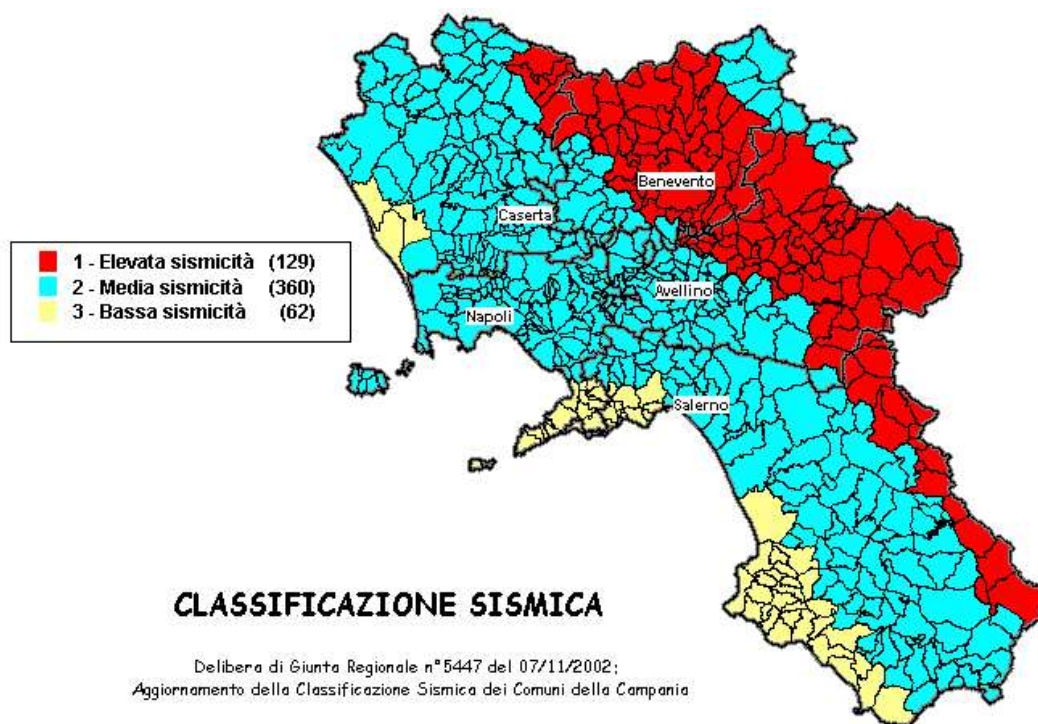


Fig. 10 – Classificazione sismica del 2002 dei comuni della regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 11), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Caggiano (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.225 e 0.250 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

