



REGIONE BASILICATA



Provincia di Matera

COMUNI DI MONTALBANO JONICO  
E CRACO

PARCO EOLICO MONTALBANO JONICO  
Loc. Bersagliere Valle de Preti



Relazione geologica di compatibilità idrogeologica  
e di modellazione sismica

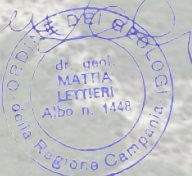
DATA	REVISIONE
Dicembre 2022	Valutazione di Impatto Ambientale

**IL TECNICO:**

Dott. Geol. Antonio Viggiano



Dott. Geol. Mattia Lettieri



**PROPONENTE:**

MYT EOLO 1 S.R.L.

Via Vecchia Ferriera 22

36100 Vicenza

P.IVA: 04436470241

PEC: myteolo1srl@pec.it



RENX ITALIA

RENX ITALIA S.R.L.

Via Vecchia Ferriera 22

36100 Vicenza (VI)

P.IVA 04339940241

PEC: renx-italia@pec.it

ELABORATO

R02

## INDICE

1. Premessa.....	3
2. Individuazione geografica e cartografica dell'area .....	6
3. Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica .....	14
3.1 Caratteri litologici e strutturali generali dell'area di studio .....	14
3.2 Assetto geologico locale dell'area di studio .....	19
3.3 Evoluzione tettonica e strutturale .....	21
3.4 Geomorfologia e stabilità generale dell'area di studio .....	23
3.5 Idrologia ed idrogeologia generale dell'area in esame.....	30
4. Pericolosità geologica dell'area di studio .....	34
4.1 Normativa di riferimento.....	34
5. Indagini e caratterizzazione geologica e geotecnica .....	51
5.1 Programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche in sito.....	51
5.2 Prove penetrometriche dinamiche continue.....	52
6. Modello geologico e caratteristiche geotecniche medie dei terreni.....	55
6.1 Caratteristiche geotecniche dei terreni .....	55
7. Modellazione sismica ed indagini geofisiche.....	56
7.1 Prospezioni sismiche M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves).....	56
8. Considerazioni sul rischio sismico .....	92
8.1 Indicazione della zona sismogenetica.....	92
8.2 Sismicità storica della Regione Basilicata.....	99
8.3 Classificazione sismica di Montalbano Jonico e Craco.....	108
9. Risposta sismica locale.....	114
9.1 Categoria di sottosuolo .....	115
9.2 Categoria topografica .....	125
9.3 Condizioni di amplificazione stratigrafica e topografica .....	128
10. Caratterizzazione sismica secondo le N.T.C. 2018 (D.M. 17.01.2018) .....	132
11. Verifica delle pericolosità dovuti agli effetti cosismici .....	196
11.1 Stabilità nei confronti della liquefazione .....	197
12. Considerazioni tecniche e compatibilità geologica del progetto proposto .....	202
12.1 Descrizione sommaria delle opere da realizzare.....	202
12.2 Compatibilità idrogeologica del progetto proposto.....	206

13. Campagna di indagini geognostiche previste per il progetto esecutivo..... 209

**Allegati alla relazione:**

- *Rapporto delle indagini eseguite in sito*
- *Indagini disponibili per l'area di studio prese in considerazione*

**Tavole allegare alla relazione fuori testo:**

- *Tav. R02.1 – Impianto eolico su aerofotogrammetria I.G.M. – Scala 1:25.000*
- *Tav. R02.2 – Impianto eolico su aerofotogrammetria C.T.R. – Scala 1:10.000*
- *Tav. R02.3 – Impianto eolico su ortofoto tratta da Google satellite – Scala 1:10.000*
- *Tav. R02.4 – Carta geolitologica e strutturale – Scala 1:10.000*
- *Tav. R02.5 – Carta idrologica, del sistema idrografico e dei complessi idrogeologici – Scala 1:10.000*
- *Tav. R02.6 – Carta geomorfologica – Scala 1:10.000*
- *Tav. R02.7 – Carta del modello di elevazione digitale del terreno – Scala 1:10.000*
- *Tav. R02.8 – Carta clivometrica – Scala 1:10.000*
- *Tav. R02.9 – Carta inventario dei fenomeni franosi dell'ex ADB Basilicata – Scala 1:25.000*
- *Tav. R02.10 – Carta del rischio frana dell'ex ADB Basilicata – Scala 1:10.000*
- *Tav. R02.11 – Carta delle aree soggette a rischio idraulico bacini dei fiumi Agri e Cavone dell'ex ADB Basilicata – Scala 1:10.000*
- *Tav. R02.12 – Carta della categoria topografica e dell'amplificazione topografica – Scala 1:10.000*
- *Tav. R02.13 – Carta della categoria di sottosuolo e dell'amplificazione stratigrafica – Scala 1:10.000*
- *Tav. R02.14 – Carta di ubicazione delle indagini in sito – Scala 1:10.000*
- *Tav. R02.15 – Sezioni litostratigrafiche – Scale varie*

## 1. Premessa

Su incarico ricevuto dalla soc. **MYT EOLO 1 S.R.L.**, con sede in Vicenza (VI) alla via Vecchia Ferreria n°22, il sottoscritto geologo dott. Antonio Viggiano, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con n°2397, con studio in Postiglione (SA) alla via Canneto n°210, in collaborazione con il *geologo dott. Mattia Lettieri*, iscritto all'Albo dei Geologi della Regione Campania con n°1448, redigono la presente relazione geologica, idrogeologica, di compatibilità idrogeologica e di modellazione sismica del sito di costruzione (DPR 328/01, art. 41; D.M. 17/01/2018, 3.2.2, 6.2.2;) per il "Progetto per la realizzazione di un parco eolico, denominato *Parco Eolico Montalbano Jonico località Bersagliere Valle de Preti*".

Come si evince dalla documentazione tecnica progettuale, il parco eolico di Montalbano Jonico/Craco è localizzato in Basilicata, in provincia di Matera, nei territori comunali di Montalbano Jonico e Craco, nelle località denominate Colle del Bersagliere e Valle dei Preti.

Il progetto prevede l'installazione di 10 aerogeneratori della potenza unitaria di 6,2 MW per un totale di 62 Mw oltre alla realizzazione delle opere di connessione alla RTN ed un impianto di accumulo della potenza complessiva di 31 MW con una capacità di carica di 4 h.

Per quanto riguarda gli aspetti tecnici questo studio geologico-tecnico è stato redatto secondo le disposizioni *D.M. 11.03.88 e relativa Circolare Applicativa*, dell'O.P.C.M. n.3274/03 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"; della *L.R. n. 9 del 7 giugno 2011 - Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica* (all'art. 3 essa dispone che "Per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica previsti nella formazione degli strumenti urbanistici si farà riferimento alla Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata fornita nell'allegato 1"); del *D.M. 17.01.2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"*.

Inoltre è stato effettuato anche in ottemperanza a quanto previsto dal Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino (AdB) della Basilicata, oggi Sede della Basilicata dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (D.L.gs 152/2006, D.M. 294 del 25/10/2016, DPCM 4 aprile 2018), approvato per la prima volta dal Comitato Istituzionale dell'AdB Basilicata il 5 dicembre 2001 con delibera n. 26.

La presente analisi fornisce un inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico dell'area oggetto di studio ed è supportata dalle risultanze delle indagini geognostiche eseguite dagli scriventi nell'area oggetto d'intervento, nonché dagli studi tematici effettuati dalla citata Autorità di Bacino citata.

Questo lavoro si prefigge, quindi, di evidenziare le possibili problematiche connesse alle condizioni di assetto idrogeologico in cui versa attualmente il territorio indagato fornendo tutti i suggerimenti necessari per eseguire le scelte tecniche operative più idonee. L'indagine eseguita si è articolata nelle seguenti quattro fasi di studio principali:



1. *Fase preliminare*: la prima fase ha riguardato la raccolta di tutti i dati disponibili presso gli enti pubblici preposti (Comuni di Montalbano Jonico e Craco, Autorità di Bacino della Basilicata) e del materiale bibliografico riguardante l'area in esame.
2. *Fase conoscitiva di base*: durante la seconda fase è stato effettuato il riconoscimento dei lineamenti geologici, geomorfologici e dell'assetto strutturale della zona, dello stato idrogeologico superficiale e sotterraneo, controllo, integrazioni o aggiornamenti delle cartografie di base già redatte per la zona di studio da altri enti pubblici.
3. *Fase degli accertamenti di dettaglio*: la terza fase si è svolta prima mediante il rilevamento geologico di campagna, al fine di verificare e aggiornare con rilievi di dettaglio gli aspetti geologici e geomorfologici relativi al territorio in studio, e successivamente con l'analisi delle indagini geognostiche eseguite e disponibili con la successiva elaborazione ed interpretazione dei dati.
4. *Elaborazione dei dati*: infine si è pervenuti alla stesura della relazione geologica, idrogeologica e di modellazione sismica del sito di costruzione, che illustra le conclusioni cui si è approdati in fase di sintesi al fine di verificare la compatibilità dei lavori di progetto in relazione alla stabilità della zona ed alle condizioni di assetto idrogeologiche attualmente presenti.

I contenuti della presente relazione geologica e idrogeologica, di compatibilità idrogeologica e di modellazione sismica del sito di costruzione, sono i seguenti:

- inquadramento geologico, idrogeologico e geomorfologico dell'area;
- analisi e considerazioni sulle indagini geognostiche e sismiche eseguite sui siti di specifico interesse e su quelle disponibili per l'area di studio;
- caratterizzazione dei parametri geotecnici medi dei litotipi del sottosuolo in esame;
- indicazione della zona sismogenetica, della classificazione sismica regionale e della sismicità storica dell'area di studio;
- indicazione della fattibilità dell'intervento in relazione all'assetto idrogeologico della zona ed in base ai risultati ottenuti dai punti precedenti.

L'obiettivo finale che si vuole raggiungere con il presente studio è quello di valutare la Risposta Sismica di Sito che ha avuto lo scopo di definire, in tutti i suoi dettagli, le caratteristiche del sito di fondazione e del sottosuolo significativamente interessato dalle opere di progetto definendo, come previsto nella nuova normativa per le costruzioni in zona sismica, la Categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche. L'attenzione alle caratteristiche geolitologiche, geosismiche e geotecniche a livello di sito, nasce dalla constatazione ormai ben nota che un deposito incoerente, poggiate su un basamento rigido, può modificare sostanzialmente la composizione spettrale ed il livello energetico dell'evento sismico determinando l'amplificazione di alcune frequenze.

La definizione di tali amplificazioni è essenziale per valutare la pericolosità di un sito potendo essa essere di livello anche molto maggiore di quello relativo alle stesse differenziazioni energetiche legate alla Classificazione. Il Rischio per una struttura sottoposta ad uno stress sismico dipende, infatti, non solo dalla vulnerabilità propria della struttura edilizia, ma anche, e forse principalmente, dall'intensità delle componenti a varie frequenze contenute nel segnale sismico ed in particolare quello relativo alle onde *S*, che, emergendo in genere verticalmente, producono sollecitazioni orizzontali alle costruzioni.

Per la ricostruzione del modello geologico, geotecnico e sismico del sito di specifico interesse, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche in sito consistente nella realizzazione di n°6 prove penetrometriche dinamiche continue e n°6 prospezioni sismiche M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh*).