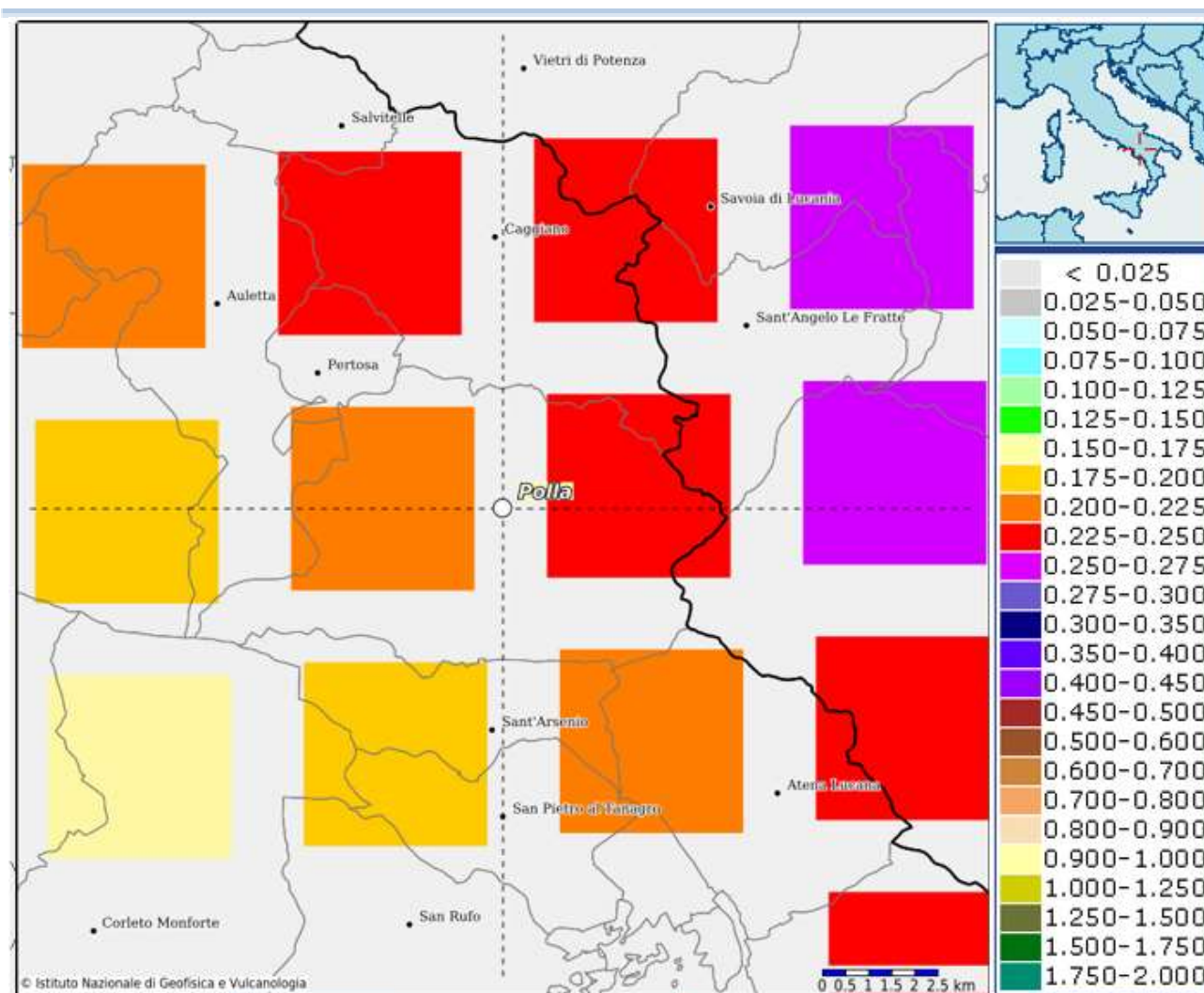


Fig. 11 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **B**, con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a:

$V_{S\ 0-30}\ (m/s)$
[360-450]

e della categoria topografica **T1**

11.4 FATTIBILITÀ DELLE OPERE

Per determinare la fattibilità dell'opera da realizzare vengono analizzati i seguenti aspetti:

STABILITA' D'INSIEME

Per caratterizzare la stabilità dell'area in esame, sono stati considerati i seguenti parametri, inoltre l'esame è stato esteso ad una vasta area circostante:

- pendenza dei versanti;
- giacitura delle formazioni stratificate;
- fratturazione delle masse rocciose;
- spessore delle eventuali coperture incoerenti;
- presenza di acqua.

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da pendenze basse, litologie addensate (depositi detritici grossolani su roccia litoide), **è stata classificata come stabile** infatti si esclude la presenza di processi morfoevolutivi in atto o potenziali legati alla gravità nelle aree di sedime dell'opera da realizzare.

FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

La liquefazione dei terreni è il comportamento dei suoli sabbiosi che, a causa di un aumento della pressione interstiziale, passano improvvisamente da uno stato solido ad uno fluido, o con la consistenza di un liquido pesante.

Nei casi in oggetto le litologie di fondazione (depositi detritici grossolani su calcare e dolomia litoidi) sono assolutamente stabili e non possono dar luogo a eventi di liquefazione in quanto sono compatti, e, non è presente alcuna falda idrica superficiale, quindi non si può presentare la condizione di saturazione. In definitiva, si afferma che non sussistono le condizioni predisponenti alla liquefazione dei terreni di fondazione.

Si specifica inoltre che il fenomeno della liquefazione può manifestarsi nei terreni omogenei,



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

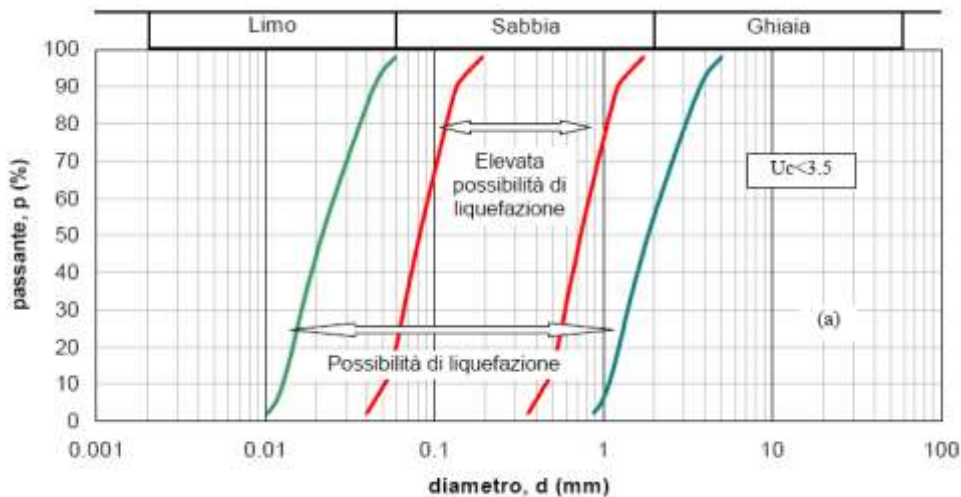
prevalentemente sabbiosi e saturi e solo in determinati casi, di seguito elencati.

La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.1g;
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - frazione di fine FC , superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la pressione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.
5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.



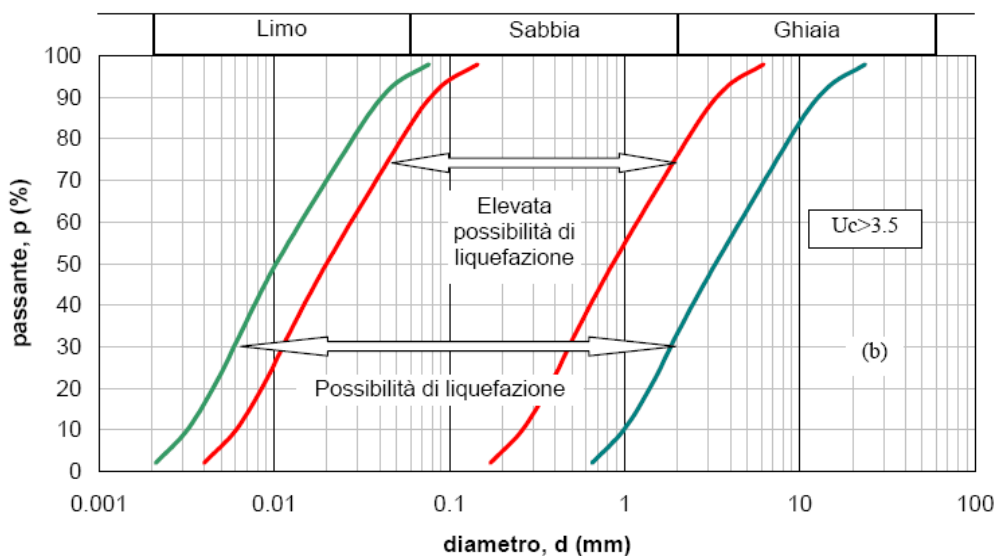


Figura 1 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire le categorie di suolo del sito, che risulta posto nella **categoria B**, con valori di $V_{S_{eq}}$ calcolati pari a:

$V_{S_{0-30}} \text{ (m/s)}$
[360-450]

e della categoria topografica **T1**.

11.5 COMPATIBILITA' DELLE OPERE

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, ne conviene che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per giungere a dimostrare la compatibilità delle opere da progetto è necessario effettuare alcune considerazioni inerenti sia all'assetto territoriale, sia alla tipologia degli interventi e modalità esecutive previste.

E' da segnalare che i manufatti da realizzare si inseriscono in un contesto morfologico caratterizzato da **medio-basse pendenze** e non necessita di interventi di sostanziale modificazione della geometria dell'area.

Dopo avere inquadrato i tratti caratteristici dell'intervento è utile confrontare l'opera di progetto con l'assetto idrogeologico e le condizioni di rischio del sito.

Per quanto attiene le aree di sedime in esame classificate dal Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016), per quanto riguarda il rischio frana, in una zona classificata a "Pericolosità da frana P-utr5" e a "Rischio da frana R-utr5" e, per il rischio idrogeologico in una zona classificata a "Rischio idraulico Nullo" e a "Pericolosità idraulica Nulla", sono caratterizzate da condizioni idrogeologiche, litologiche e geotecniche confortanti in virtù della mancanza sia di materiali mobilizzabili sia di condizioni morfologiche predisponenti al dissesto.

Inoltre:

- Dalla ***sovrapposizione del LAYOUT del Progetto (previsione urbanistica degli interventi a farsi) con Carta Geomorfologica tutte le opere di progetto sono ubicate su una superficie stabile.***
- I lavori previsti non apporteranno sostanziali variazioni dell'attuale conformazione orografica dell'area, né tanto meno creeranno neosuperfici esposte ad elevata pendenza, potenziali sedi d'innesto di movimenti franosi, e quindi determinare un aumento della



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

pericolosità da frana;

- La loro tipologia non apporta variazioni tali da indurre fenomeni di denudazioni e modifiche nella circolazione naturale e nel regime delle acque superficiali e sotterranee;
- La regimentazione delle acque superficiali verrà attuata mediante un corretto sistema di smaltimento;
- Non apporteranno un aumento del livello di rischio e/o del grado di esposizione al rischio esistente;
- La struttura in progetto si integrerà perfettamente nel contesto paesaggistico-ambientale.