In aggiunta, sono stati presi in considerazione i risultati di una precedente campagna di indagini geognostiche realizzata da un altro professionista nella medesima area di studio, durante la quale sono stati eseguiti sondaggi a carotaggio continuo, prove S.P.T. in foro di sondaggio e prove di laboratorio su campioni di terreno indisturbato.

Tali attività hanno permesso di ricostruire il modello geologico del sito di studio e, nel contempo, di ricavare i principali parametri dei terreni del sottosuolo di interesse geotecnico e sismico, al fine di conoscerne e studiarne il comportamento in relazione alle caratteristiche strutturali e dimensionali dell'opera di progetto.

L'insieme dei dati acquisiti, a parere degli scriventi, risulta sufficiente a riconoscere e descrivere i parametri necessari ad inquadrare la tematica trattata e consente di giungere responsabilmente al parere di competenza, in ordine all'incarico ricevuto.

## 2. Individuazione geografica e cartografica dell'area

L'area di studio è posta nell'estrema porzione nord-occidentale di Montalbano Jonico e nell'estremo settore sud-orientale di Craco, entrambi comuni in provincia di Matera.

L'area interessata alla realizzazione dell'impianto eolico, è situata nel triangolo definito dalla Strada Statale n.598, la SP n.176 e la SP n.103, nelle vicinanze della frazione Peschiera del comune di Craco, e confinata a Sud dal Fiume Agri, Serra del Cavallo e Monte Marcaglione e Nord dal Torrente Salandrella.

I centri urbani più vicini, Craco, Montalbano Jonico e Peschiera, distano in linea d'aria rispettivamente circa 2,8 km dalla turbina T9a1, circa 5,2 Km dalla turbina T5a e poco più di 3,0 km dalle turbine T3b1 e T7b1. L'area di consegna utente sarà ubicata nel Comune di Montalbano Jonico nei pressi del rilievo collinare Cozzo Frascarossa (Fig. 1).

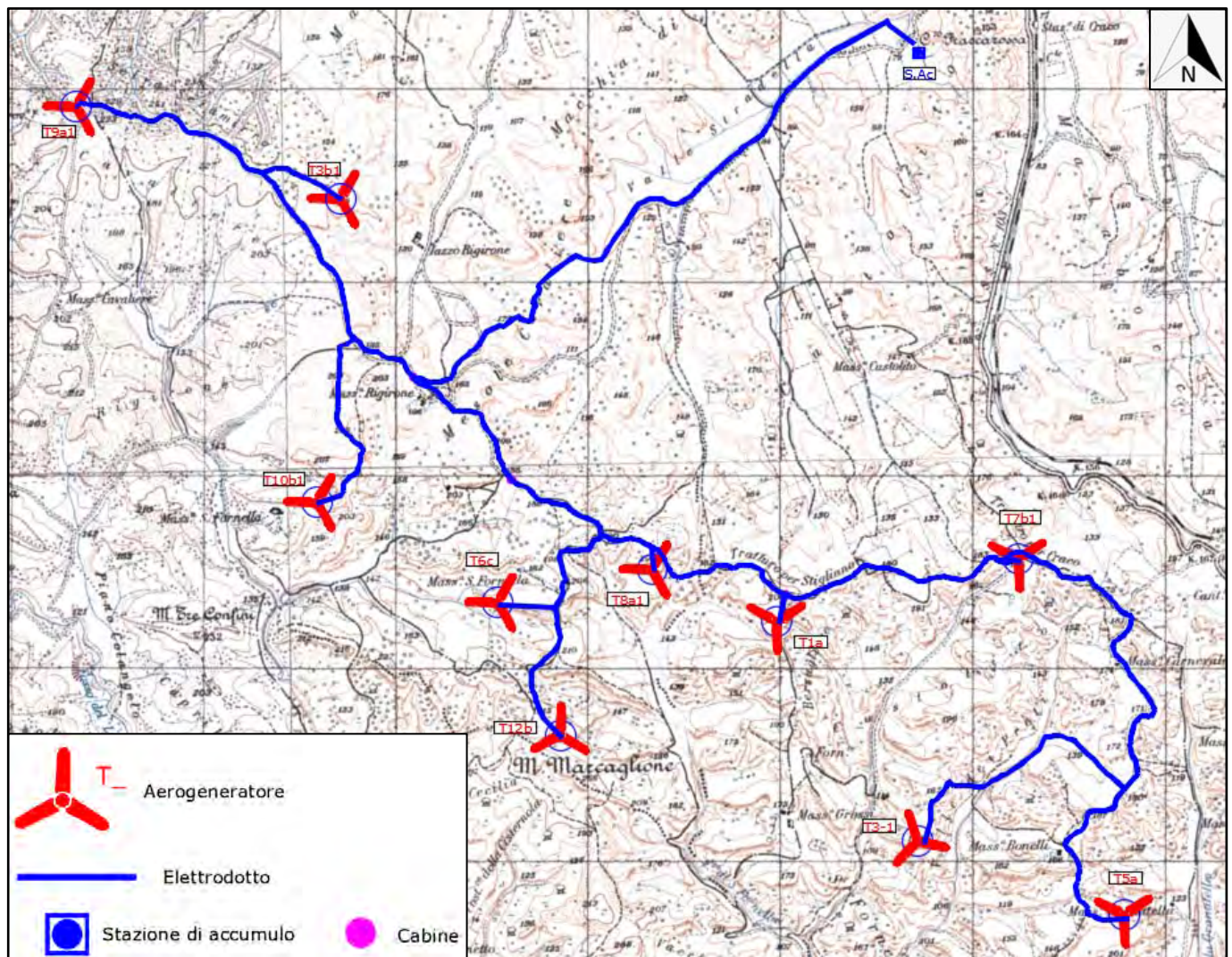


Fig. 1 – Stralcio della Carta Topografica IGM in scala 1:25.000 con ubicazione degli aerogeneratori, del percorso cavidotto in MT e della cabina di consegna utente



Il parco eolico sarà costituito da n°10 aerogeneratori di cui n°4 (T1a, T3-1, T5a, T7b1) saranno realizzate nel Comune di Montalbano Jonico e n°6 (T3b1, T6c, T8a1, T9a1, T12b, T10a) nel Comune di Craco (Fig. 2).

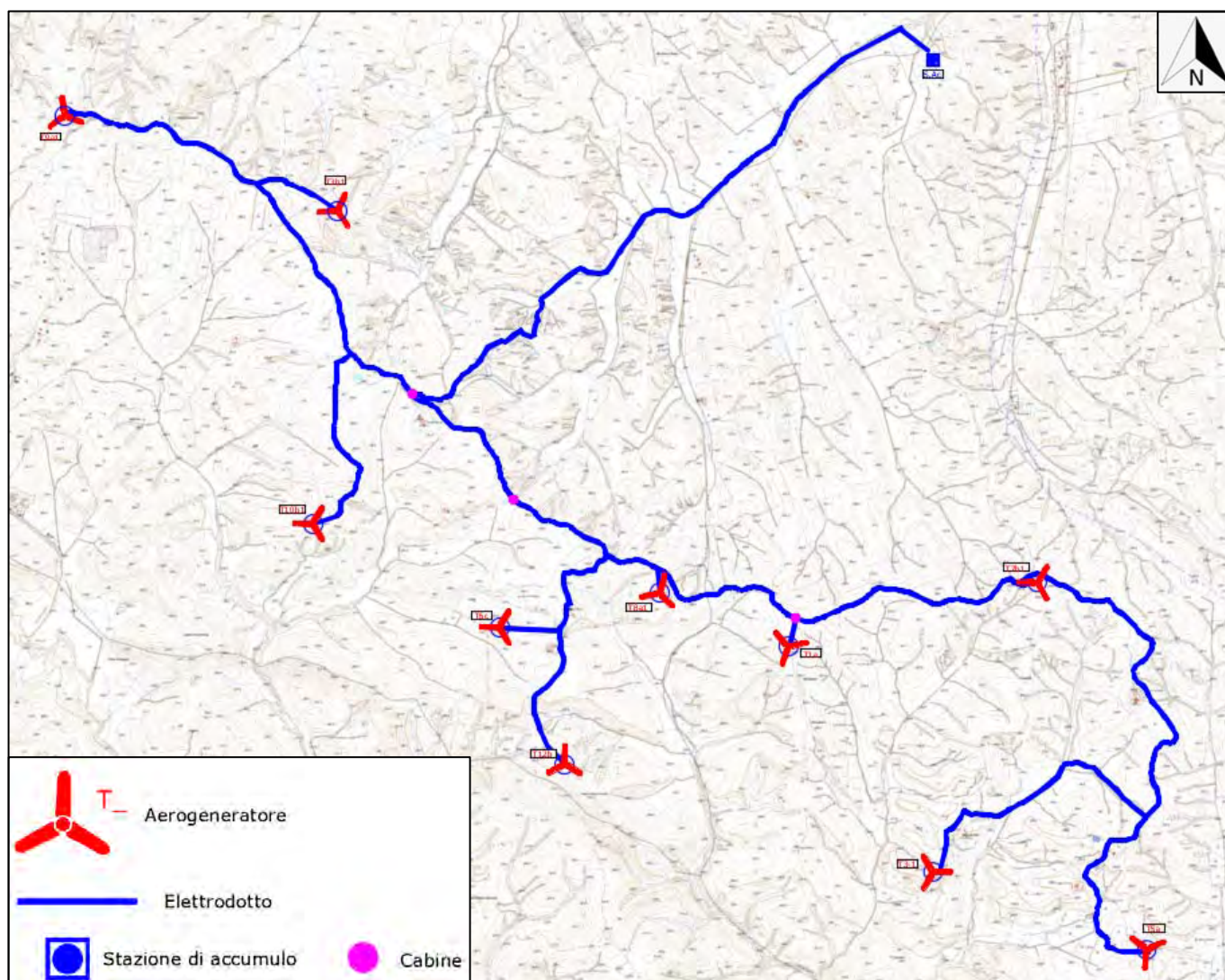


Fig. 2 – Stralcio della Carta Topografica IGM in scala 1:25.000 con ubicazione degli aerogeneratori

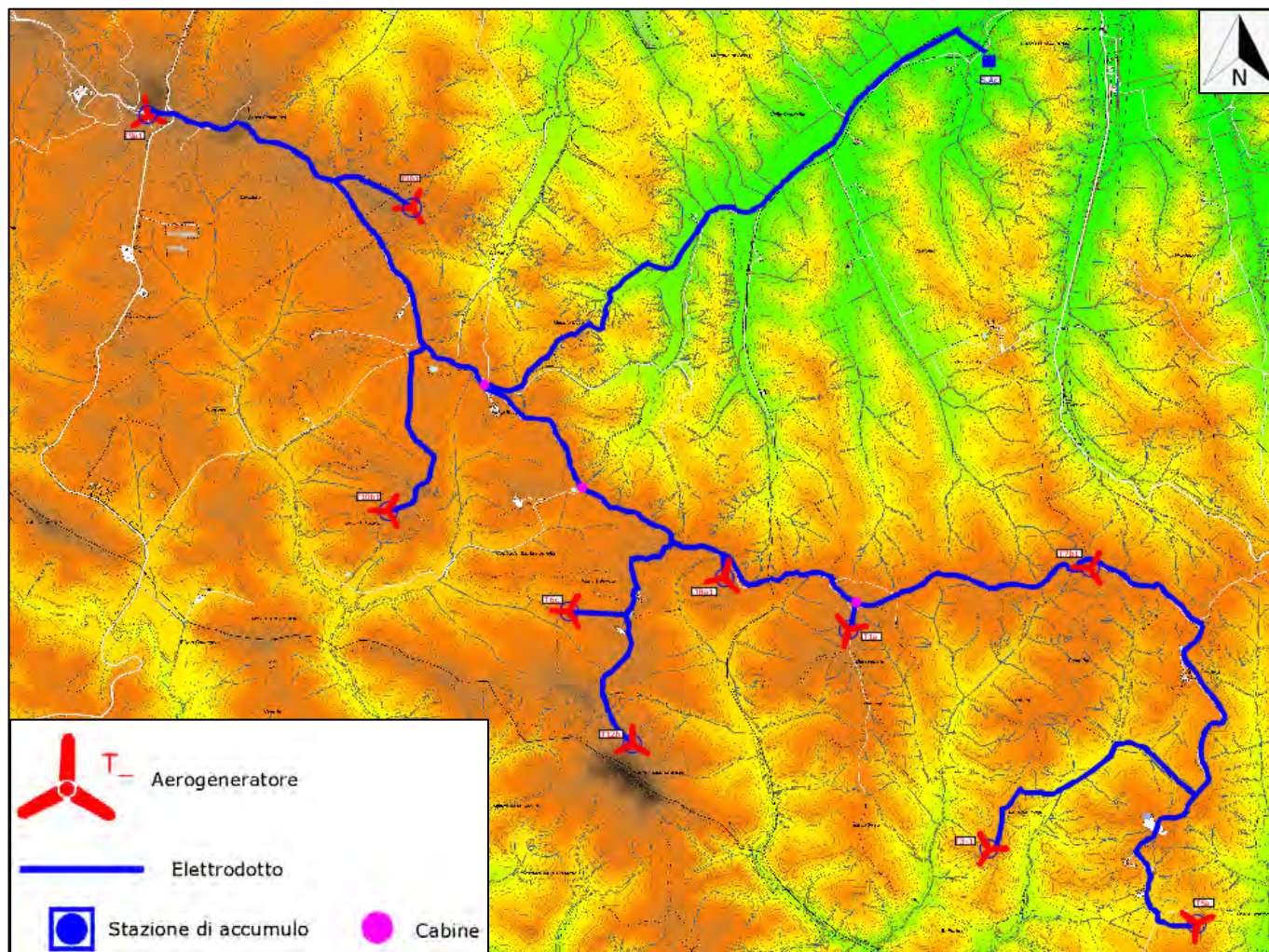
Nella seguente tabella sono indicate le coordinate geografiche delle singole postazioni del parco eolico di progetto.

Comune di Craco		
ID	Latitudine	Longitudine
T3b1	40° 20' 47.42" N	16° 27' 20.89" E
T6c	40° 19' 39.09" N	16° 27' 54.03" E
T8a1	40° 19' 44.25" N	16° 28' 28.21" E
T9a1	40° 21' 3.67" N	16° 26' 23.10" E
T12b	40° 19' 16.57" N	16° 28' 7.41" E
T10b1	40° 19' 56.47" N	16° 27' 14.61" E

Comune di Montalbano Jonico		
ID	Latitudine	Longitudine
T1a	40° 19' 35.12" N	16° 28' 55.46" E
T3-1	40° 18' 57.89" N	16° 29' 25.50" E
T5a	40° 18' 44.74" N	16° 30' 10.74" E
T7b1	40° 19' 44.87" N	16° 29' 48.79" E




Il parco eolico verrà realizzato in un'area prettamente collinare che si sviluppa ad una altitudine media di 180 m s.l.m. (aerogeneratori) fino ad arrivare alla cabina di consegna utente, in destra idraulica del torrente Pescara, posta ad una quota di circa 80 m s.l.m. (Fig. 3).



*Fig. 3 – Carta del modello di elevazione digitale del terreno con ubicazione degli aerogeneratori, del percorso cavidotto in MT e della cabina di consegna utente*

### Legenda

	fino a 25 m s.l.m.		fino a 175 m s.l.m.
	fino a 50 m s.l.m.		fino a 200 m s.l.m.
	fino a 75 m s.l.m.		fino a 225 m s.l.m.
	fino a 100 m s.l.m.		fino a 250 m s.l.m.
	fino a 125 m s.l.m.		fino a 280 m s.l.m.
	fino a 150 m s.l.m.		



La morfologia dell'area è piuttosto ondulata e a diversa acclività (Fig. 4), anche come conseguenza di variegati e diversificati aspetti geolitologici.

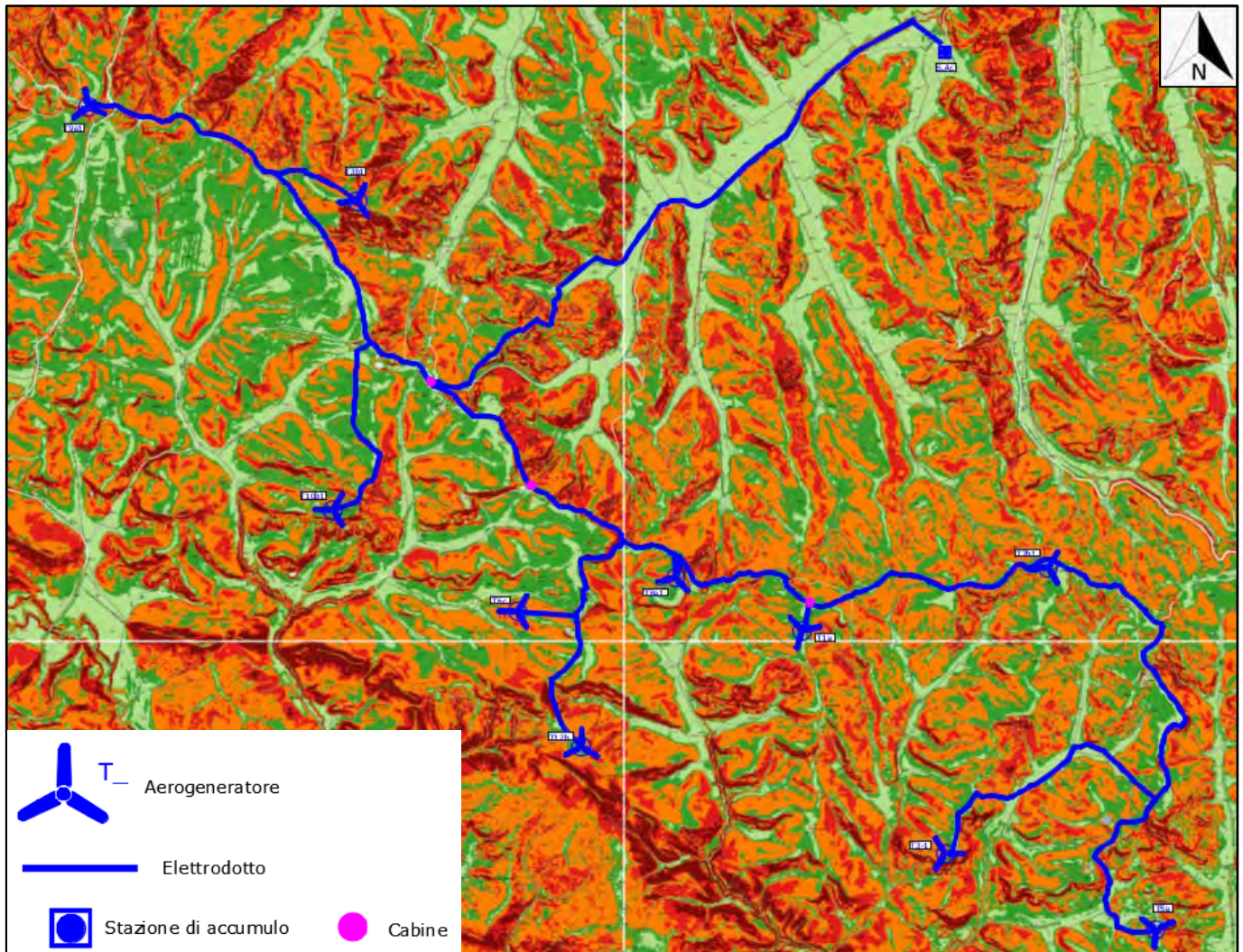







Fig. 4 - Carta clivometrica con ubicazione degli aerogeneratori, del percorso cavidotto in MT e della cabina di consegna utente

## Legenda

### Classi di pendenza

	0% - 10% [0° - 5,71°]		35% - 50% [19,29° - 26,57°]
	10% - 20% [5,71° - 11,31°]		> 50% [ > 26,57°]
	20% - 35% [11,31° - 19,29°]		



Il paesaggio si presenta in larghissima parte costituito da aree agricole con significativa presenza di aree occupate da macchia mediterranea e diversi rimboschimenti di conifere.

La zona è caratterizzata dalla presenza di insediamenti rurali ed abitativi sparsi a bassa densità. L'uso del suolo mostra la chiara vocazione agricola dell'area (Fig. 5).