In definitiva, in ottemperanza alle N.T.A. del Piano Stralcio **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele** (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- **GIUGNO 2012 e aggiornamento 2013 e 2016**), nel caso specifico all'Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III, Art.37 Capo IV Titolo IV, si afferma che:

- La realizzazione delle opere in progetto verrà effettuata adottando tutte le misure tecnico-costruttive per la mitigazione della vulnerabilità e la riduzione delle condizioni di rischio;
- Verrà adottato un corretto sistema di deflusso delle acque superficiali e sotterranee.

Dal presente studio, quindi, risulta che **non verranno create nuove condizioni di rischio e pericolosità** (rischio sostenibile).

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva di compatibilità tra la previsione urbanistica degli interventi a farsi e la caratterizzazione geomorfologia del territorio interessato.**

12 Valutazione del Rischio atteso R nel PSAI

La **valutazione del rischio (R)** nel PAI è stata effettuata utilizzando la relazione **$R=P*D$** , dove "**P**" rappresenta la pericolosità e "**D**" il danno potenziale atteso, così come definiti e descritti, in dettaglio, negli elaborati tecnici di Piano (cfr. Relazione tecnica elementi antropici e danno potenziale atteso, relazione tecnica pericolosità e rischio da frana e relazione tecnica rischio idraulico e da colata). Ai fini della valutazione del Rischio (R) generato dai nuovi interventi, progettati o pianificati, in aree di assegnata pericolosità (P), nel presente allegato sono riportate sia la tabella per l'assegnazione del grado di danno potenziale atteso (D) che le matrici per la conseguente valutazione del rischio (R).

GRADO DI DANNO POTENZIALE ATTESO

elementi antropici

danno atteso

Zona A - Centro storico	D4
Zona B - Zona di completamento "satura e non satura"	D4
Zona C - Zona di espansione	D4
Zona D - Zona industriale /commerciale	D4
Zona F - Zona di interesse collettivo	D4
Zona T - Zona turistico – ricettiva	D4
Area cimiteriale	D3
Edilizia pubblica: scolastica, sanitaria, religiosa, sportiva, ecc.	D4
Strutture e aree ricettive: campeggi, discoteche, alberghi, aree mercatali, ecc.	D4
Discarica	D4
Edilizia rurale	D4
Centrale elettrica, depuratore, impianto trattamento rifiuti.	D4
Impianti tecnologici: cabina elettrica, serbatoio - cisterna, elettrodotto, acquedotto, monorotaie per trasporto merci, impianti di energia alternativa, impianti telefonici e radioelettrici, ecc.	D2
Infrastrutture di trasporto: aeroporto, parcheggio, porto, stazione ferroviaria, viabilità interna, autostrada, superstrada, strada statale, svincolo, linea ferroviaria	D4
Strada comunale, strada provinciale e strada secondaria	D3

dove:

D1 = Danno potenziale moderato

D2 = Danno potenziale medio

D3 = Danno potenziale elevato

D4 = Danno potenziale molto elevato



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

Il Danno potenziale atteso D delle aree d'intervento interessate dall'Impianto Eolico (Torri Eoliche 1-2-3-4-5-6-7, Cavidotto interrato, Sottostazione Elettrica) è stato attribuito dalla' **Autorità di Distretto Appennino Meridionale ex AdB Regione Campania SUD e per il Bacino Interregionale Sele,** nello specifico nelle Tav. del Danno n.48802, 48803, 48806, 48807.

Da tale cartografia si riscontra che tutte le aree oggetto dei percorsi e delle opere da realizzare ricadono in:

- Danno **D1:** potenziale moderato;
- Danno **D2:** potenziale medio.

Inoltre per definire le reali condizioni di rischio e pericolosità presenti nell'area oggetto di studio, è stata seguita la procedura dell'Allegato B delle N.T.A. del vigente Piano Stralcio, che prevede la sovrapposizione e la rielaborazione di carte tematiche di base, quali:

- Geo.06 - Inventario delle Frane – PSAI
- Geo.07 - Carta Geolitologica
- Geo.09 - Carta Geomorfologica
- Geo.10 - Carta delle Acclività
- Geo.11 - Carta delle Stabilità
- Geo.13 - Carta delle Coperture

Da tali carte di base si è pervenuti alle carte derivate che, a loro volta hanno definito il reale grado di rischio e pericolosità.