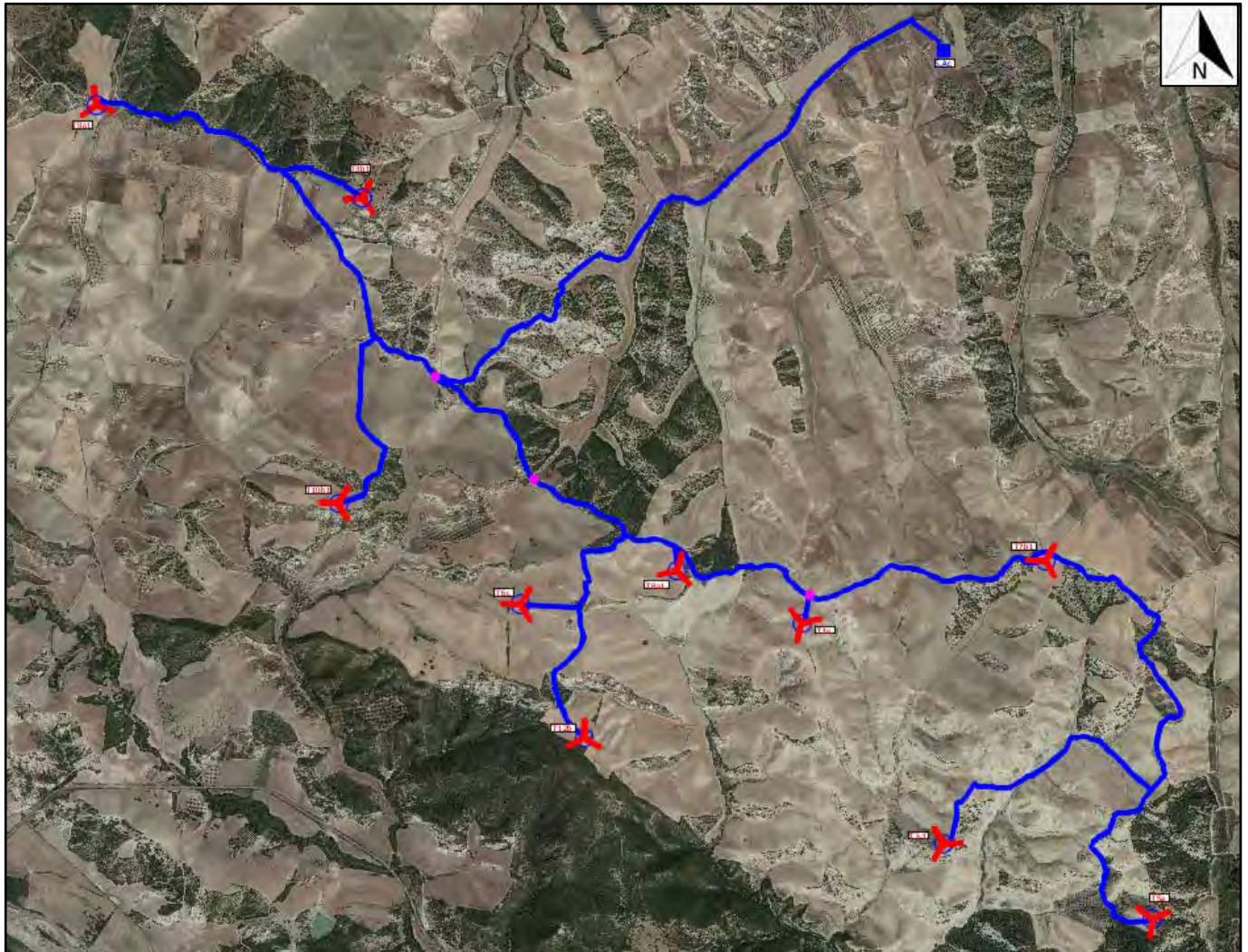


Fig. 5 – Ortofoto tratta da Google satellite con ubicazione degli aerogeneratori, del percorso cavidotto in MT e della cabina di consegna utente

### Legenda



Aerogeneratore



Elettrodotto



Stazione di accumulo



Cabine



La morfologia dell'area in esame è condizionata dall'assetto litostrutturale, ossia dai litotipi affioranti e dal loro assetto strutturale.

Su ampia scala si osserva un territorio alto collinare con forme tipicamente arrotondate, valli con versanti a media-bassa pendenza e aree di fondovalle semi-piane ove scorrono i principali corsi d'acqua (Fiume Agri, Torrente Salandrella). L'organizzazione planimetrica della rete idrografica è di tipo dendritico ovvero con ramificazioni ad andamento arborescente dei segmenti fluviali di ordine via via inferiore.



Fig. 6 – Vista della morfologia collinare dell'area in esame tratta da Google satellite con ubicazione degli aerogeneratori, del percorso cavidotto in MT

I versanti si presentano molto articolati, sia per il susseguirsi di valli e vallecole di erosione lineare, sia per la presenza di nicchie di frana di varia natura e dimensioni.

L'area di studio è ubicata su rilievi collinari le cui quote si aggirano tra i 140 e i 200 m s.l.m.; essi sono orientati complessivamente NO-SE e SO-NE e separano la valle del Fiume Agri posta a sud con quella del Torrente Salandrella posta a nord. Detti rilievi si presentano con bordi di versante anche blandi e poco scoscesi, dovuti all'incisione superficiale dei diversi corsi d'acqua che nascono e scorrono lungo le suddette pendici.

Il motivo geomorfologicamente dominante della zona è dettato, dunque, dalle blande colline argillose (Foto 1), terreni soggetti ad un forte modellamento da parte degli agenti atmosferici, in particolare le precipitazioni intense (Foto 2). Tale caratteristica attribuisce all'area in esame il tipico paesaggio calanchivo (Foto 3-4).





*Foto 1 – Paesaggio collinare dell'area di studio*



*Foto 2 – Esempio di azione erosiva delle acque di ruscellamento superficiale*





*Foto 3 – Tipico paesaggio calanchivo dell'area di studio*



*Foto 4 – Tipico paesaggio calanchivo dell'area di studio*



### 3. Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica

#### 3.1 Caratteri litologici e strutturali generali dell'area di studio

Dal punto di vista geologico generale l'impianto eolico di progetto rientra nei Fogli n°200 "Tricarico", n°201 "Matera" e n°212 "Montalbano Jonico" della Carta Geologica d'Italia in scala 1/100.000 (Fig. 6).

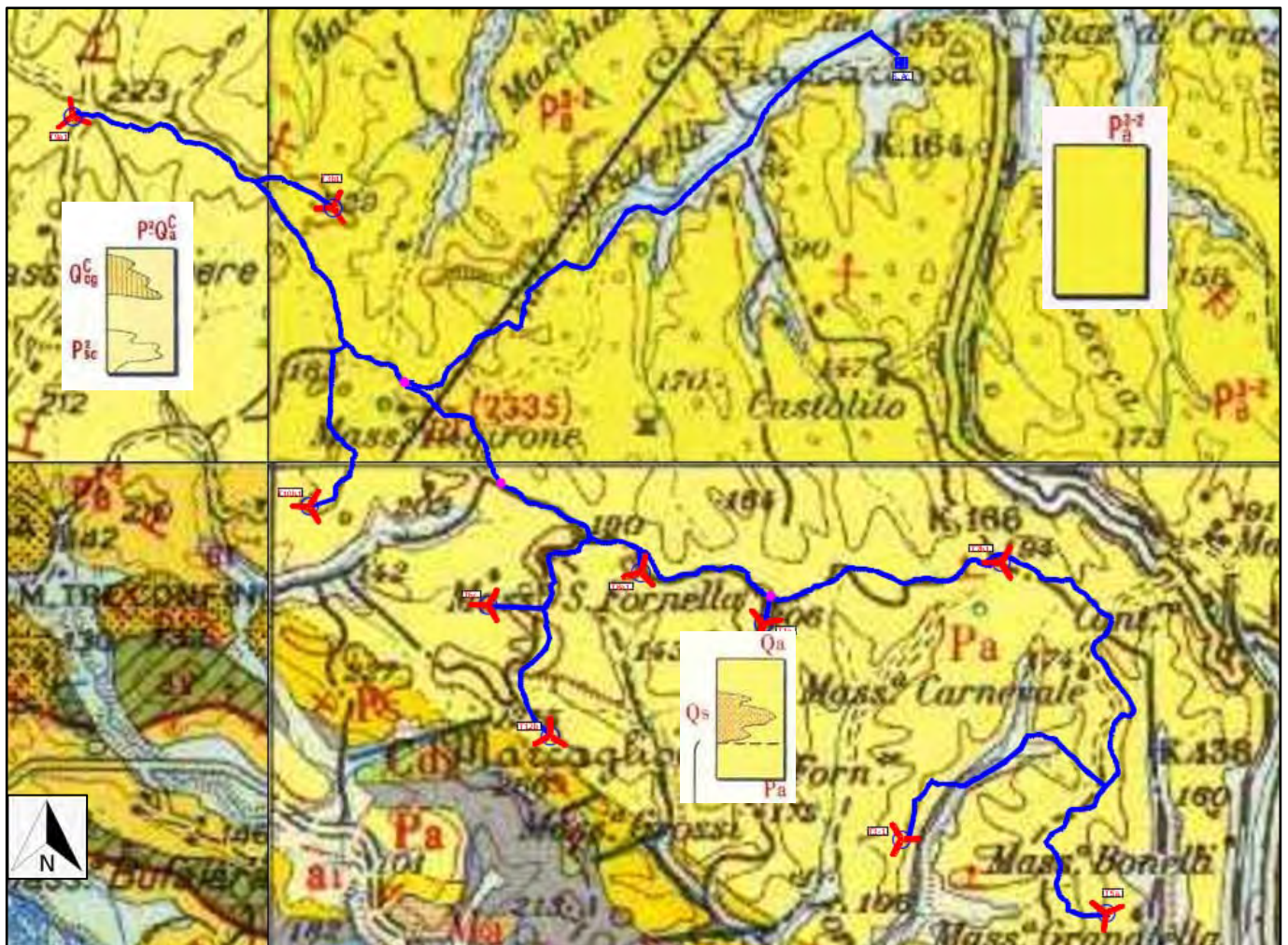


Fig. 7 - Stralcio (fuori scala) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100. con ubicazione degli aerogeneratori, del percorso cavidotto in MT e della cabina di consegna utente

#### Legenda



T Aerogeneratore



Elettrodotto



Stazione di accumulo



Cabine



Legenda della carta geologica d'Italia in scala 1:100.000



(P²Qₐ): argille grigio-azzurre con fossili marini [nella parte inferiore microfauna a: *Globigerinoides gomitulus* SEGUENZA, *Globigerinoides ruber* (d'ORBIGNY), *Bulimina marginata* (d'ORBIGNY), *Globigerina inflata* (d'ORBIGNY); nella parte superiore, *Anomalina (Hyalinaea) balthica* (SCHROETER)]. Argille sabbiose, al passaggio con le sovrastanti Sabbie di M. Marano.

**CALABRIANO – PLIOCENE.**

ARGILLE DI GRAVINA.

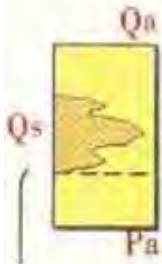


**FORMAZIONI ALLOCTONE**

ARGILLE SUBAPPENNINE (Pₐ²-²). - Argille e argille marnose grigio-azzurre o giallastre con fossili marini: *Globorotalia crassaformis* (GALL & WISS.), *Anomalina helicina* (COSTA) e, nei livelli più alti, *Globorotalia inflata* (d'ORB) e *Bulimina marginata* d'ORB. **PLIOCENE MEDIO E SUPERIORE.**

Argilla marnosa grigia o grigio-azzurra, talvolta ocrea per alterazione superficiale; sono presenti episodi sabbiosi.

**Calabriano:**



sopra le SABBIE DI TURSI e sotto, nella parte altissima, (fra Tursi e Rocca Imperiale), in continuità di sedimentazione con il Pliocene, (zona tra Montalbano Ionico e Serra del Cavallo).

Zona di Associazione ad *Anomalina balthica* SCHROETER, *Bulimina marginata* d'ORBIGNY, *Bolivina catanensis* SEGUENZA, *Cassidulina laevigata* d'ORBIGNY var. *carinata* SILVESTRI, *Elphidium crispum* (LINNÉ).

Nella parte alta, resti di molluschi: *Cardium (Achantocardium) echinatum* LINNÉ, *Venus (Ventricola) multilamella* (LAMARCK), *Arca (Anadara) diluvii* (LAMARCK), *Nassa prismatica* (BROCCHI), *Turritella tricarinata* (BROCCHI), *Dentalium (Entalis) rectum* (LINNÉ) ( Qₐ ).

**Pliocene:**

nelle altre zone.

Zona di Associazione ad *Anomalina ornata* (COSTA), *Anomalina semipunctata* (BAILEY), *Globigerina inflata* d'ORBIGNY.

Zona di Associazione a *Globorotalia punctulata* (d'ORBIGNY), e *Plectofrondicularia gemina* (SILVESTRI) ( Pₐ ).