L'area in esame, da questi tematismi, viene classificata come **rilievo montuoso costituiti da litologie molto addensate e/o cementate (Calcari e calcari dolomitici e, Depositi detritici di falda, formati da clasti litici a matrice limo-sabbiosa), assenza di dissesti gravitativi, di conseguenza l'area viene classificata Stabile.**

METODOLOGIA APPLICATA PER LA DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO DA FRANA

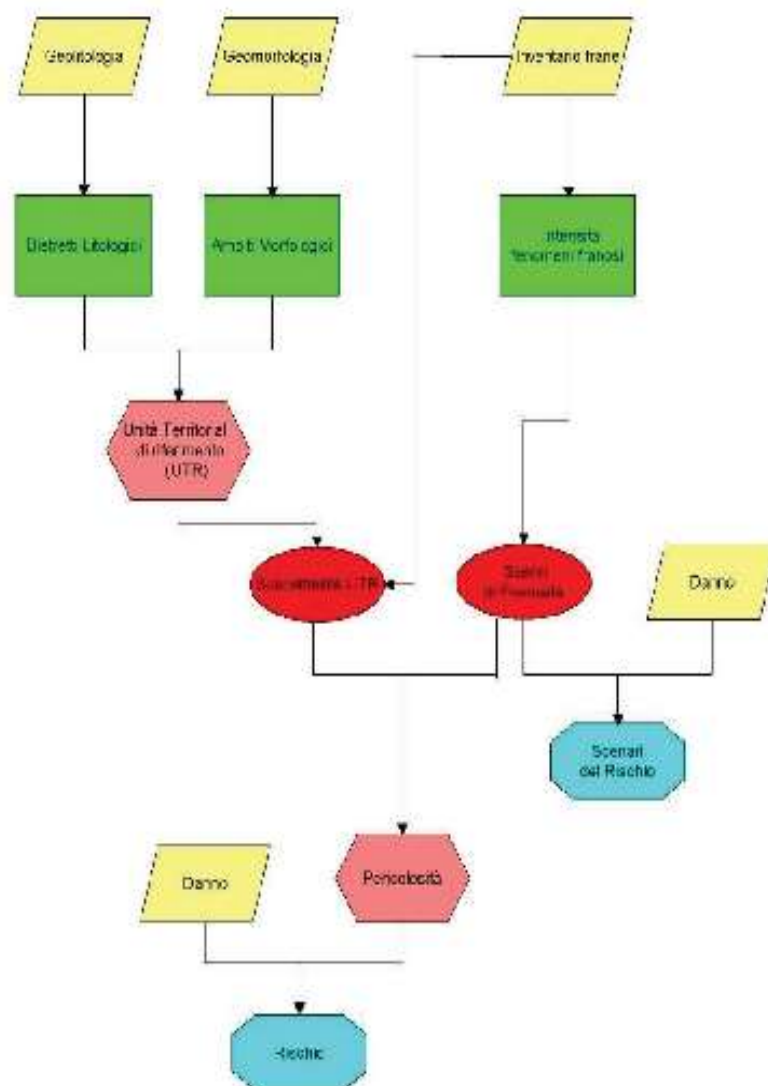


Fig. 1 - Schema concettuale adottato per la definizione del rischio da frana.

Dalla Carta Inventario delle Frane, nella quale sono state classificate le diverse aree in frana, si ottengono gli **Scenari di Franosità** assegnando a ciascuna frana un attributo di intensità in funzione delle velocità massime attese per le diverse tipologie di frane, *pericolosità reale*.

Nel caso in esame, a tutte le aree oggetto d'intervento viene assegnata la matrice della suscettibilità delle frane P1 (Inattivo/basso), in quanto non è interessata da nessun dissesto gravitativo.

SCENARI DI FRANOSITA'

	L1	L2	L3
Inattivo	P1	P1	P2
Quiescente	P1	P2	P3
Attivo	P1	P2	P3

Partendo dalla Carta degli Scenari di Franosità, attraverso la sovrapposizione con la Carta del Danno, viene attribuito l'indice del **rischio reale** a ciascuna porzione di terreno rilevato, secondo la seguente matrice:

SCENARI DI RISCHIO

RISCHIO DA FRANA				
Danno potenziale atteso	Pericolosità			
	P4	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2	R1
D3	R3	R3	R2	R1
D2	R2	R2	R1	R1
D1	R1	R1	R1	-

$$R=P*D,$$

dove "P" rappresenta la pericolosità e "D" il danno potenziale atteso

R4 RISCHIO MOLTO ELEVATO (rosso)

R3 RISCHIO ELEVATO (arancione)

R2 RISCHIO MEDIO (giallo)

R1 RISCHIO MODERATO (verde)



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

L'area in esame considerando che rientra nel Danno Moderato e Medio (D1 e D2) e Scenari di Franosità nullo P1 – moderata, di conseguenza viene assegnata la matrice dei Senari di rischio **R1 (Moderato)**.

In definitiva **si genera un Rischio R1 - rischio sostenibile**.

Inoltre, si prende comunque atto che per il cavidotto non necessita valutare il livello di rischio dallo stesso generato in quanto, laddove intersecherebbe le aree perimetrate a rischio di frana, di fatto è realizzato al di sotto di strade esistenti e che, non ci sono attraversamenti delle fasce a rischio idraulico, e quindi l'applicazione della matrice, di cui agli "Schemi per l'attribuzione dei livelli di rischio" (allegato B), alle opere in progetto dà sempre luogo ad un livello di rischio atteso inferiore o uguale a quello accettabile R2.

Pertanto si genera un Rischio Sostenibile.

13 CONCLUSIONI

L'Impianto Eolico in oggetto, ricade nel Comune di Caggiano (SA) e nel Comune di Polla (SA), è compresa nel foglio 199 della Carta Geologica d'Italia "Potenza" scala 1:100000, occupando la tavoletta "Potenza" STR 199 elaborate dalla Regione Campania su base I.G.M. in scala 1:25000, nelle tavole aerofotogrammetriche n° 488021, 488022, 488023, 488024, 488033, 488034, 488061, 488062, 488071, 488072, 488073, 488074 restituite in scala 1:5000.

Le opere da realizzare, nello specifico, sono costituite da:

- un Impianto Eolico ricadente nel Comune di Caggiano (SA), in località Tempa del Vento, formato da n°7 **Torri Eoliche**;
- dal **cavidotto interrato** che attraversa Comune di Caggiano (SA) e nel Comune di Polla (SA);
- dalla **Stazione Elettrica di Utenza MT-AT** ubicata nel Comune di Polla (SA) nelle vicinanze dell'imbocco autostradale Polla.

Lo studio Geologico eseguito nell'area in esame, ha permesso di accertarne le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, sismiche e geotecniche ampiamente discusse nei paragrafi precedenti e così sintetizzate:

- **Geologia** – da un accurato rilevamento di campagna, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse (*cfr* **Tav. T073 CARTA GEOLOGICA**).

Gli affioramenti significativi e principali sono riconducibili essenzialmente a tre litotipi:

- Calcari e calcari dolomitici (Trias-Superiore);
- Depositi intramontani costituiti da i limo e sabbie con clasti litici (Pleistocene Sup-Attuale);
- Depositi detritici di falda, formati da clasti litici a matrice limo-sabbiosa.

Nello specifico le **Torri Eoliche n.1-2-3-4-5-6** saranno collocate sui Calcari e calcari dolomitici alterati superficialmente (Trias-Superiore), la **Torre n.7** sarà ubicata sui Depositi intramontani.



Dr. Geologo FABIO DI FEO

Via Olivella 4/A, 84045 Altavilla Silentina (SA)
tel. 0828-986299, cell. 3333655687, C.F. DFIFBA73R25D390V - P.iva 04187580651
email: fabio.difeo@libero.it, PEC: geofabiodifeo@pec.epap.it

Per quanto riguarda l'area di sedime del cavidotto interrato, attraverso la consultazione dei dati tratti dalle Carte Geolitologiche esistenti, successivamente verificati dal rilevamento geologico, si è potuto constatare che il substrato, per la maggior parte dell'area di ubicazione, è costituito da "terreni" così composti:

- dal piano campagna a 0,2/0,6 m terreno di riporto antropico formante il massetto stradale (clasti litici in matrice limo-sabbioso);
- da 0,2/0,6 m a circa 5,3 m dal p.c. Calcari e calcari dolomitici molto fratturati;

Mentre solo per alcuni tratti, corrispondenti alle aree depresse intramontane e alla fascia pedemontana prossima alla Sottostazione Elettrica, il cavidotto verrà collocato su terreni sciolti e/o addensati, quali:

- Depositi intramontani costituiti da i limo e sabbie con clasti litici;
- Depositi detritici di falda, formati da clasti litici a matrice limo-sabbiosa.

L'assetto stratigrafico rinvenuto nell'area d'intervento è compatibile con quanto noto dalla bibliografia riguardante le zone limitrofe, in cui risulta che, nella sequenza geolitologica in esame, non si rinvencono generalmente strati molli.

- **Geomorfologia** –Lo studio geomorfologico è stato condotto in un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse, al fine di acquisire sia un quadro generale di assetto geomorfologico e morfoevolutivo, nel quale collocare le specifiche caratteristiche dell'area, sia e soprattutto di riconoscere la presenza di eventuali elementi morfologici connessi con fenomeni d'instabilità reale o potenziale in corrispondenza dell'opera in progetto.

In prima analisi si osserva un forte controllo della litologia sulla morfogenesi dell'area in cui affiorano i Calcari e calcari dolomitici, materiali poco erodibili ed intensamente tettonizzati che hanno dato vita a rilievi montuosi caratterizzati da versanti anche a forte pendenza sormontati da dolci creste che raggiungono quota massima di 1165m s.l.m., sulle quali saranno ubicate le Torri Eoliche n.1-2-3-4-5-6.