ARGILLE DI MONTALBANO.



L'area in esame ricade, in un più ampio contesto geologico, sul margine occidentale della struttura geologico-sedimentaria denominata "Fossa Bradanica", la quale è a sua volta è limitata a NE da un'altra struttura geologico-sedimentaria di primaria importanza quale è la "Piattaforma Apula". La prima, ad occidente, allungata in direzione NO-SE, è caratterizzata da sedimenti marini sciolti o poco cementati, a granulometria variabile in dipendenza della profondità del bacino di deposizione e degli apporti. I depositi terrigeni affioranti, compresi quelli che si possono osservare nella zona in studio, fanno parte dei depositi plio-pleistocenici della catena appenninica. I suddetti depositi costituiscono delle formazioni argilloso-limoso-sabbiose a granulometria piuttosto sottile, depositatisi in ambiente marino.

La loro distribuzione è piuttosto omogenea su tutto il territorio con evidenti aree pianeggianti ricoperte da depositi di origine continentale che sono costituiti da sedimenti eluvio-colluviali limoso-sabbiosi derivanti dallo smantellamento dei rilievi argillosi.

L'intera zona non ha subito grossi eventi tettonici che hanno modificato la vecchia giacitura o le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni. L'unico evento tettonico che ha interessato le unità affioranti, è stato il sollevamento regionale che ha prodotto alcune faglie dirette.

Le aree esaminate sono caratterizzate dalla successione flyscioide costituita prevalentemente da alternanze limoso-argillososabbiose con strutture sedimentarie prevalentemente tabulari, con angoli di inclinazione piuttosto deboli, variabili tra i 5°-10° e con direzioni di immersione disposti nei quadranti sudest e ed ovest. La successione è interrotta in maniera piuttosto poco evidente da modeste faglie di tipo diretto che sbloccano e rigettano modesti frammenti di successione.

La successione geologica descritta, piuttosto monotona, appartiene ai depositi dei bacini di Avanfossa e del vicino Bacino di Sant'Arcangelo di età plio-pleistocenica. Le litologie condizionano in maniera evidente la morfologia del territorio che si presenta con zone caratteristiche dei calanchi e da colline blande e con altitudini modeste.

Con riferimento alla nuova cartografia geologica CARG in scala 1:50.000, l'area interessata dal progetto del parco eolico ricade interamente nel Foglio n°507 "Pisticci" – pubblicato sul web dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), in attesa di stampa.

L'area del Foglio "Pisticci" è ubicata in corrispondenza del bordo appenninico dell'Avanfossa Bradanica. In essa è presente il cuneo alloctono delle coltri appenniniche più avanzate, sovrascorse sul bordo sud-occidentale dell'avanfossa.

Questa poggia sul settore flessurato dell'avampaese apulo ed è colmata da potenti successioni argilloso-sabbiose plio-pleistoceniche entro le quali le formazioni preplioceniche e plioceniche sono inserite a cuneo, formando la cosiddetta Falda di Metaponto (Fig. 8).

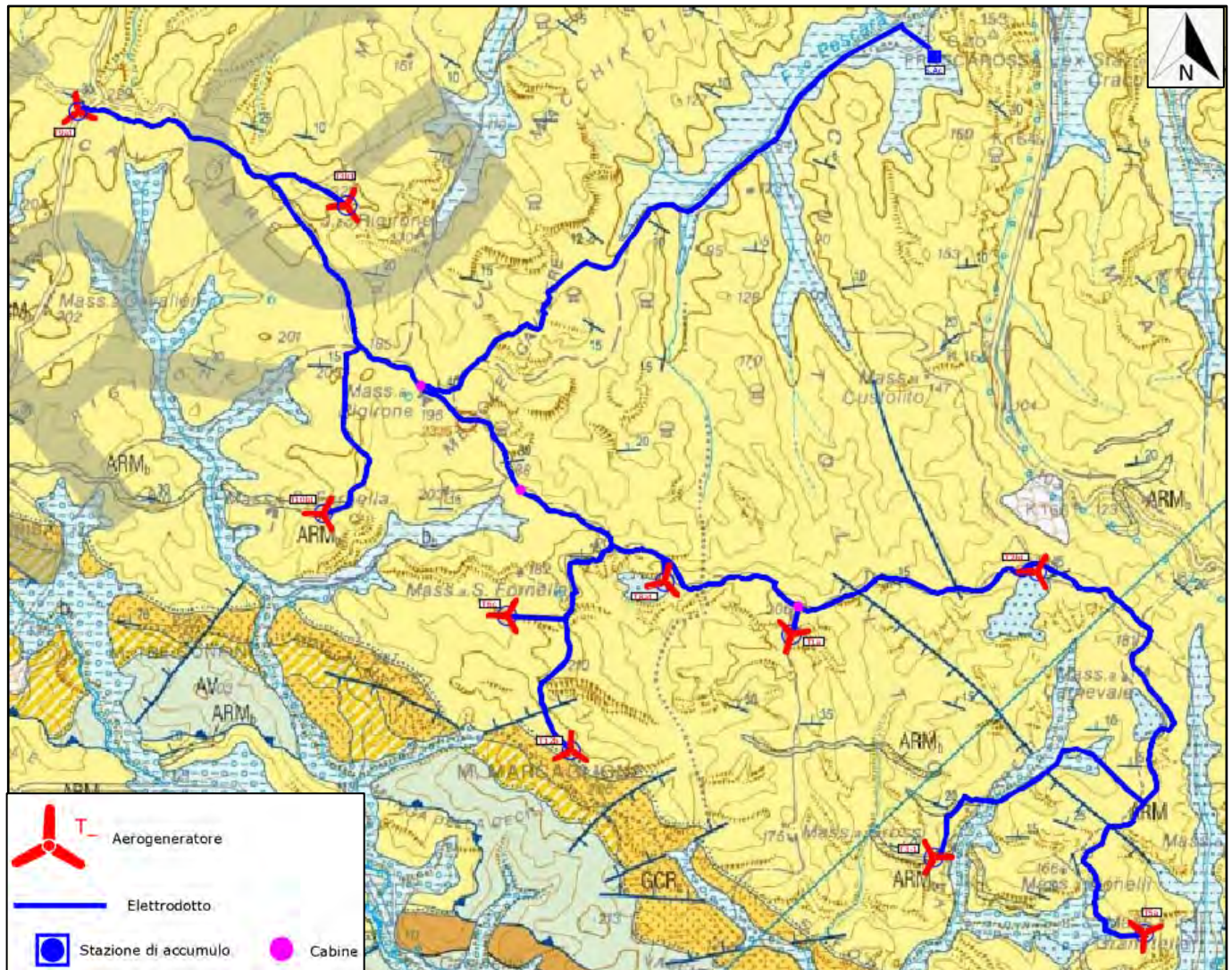


Fig. 8 - Stralcio (fuori scala) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 - Foglio n°507 "Pisticci"

## Legenda

### ARGILLE MARNOSE AZZURRE DEL T. SAURO (cfr. argille marnose azzurre, Foglio San'Arcangelo)

Argille marnose azzurre o grigio verdi a frattura concoide (ARM) con fitte intercalazioni sottili di sabbie giallastre nella parte medio-alta (ARM<sub>h</sub>). A nord del F. Agri, nella parte media della formazione, sono presenti alcuni orizzonti tuffitici grigio nerastri, o grigio-biancastri se alterati, talora associati a diatomiti, spessi fino a 3 m (ARM<sub>m</sub>). Associazioni a nannofossili con *Helicosphaera sellii*, *Discoaster brouweri*, *D. surculus*, *D. pentaradiatus*, *D. tamalis*, *Pseudoemiliania lacunosa*, riferibili alla biozona MNN16a, e, in assenza (post estinzione) di *D. tamalis*, alla biozona MNN16b/17; tra i foraminiferi, *Globorotalia bononiensis* e *G. crassaformis* indicano la parte alta della biozona MPL4b e la biozona MPL5a, del Piacenziano. In intervalli stratigraficamente più alti associazioni del Gelasiano con *Bulimina marginata*, *Globorotalia inflata*, *G. tosaensis*, *G. truncatulinoides* (biozona MPL6) e con nannoflore delle biozone MNN18 e MNN19a. A causa della geometria *onlap* del contatto di base, le argille poggiano sulle varie litofacies della formazione di Craco o direttamente sul substrato pre-pliocenico. Depositi di ambiente da circa a infralitorale. Spessore complessivo fino a 600 m.

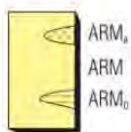
### PIACENZIANO-GELASIANO

### ARGILLE E SABBIE DI CRACO (GCR)

Formazione clastica che registra l'inizio della sedimentazione marina nelle aree frontali dell'orogene dopo una prolungata fase di emersione. È costituita da tre litofacies eteropiche.

Conglomerati ad elementi calcarei, marnosi ed arenacei di 2-30 cm, in matrice sabbioso-argillosa, da poco a mediamente cementati (Craco e Timpa S. Lorenzo) (litofacies conglomeratica GCR<sub>1</sub>). Argille marnoso-sabbiose di colore grigio-biancastro o giallastro a frattura concoide, talora diatomitiche (litofacies argilloso-marnosa GCR<sub>2</sub>). Sabbie quarzose e calcareniti giallastre grossolane a stratificazione incrociata, talora bioclastiche a molluschi, brachiopodi e briozoi (litofacies sabbioso-calcarenitica GCR<sub>3</sub>). Le sabbie risultano generalmente distribuite in più livelli intercalati alle argille. Nelle argille macrofaune con *Mitrella thiera*, *Bolma castrocarensis*, *Turritella tornata*, *T. vermicularis*, *Chlamys scabrella*, *C. angelonii*, *Pecten astensis*, *Terebratula ampulla*, *T. sinuosa*; nelle sabbie e calcareniti, coralli individuali e briozoi. Microfauna a *Globorotalia punctulata* e a foraminiferi nani, talora associati ad organismi a guscio siliceo. Nelle argille dell'area di Craco microfauna a *G. margaritae*. La formazione costituisce, almeno nelle zone marginali, un "ciclo" sedimentario, localmente ricoperto tettonicamente da formazioni pre-plioceniche (Gruppo delle Argille Variegate e Flysch Esterni). Depositi di ambiente tidale e infralitorale. Spessore da 10 a 250 m.

### ZANCLEANO p.p.





La Fossa Bradanica (Migliorini, 1937) è un bacino subsidente plio-pleistocenico compreso tra la Catena sudappenninica e l'Avampaese Apulo e corrisponde alla parte meridionale dell'Avanfossa Adriatica. Essa è riempita da una successione argilloso-sabbiosa plio-pleistocenica, che raggiunge spessori di oltre 2000 m. Alla base è talora riconoscibile, al di sotto del cuneo alloctono della catena, un intervallo marnoso-argilloso, localmente sabbioso, del Pliocene inferiore (Zancleano), sul quale poggia in blanda discordanza una potente successione di argille con intercalazioni sabbiose del Pliocene (Piacenziano-Gelasiano).

Il tutto è ricoperto dai sedimenti del Gelasiano-Pleistocene, che costituiscono una monotona successione di argille azzurre passanti, nella parte sommitale, a sabbie argillose e conglomerati del Pleistocene (Fig. 9).