Solo la Torre 7 è collocata in un'area intramontana caratterizzata da superfici depresse sub-pianeggianti e/o a debole pendenza, posizionata fra rilievi montani con acclività pronunciate.

Infine l'intero tracciato del cavidotto interrato sarà posizionato su strada esistente e/o da adeguare e/o da realizzare, attraversando rilievi montuosi con pendenze medio e alte, aree intramontane sub-pianeggianti e fasce pedemontane con pendenze basse (dove sarà invece installata la Sottostazione Elettrica), passando dalla quota massima di 1165m a 495 m s.l.m.

Sulla base di quanto esposto si può affermare che le condizioni di stabilità complessive locali, appaiono generalmente soddisfacenti, infatti, non si riscontrano nell'area strettamente interessata alla progettazione di che trattasi, zone con particolari dissesti morfologici.

Pertanto, dal punto di vista geomorfologico sono stati ravvisati elementi di generale stabilità e che non lasciano prevedere evoluzioni negative degli equilibri esistenti e permettono di definire morfologicamente idonea l'area di progetto.

- **Idrogeologia** – I terreni affioranti nell'area di studio, dal punto di vista idrogeologico, sono riferibili a due complessi, uno detritico colluvionale (superficiale) e uno di origine marina (roccia calcareo-dolomitica) così distinti:

Complesso detritico di copertura: costituito da Depositi intramontani e Detriti di falda sciolti e addensati a granulometria variabile dal limo alle sabbie con clasti litici aventi in quest'area uno spessore pari a circa 5 metri. Questi materiali presentano permeabilità per porosità variabile da bassa (per i limi) a elevata (per le sabbie con clasti) in relazione alla loro granulometria e stato di addensamento (coefficiente di permeabilità "K" variabile da 10^{-2} a 10^{-3} cm/sec). Tali cambiamenti di permeabilità, sia verticali che orizzontali, conferiscono caratteri di disomogeneità e anisotropia al complesso idrogeologico, influenzando sulla circolazione idrica sotterranea, per la quale è certamente ipotizzabile un deflusso preferenziale nei terreni a più alto grado di permeabilità relativa.

Complesso calcareo-dolomitico: rappresentato dai terreni del substrato interessati da un reticolo di fessure che, associate alle discontinuità stratigrafiche, conferiscono una porosità secondaria. La permeabilità per fessurazione è variabile da media a scarsa, in relazione al grado di fratturazione. Quindi, l'infiltrazione delle acque meteoriche avviene attraverso le fessure e l'assetto stratigrafico-strutturale di questo complesso ne condiziona la direzione di deflusso delle

falde così formatesi.

Dal rilevamento geologico realizzato, si è potuto evincere che le litologie presenti nell'area di sedime del fabbricato non presentano falde idriche superficiali.

- **Caratterizzazione sismica**—I territori comunali di Caggiano (SA) e Polla, a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in I categoria - **S=12 - $a_g=0.35g$** .

I risultati forniti dall'indagini sismiche MASW effettuate (cfr. **Tav. T071 CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI** e **Tav. T072 Relazione sulle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI**) permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **A** e **B**, con valori di V_{Seq} calcolati pari a:

<i>Prospezione sismica</i>	<i>V_{Seq} (m/s)</i>
<i>MASW n.1</i>	<i>Cat. A (>800m/s)</i>
<i>MASW n.2</i>	<i>Cat. A (>800m/s)</i>
<i>MASW n.3</i>	<i>[681]</i>
<i>MASW n.4</i>	<i>[496]</i>
<i>MASW n.5</i>	<i>[522]</i>
<i>MASW n.6</i>	<i>[363]</i>
<i>MASW n.7</i>	<i>[583]</i>

Valori di V_{Seq} calcolati, relativi alle prospezioni sismiche MASW n.1-7 effettuate.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **A** e **B** e della categoria topografica **T2 (h/H=1)** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici.