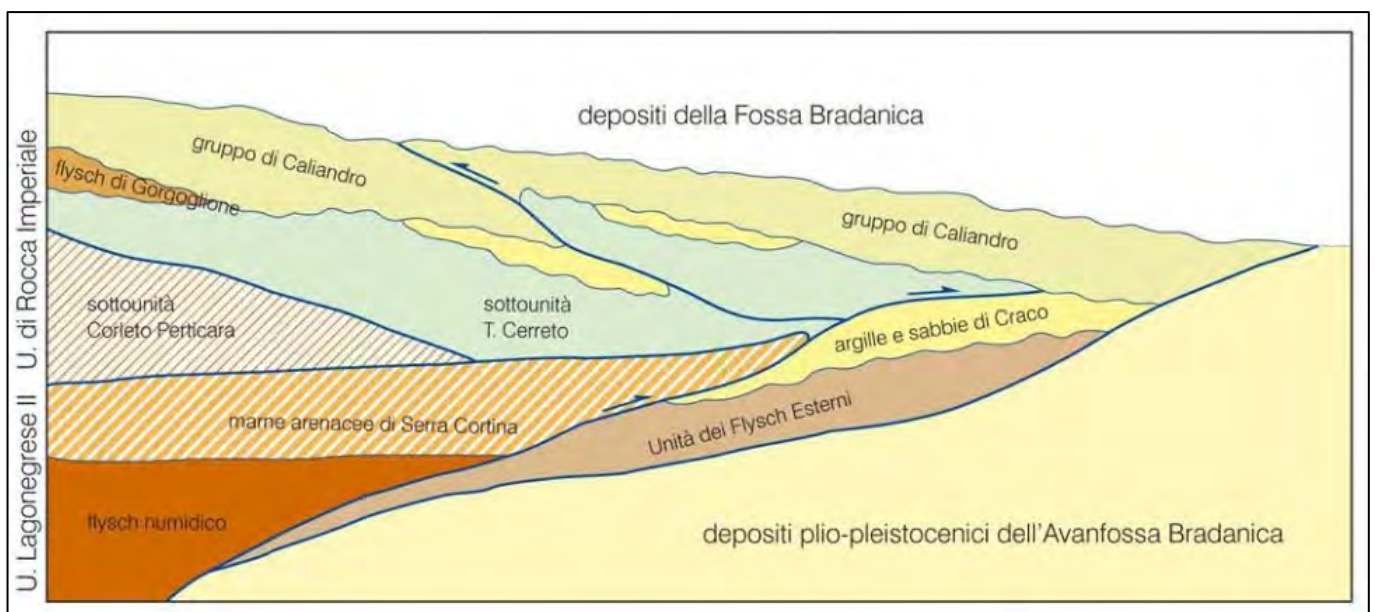


Fig. 9 – Schema dei rapporti tettono-stratigrafici nell'Avanfossa Bradanica

(Fonte: Carta geologica in scale 1:50.000 Foglio 507 "Pisticci".

I depositi continentali quaternari nell'area di studio sono costituiti dai seguenti litotipi:

**Depositi di frana:**

- Accumuli gravitativi caotici di materiali eterogenei ed eterometrici, localmente a grossi blocchi.

**Depositi alluvionali recenti**

- Ghiaie sabbie e limi lungo i principali corsi d'acqua, costituenti localmente l'alveo di piena. Lo spessore visibile di tali depositi varia da alcuni metri, in certe zone dell'alveo a poche decine di centimetri ai limiti alluvionali.

**Depositi alluvionali terrazzati**

- Ghiaie, sabbie e limi argillosi e suolo agrario, particolarmente sviluppati lungo le sponde delle maggiori aste fluviali. Costituiscono superfici pianeggianti, localmente inclinate, terrazzate in più ordini. Lo spessore varia da pochi metri sino ad un massimo 20 metri.

### 3.2 Assetto geologico locale dell'area di studio

Nelle aree di installazione degli aerogeneratori di progetto affiorano diffusamente, e ne costituiscono il sedime di fondazione, le **argille marnose azzurre del T. Sauro**, di colore azzurro o grigio-verde, a frattura concoide, con fitte intercalazioni di sabbie giallastre nella parte medio-alta (Foto 5).



Foto 5 – Affioramento delle argille marnose azzurre a frattura concoide del T. Sauro

Nella parte media della formazione, sono presenti alcuni orizzonti tufitici grigio nerastri, o grigio-biancastri se alterati, talora associati a diatomiti, spessi sino a 3 metri.

Il substrato geologico dell'area, costituito dunque dai suddetti terreni appartenenti alla Formazione geologica Plio-Pleistocenica, è generalmente sottoposto a spessori variabili di terreni eluvio-colluviali, presenti solitamente nelle depressioni morfologiche e nelle aree sub-pianeggianti e ricoperte da una fascia di alterazione della stessa successione stratigrafica principale che può raggiungere spessori variabili tra i 5 e i 10 m.

I depositi continentali precedentemente citati presentano spessori anche notevoli lì dove le concavità si accentuano e offrono la possibilità al detrito di accumularsi.

Nelle aree pianeggianti e di cresta, invece, vi è la formazione di suoli agrari costituiti da alterite, pezzame arenaceo immerso in una matrice argilloso-sabbiosa-limosa, ed i cui spessori possono anche raggiungere il metro.



Al di sotto della fascia di terreno aerato, solitamente si riscontra un livello di alcuni metri di alterite, ossia del substrato più o meno alterato in cui si riconosce ancora la struttura deposizionale ma fortemente modificata dal punto di vista della forma sedimentaria, dovuto prevalentemente alla perdita e alla diminuzione delle pressioni interne, con una variazione cromatica tendente al marrone chiaro.

Lo spessore del livello a minore consistenza litotecnica è variabile generalmente tra i 2 ed i 4 metri, al di sotto del quale si riconosce il substrato inalterato e ben compatto costituito dalle argille-marnoso-sabbiose di colore grigio. La stratificazione è prevalentemente assente, con limitate evidenze lì dove affiorano modesti strati marnosi.

### 3.3 Evoluzione tettonica e strutturale

Il quadro strutturale dell'area di studio (Fig. 10) è dominato dalla depressione della Fossa Bradanica che ospita la Falda di Metaponto. In affioramento essa è delimitata ad ovest da un fronte di *thrust* individuabile nella dorsale di Valsinni, che separa il bordo appenninico della catena dalla Fossa Bradanica.

Nello schema tettonico compaiono soltanto le unità della Catena Appenninica e le coperture sedimentarie sin e post-orogene, mentre il Sistema a *Thrust* Apulo rimane sempre sepolto.

È presente un'ampia gamma di contatti meccanici, che testimoniano una storia deformativa polifasica complessa dell'evoluzione strutturale di questo sistema Catena-Avanfossa. In ordine cronologico rispetto alla deformazione, i **sovrascorrimenti principali** sono contatti originariamente con geometria a basso angolo di estensione regionale, lungo i quali si è avuto un trasporto di notevole entità, che generalmente ha causato il raddoppio di unità tettoniche riferibili a contesti paleogeografi ci differenti. Un tipico esempio è dato dal sovrascorrimento delle Unità Sicilidi dapprima sui termini oligo-miocenici delle unità lagonegresi e dalla successiva estensione sul dominio dei Flysch Esterni, con ripetute riattivazioni, fino all'avanfossa.

Nella categoria dei **sovrascorrimenti secondari** e delle **faglie inverse** rientrano sia i *thrust* ad alto angolo con geometria a rampe, presenti all'interno delle singole unità, sia le strutture compressive generate successivamente ai sovrascorrimenti principali, in seguito ai fenomeni di *breaching* che hanno interessato l'intero edificio orogenico alloctono. Le faglie inverse solitamente ritagliano le strutture precedenti e si sono originate nelle fasi tardive della deformazione della catena.

Queste strutture sono riferibili ai processi di accavallamento dell'intero edificio appenninico sulle successioni carbonatiche apule, avvenuti nel Pliocene, e alla successiva strutturazione a *duplex* dello stesso substrato apulo, databile al Pleistocene inferiore (Calabriano), che ha indotto ulteriori raccorciamenti all'interno della catena, contemporanei alla messa in posto della Falda di Metaponto nelle aree frontali (Lentini *et alii*, 1990, 2002). L'attività lungo tali strutture ha portato dapprima all'individuazione e quindi alla successiva chiusura di bacini satelliti, impostatisi sul dorso delle scaglie e riempiti da sedimenti pliopleistocenici.

Un'ulteriore associazione di strutture è rappresentata da **faglie con prevalente componente trascorrente**, quali i sistemi di faglie trascorrenti sinistre, orientate da N120 a N160, e il sistema antitetico destro orientato mediamente N40. Questi movimenti tardivi, datati al Pleistocene medio (Ioniano?) hanno parzialmente riattivato alcune strutture pre-esistenti lungo le quali sono stati riconosciuti elementi cinematici sovrapposti.

Le **strutture plicative** presentano mediamente un'orientazione principale NO-SE; sono relative alle fasi finali della deformazione e sono collegate al coinvolgimento del substrato apulo profondo. Un altro tipo di contatto meccanico è quello "**indifferenziato**" che determina accostamenti di corpi litologici con geometrie le cui cinematiche non sono definibili. Sotto questa voce rientrano anche i contatti che delimitano i blocchi immersi all'interno di *mélange* tettonici.



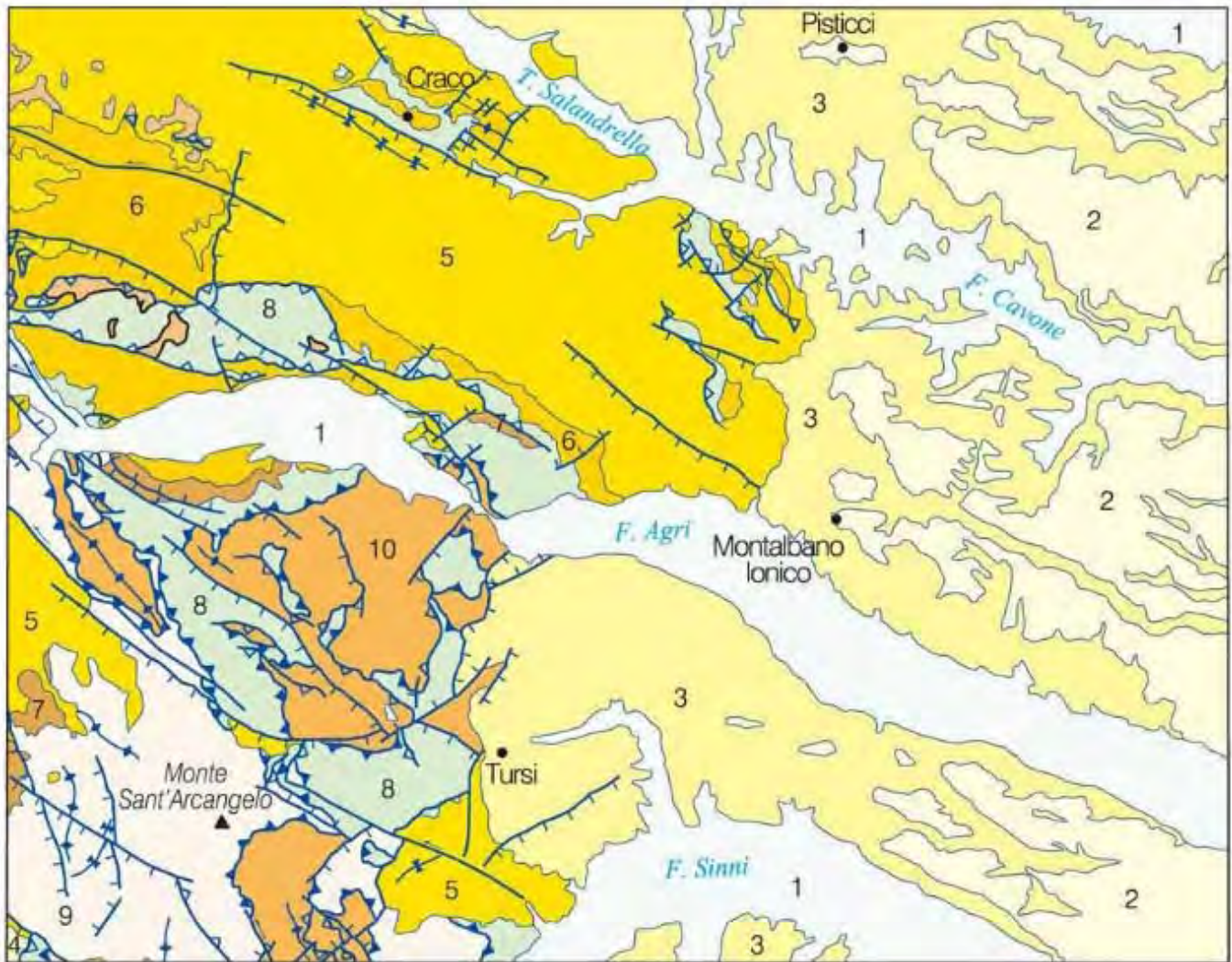


Fig. 10 - Schema tettonico del Foglio 507 "Pisticci"

### 3.4 Geomorfologia e stabilità generale dell'area di studio

L'area di studio presenta una morfologia collinare, tra cui spiccano M. Tre Confini (m. 232), M. Marcaglione (m.266), Serra del Cavallo (m. 267), (m 430) costituenti dorsali allineate in direzione appenninica, che degradano rapidamente verso nord e nord-est in una serie di ampi ripiani, che disegnano un sistema di terrazzamenti a gradinata, fortemente soggetti all'erosione.

I rilievi sia montuosi che collinari presentano morfologie varie e sono formati da terreni che per caratteristiche meccaniche intrinseche, assetto strutturale o per le ripetute deformazioni paleo e neotettoniche, posseggono una particolare predisposizione al dissesto geomorfologico e idrogeologico.

Non poca incidenza ha altresì assunto l'azione antropica, che nei secoli scorsi, ad opera di ampi disboscamenti, ha accentuato le manifestazioni erosive, modificando l'originaria configurazione del paesaggio.

La caratteristica più evidente dell'area in esame è l'eterogeneità litologica dei terreni affioranti e la variazione delle condizioni strutturali dei versanti. Ciò si traduce in un paesaggio che mostra chiare espressioni dei lineamenti tettonici del substrato su cui è modellato e in una varietà di forme strettamente legate ai differenti caratteri geologico-strutturali che contraddistinguono i diversi settori dell'area, condizionando lo sviluppo del reticolo idrografico e la natura ed evoluzione dei versanti.

Per quanto detto, nell'area di studio è possibile distinguere due zone caratterizzate da tratti morfologici difforni corrispondenti alle coperture plio-pleistoceniche prevalentemente argillose e alle coperture sabbiose e conglomeratiche. Mentre queste ultime caratterizzano un paesaggio aspro, interrotto da profonde incisioni e pareti dal profilo subverticale, i terreni pelitici si distinguono per i fenomeni di demolizione rapida dei versanti, che si esplicano mediante solchi più o meno profondi delimitati da creste aguzze, calanchi e forme connesse a movimenti di massa quali colate e frane per scorrimento roto-traslazionale.

Nelle aree di affioramento delle argille plio-pleistoceniche sono osservabili tutti gli stadi dell'evoluzione morfogenetica tipica di questi terreni.

Si hanno infatti sistemi di calanchi con creste sottili, profili di fondo estremamente ripidi e testate in erosione rimontante (sistemi a "lame di coltello"); sono presenti inoltre forme più mature tipo rilievi a "dorso d'elefante", cupole e piramidi d'argilla (Foto 6-7).





*Foto 6 – Piramidi di argilla dovute all'evoluzione morfologica delle argille plio-pleistoceniche*



*Foto 7 – Piramidi di argilla dovute all'evoluzione morfologica delle argille plio-pleistoceniche*



L'aspetto che maggiormente caratterizza le aree esaminate è senza dubbio quello legato all'erosione dei pendii, che come detto da origine al tipico *paesaggio calanchivo*.

I calanchi di Montalbano si sviluppano per gran parte nella spessa unità litostratigrafica siltoso-argillosa, prevalentemente di età pleistocenica. La genesi di queste forme è strettamente legata a differenti fattori, quale il sollevamento quaternario di queste aree, i caratteri litologici delle Argille subappennine, l'assetto strutturale delle stesse, e l'esposizione dei versanti rispetto ai punti cardinali. L'asimmetria dei versanti è frequente; quelli esposti a sud-est sono più ripidi e sono spesso intaccati dai calanchi, mentre quelli rivolti a nord-ovest mostrano tale fenomeno più di rado e forme di degradazione chiaramente connesse a movimenti di massa superficiali e talora profondi (Foto 8).



Foto 8 – Evidenza dell'evoluzione morfologica ei versanti in funzione della loro esposizione

Da quanto noto in letteratura, l'azione erosiva che porta alla formazione dei calanchi è innescata prevalentemente dall'azione combinata del sole e dell'acqua piovana; il primo surriscalda la parte superficiale dell'argilla provocandone lo screpolamento (rappresentato da una fitta rete di fratture), la seconda, infiltrandosi e circolando all'interno delle suddette fessure, provoca la disgregazione e la conseguente erosione delle argille (Foto 9-10).





*Foto 9 – Evidenza dell'azione erosiva dell'acqua piovana*



*Foto 10 – Esempio di disagregazione e conseguente erosione delle argille per azione dell'acqua*



I calanchi di Montalbano Jonico rappresentano, per la geologia del Pleistocene, un “mondo” di particolare interesse scientifico nel quale sono ben esposti e conservati depositi marini prevalentemente argillosi (Foto 11). Essi custodiscono la storia dell’evoluzione paleoclimatica e paleoambientale dell’intervallo di tempo compreso tra 1.240.000 e 645.000 anni fa.

L’enorme ricchezza e varietà di resti fossili raccontano degli organismi che vivevano in questo paleomare, ovvero testimoniano la biodiversità del passato, oltre che della geodiversità.

I caratteri stratigrafici riconosciuti nella successione affiorante lungo i calanchi di Montalbano rendono unica quest’area che, ormai conosciuta a livello internazionale, è stata candidata per l’assegnazione del *Golden Spike* (Chiodo d’oro) ai fini della definizione del limite fra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio (Global Stratotype Section and Point - GSSP del Pleistocene medio). La successione si candida dunque a costituire lo standard mondiale di riferimento per questo limite della scala cronostatigrafica corrispondente a circa 780.000 anni dal presente.



Foto 11 – Paesaggio calanchivo dell’area di Montalbano Jonico e Craco



In linea generale il territorio esaminato è caratterizzato da un panorama vario e completo di movimenti di massa. Tale varietà e complessa fenomenologia di dissesto, spesso definita dal comportamento meccanico dei terreni, è strettamente connessa all'eterogeneità dell'ambiente fisico. Le cause predisponenti e determinanti sono molteplici e numerosi sono anche i fattori destabilizzanti e innescanti che ancor oggi agiscono: neotettonica, sismicità, clima, erosione e da ultimo anche l'attività antropica.

I dissesti sono di vario tipo, ma non sono omogeneamente distribuiti a causa delle diverse litologie affioranti e delle caratteristiche morfologiche del territorio, che varia rapidamente da montuoso a collinare a pianeggiante. Nelle aree collinari caratterizzate da litotipi argillosi, ma con versanti poco acclivi, i fenomeni di dissesto sono da assenti a molto limitati, mentre in quelli a forte pendenza trovano ampio sviluppo i fenomeni di erosione accelerata di tipo calanchivo.

Le tipologie di movimento presenti sono di vario tipo, ma la prevalenza è data da scorrimenti rotazionali e da colate. In corrispondenza degli affioramenti delle argille plio-pleistoceniche sono molto frequenti le forme di intensa erosione prodotta dalle acque incanalate e il ruscellamento diffuso; si formano complessi sistemi calanchivi. I terreni sabbioso-conglomeratici sono soprattutto interessati da fenomeni di erosione lineare lungo le incisioni torrentizie e da movimenti gravitativi, che si manifestano mediante scorrimento di tipo rotazionale e traslazionale; le forme erosive assumono una configurazione molto caratteristica, specialmente nella rete torrentizia, i cui alvei risultano profondamente incassati e colmati al fondo da una notevole quantità di detriti grossolani asportati dalle pareti che bordano le incisioni.

Le tipologie gravitative più frequenti riscontrate su terreni sabbioso-conglomeratici sono riconducibili a frane per scorrimento rotazionale, spesso caratterizzate da superfici di rottura profonde che coinvolgono, oltre alla coltre detritica superficiale, anche parte del substrato con scadenti caratteristiche geomeccaniche. Di solito i piani di rottura raggiungono il tetto dei sottostanti terreni argillosi, con conseguente mobilitazione di notevoli volumi di roccia.

Tali dissesti sono determinati sia dallo scalzamento delle acque incanalate alla base dei pendii, sia da infiltrazioni idriche che aumentano il peso del terreno e ne riducono la resistenza meccanica. Uno dei principali fattori predisponenti è rappresentato dalla sovrapposizione di rocce permeabili su altre impermeabili; il che spiega la larga diffusione di tale tipo di frana lungo i bordi dei terrazzi marini costituiti dai depositi sabbioso-conglomeratici sostenuti dalle argille grigio-azzurre pleistoceniche.

Le aree di sedime che saranno coinvolte direttamente dagli aerogeneratori dell'impianto eolico di progetto, così come il cavidotto e la stazione di accumulo, non presentano aree interessate da fenomeni franosi in atto (Fig. 11).