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;

- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

<i>Masw n°</i>	<i>a_g SLD</i>	<i>a_g SLV</i>	<i>S_e [g] SLD</i>	<i>S_e [g] SLV</i>
1	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
2	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
3	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
4	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
5	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
6	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]
7	[0.108]	[0.323]	[0.364]	[0.994]

Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

- **Caratterizzazione geotecnica** –Considerando i dati bibliografici inerenti alle litologie presenti nell'area d'intervento sono stati ricavati i parametri geotecnici (*cautelativi*) rappresentativi delle reali condizioni del territorio in esame, così riassumibili:

	Torri Eoliche n.1-2-3-4-5-6 e Sottostazione Elettrica	Torre Eolica n.7
LITOLOGIE	Calcare e dolomie (bad-rock)	Depositi intramontani di copertura costituiti da limo e sabbie con clasti litici
PARAMETRI GEOTECNICI		
Peso unità di volume nat. (t/m^3) - γ_n	2,3-2,7	1,8-1,9
Coesione (kg/cm^2) - c'	1-1,2	0-0,2
Angolo d'attrito interno - ϕ	35-45°	26-30°
Modulo Edometrico (kg/cm^2) - E_d	330-390	90-120
Coeff. di Poisson - ν	0,35-0,45	0,30-0,33
Modulo di Winkler (kg/cm^3) - K_w	10-15	3,5-6
Resistenza alla compressione (MPa) - R(P.L.T.)	>50	>25

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva sulla compatibilità geomorfologica e sismica (art. 15 L.R. 9/83) dell'intervento in progetto** in quanto:

1. I lavori da realizzare non apporteranno sostanziali variazioni dell'attuale conformazione orografica dell'area, né tanto meno creeranno neosuperfici esposte ad elevata pendenza, potenziali sedi d'innesto di movimenti franosi, e quindi determinare un aumento della pericolosità da frana;
2. La tipologia dell'intervento non apporteranno variazioni tali da indurre fenomeni di denudazioni e modifiche nella circolazione naturale e nel regime delle acque superficiali e sotterranee;
3. La regimentazione delle acque superficiali verrà attuata mediante un corretto sistema di smaltimento;
4. Non apporteranno un aumento del livello di rischio e/o del grado di esposizione al rischio

esistente, non compromettendo la stabilità e quindi della sicurezza globale dell'area.

5. le caratteristiche geologiche dell'area in esame sono tecnicamente compatibili con la realizzazione delle opere in progetto.

In definitiva, in base a tali risultanze e in ottemperanza alle N.T.A. del Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale (ex AdB Regione Campania SUD ed ex AdB Interregionale Sele) (Rivisitazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sele- Giugno 2012 e rimodulazione Giugno 2013 e Testo Unico delle NTA adottato ad agosto 2016) (nel caso specifico agli Art. 13 comma 5 e comma 7, Capo I Titolo III, Art.36 e 37 Capo IV Titolo IV, Art.18 Capo II Titolo III, Art.51 Capo I Titolo V e Allegato H), si esprime valutazione positiva di compatibilità tra la previsione urbanistica degli interventi a farsi e la caratterizzazione geomorfologia del territorio interessato in quanto tutte le aree sono stabili (si esclude la presenza di qualsiasi tipologia di frana sia attiva che quiescente), il cavidotto sarà posizionato all'interno delle carreggiate di strade esistenti e/o da adeguare, , e non sarà creato alcun possibile ostacolo al naturale deflusso delle acque ordinarie e di piena straordinaria del fiume Tusciano.

Dal presente studio, quindi, risulta che non verranno create nuove condizioni di rischio e pericolosità (rischio sostenibile) e si dichiara che sussiste l'assoluta compatibilità degli interventi a farsi rispetto all'assetto idro-geo-morfologico dell'area d'interesse.

Altavilla Silentina, agosto 2023

 **dr. geol. Fabio Di Feo**

14 ALLEGATI

- **T071 - CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI**
- **T072 - Relazione sulle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI**
- **T073 - Carta geologica**
- **T074 - Carta idrogeolitologica**
- **T075 - Carta geomorfologica**
- **T076 - Carta della stabilità**
- **T077 - Carta della pericolosità da frana - PAI**
- **T078 - Carta del rischio frana - PAI**
- **T079 - Carta della pericolosità alluvionale - PAI**
- **T080 - Carta del rischio idraulico - PAI**
- **T081 - Carta dell'inventario dei fenomeni franosi – IFFI**
- **T081_b - Carta delle acclività- PAI**
- **T082 - Carta della regimazione delle acque superficiali**



LPZS 644 - C.C.V. - ROMA



Cognome **DI FEO**
Nome **FABIO**
nato il **25/10/1973**
(atto n. **809** P. **I** A **1973**)
EBOLI (SA)
Cittadinanza **ITALIANA**
Residenza **ALTAVILLA SILENTINA**
Via **CONTRADA OLIVELLA N. 4/A**
Stato civile **CONIUGATO**
Professione **GEOLOGO**
CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI
Statura **m. 1.73**
Capelli **CASTANI**
Occhi **CASTANI**
Segni particolari **NESSUNO**


Firma del titolare *Fabio Di FEO*
ALTAVILLA SILENTINA 29/05/2015
Impronta del dito indice sinistro
D'ordine del Sindaco
Giuseppa De Gregorio