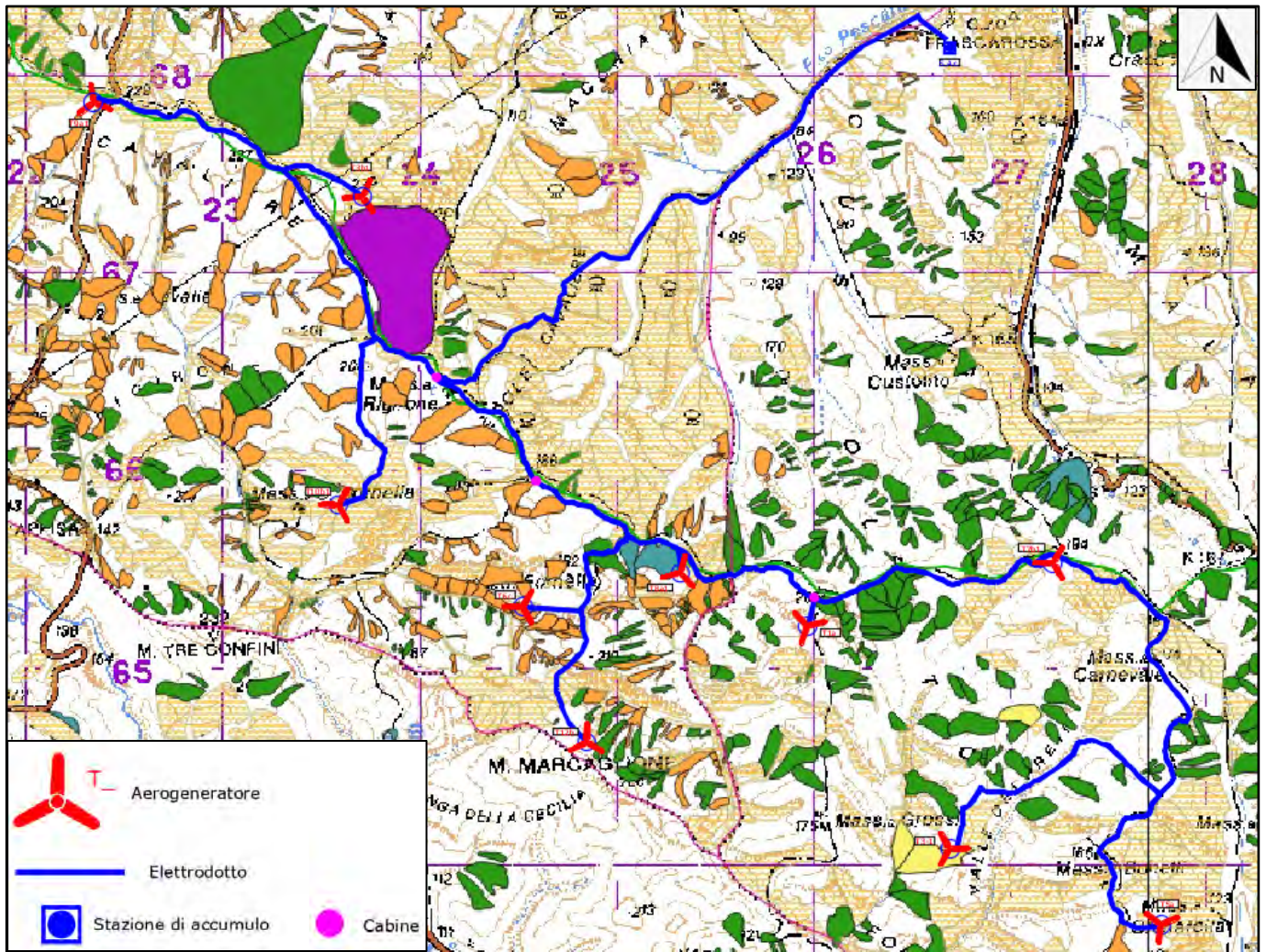


Fig. 11 – Carta inventario delle frane tratta dal PSAI ex AdB Basilicata

### Legenda

Tipologia di movimento prevalente

- Crollo
- Area di rispetto crollo
- Ribaltamento
- Scivolamento rotazionale
- Scivolamento traslativo
- Espansione
- Colamento "lento"
- Colamento "rapido"
- Frane complesse
- Sprofondamento
- Aree soggette a sprofondamenti diffusi
- Aree soggette a frane superficiali e creep
- Aree calanchive
- DGPV
- Fenomeni retrogressivi
- Versanti soggetti ad arretramento diffuso
- ASV (Aree Soggette a Verifica Idrogeologica)
- Paleoflora



### 3.5 Idrologia ed idrogeologia generale dell'area in esame

La rete idrografica principale è costituita sia dai fiumi **Agri** e **Cavone**, che insistono in valli a decorso pressochè parallelo a direzione NO-SE, connesse alle direttrici tettoniche appenniniche, sia da due brevi tratti del Basento e del Sinni. In essi confluisce una rete estremamente fitta e ramificata di affluenti minori che hanno per lo più decorso ortogonale alle aste principali. Le valli mostrano di norma profili trasversali molto variabili, in stretta attinenza non solo con la natura e la resistenza delle rocce, ma anche con lo stadio evolutivo dei corsi d'acqua.

Il **fiume Agri** si origina dalle propaggini occidentali di Serra di Calvello, dove è localizzato il gruppo sorgivo di Capo d'Agri. Il corso d'acqua riceve i contributi di numerose sorgenti alimentate dalle strutture idrogeologiche carbonatiche e calcareo silicee presenti in destra e sinistra idrografica nel settore occidentale del bacino, a monte dell'invaso del Pertusillo.

Grazie ai contributi sorgivi nel bacino superiore, il corso d'acqua è dotato di deflussi di magra di una certa entità, con portata di magra di circa 1 mc/s. Nella restante parte del bacino, costituita da terreni impermeabili, i contributi sorgivi al fiume Sinni sono scarsi. A valle dell'invaso del Pertusillo il corso d'acqua riceve il contributo del torrente Armento e del Torrente Sauro in sinistra idrografica e quello del Fosso Racanello in destra idrografica, oltre che di numerosi fossi ed impluvi minori. I suoi affluenti principali, quali i torrenti *Sauro*, *Armento*, *Racanello*, presentano alvei in genere occupati da depositi alluvionali di considerevole spessore, a granulometria prevalentemente grossolana, ed assumono il tipico aspetto di fiumare. Alla confluenza con l'Agri i torrenti Sauro, Armento, Ravanello, ed altri corsi d'acqua minori, sviluppano apparati di conoide, in genere a granulometria ghiaiosa, soggetti a fenomeni di erosione ad opera delle acque del fiume Agri. Quest'ultimo è pertanto caratterizzato da un trasporto solido molto elevato sia nel tronco medio che inferiore. Lungo il corso del fiume Agri sono presenti gli invasi di Marsico Nuovo e del Pertusillo (tranco alto) e quello di Gannano nel tronco inferiore.

Il **fiume Cavone**, invece, ha origine dalle propaggini orientale di Monte dell'Impiso e nel tratto montano assume il nome di torrente *Salandrella*: Il Cavone ha una lunghezza di 49 km e non ha affluenti importanti, al di fuori del torrente *Misegna*, tributario in destra. In assenza di precipitazioni meteoriche le portate del fiume Cavone nel periodo estivo possono ritenersi praticamente nulle, in quanto il contributo del deflusso idrico sotterraneo al corso d'acqua è trascurabile. Il regime del fiume Cavone presenta carattere torrentizio; il suo tronco montano e quello delle aste secondarie risultano essere incassati. Nel tratto medio-basso l'alveo del Cavone mostra condizioni di sovralluvionamento, mentre nell'area della piana costiera presenta lo sviluppo di ampi meandri.

Dal punto di vista idrografico generale, l'impianto eolico ricade per la quasi totalità all'interno del bacino idrografico del *Fiume Agri*, con 9 aerogeneratori, mentre la Stazione di accumulo e l'aerogeneratore T3b1 ricadono all'interno del bacino idrografico del *Fiume Agri*; pertanto, di fatto il parco eolico risulta ubicato a cavallo di una *linea di spartiacque* principale che separa i due bacini del versante lucano ionico (Fig. 12).

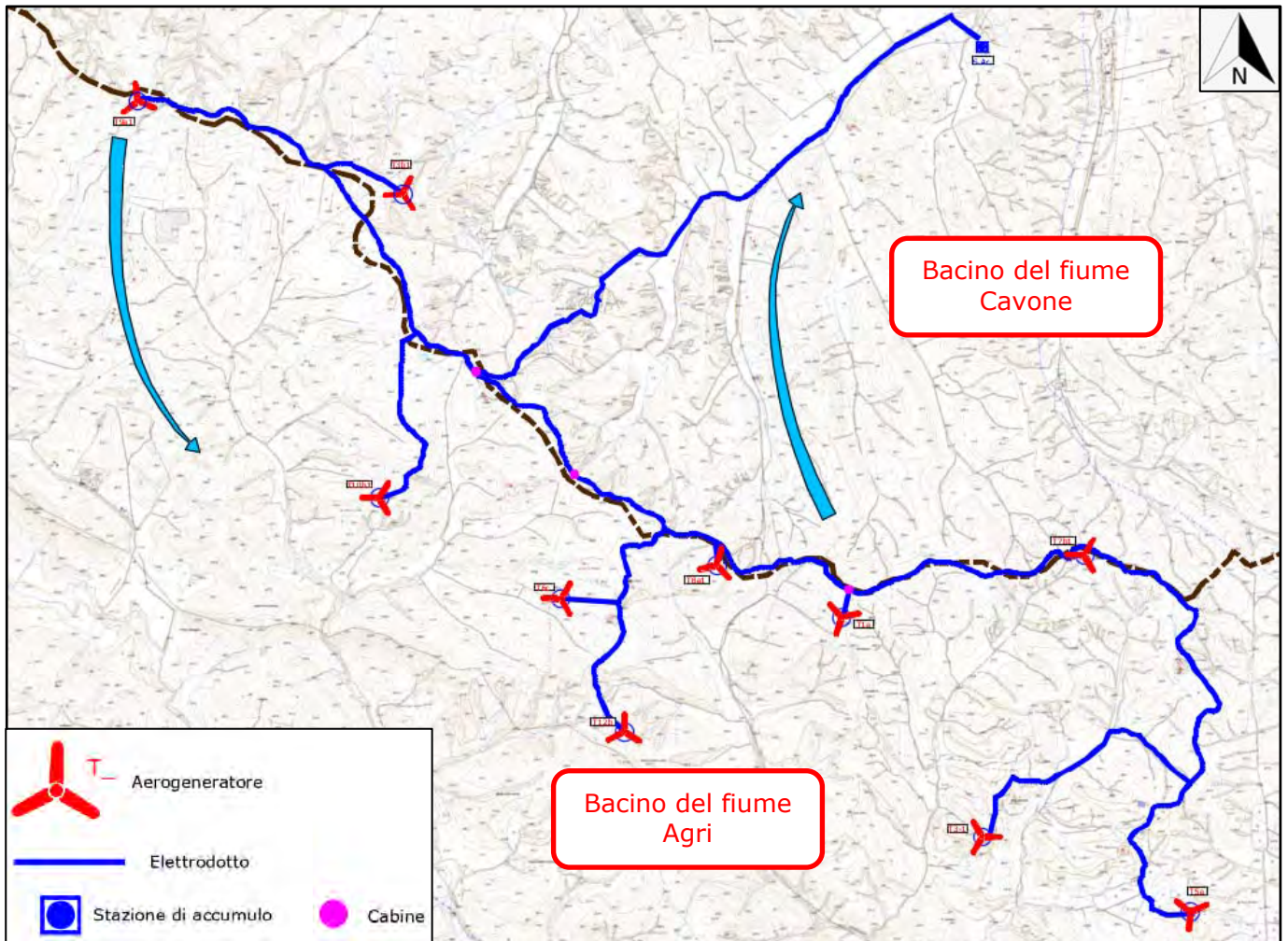
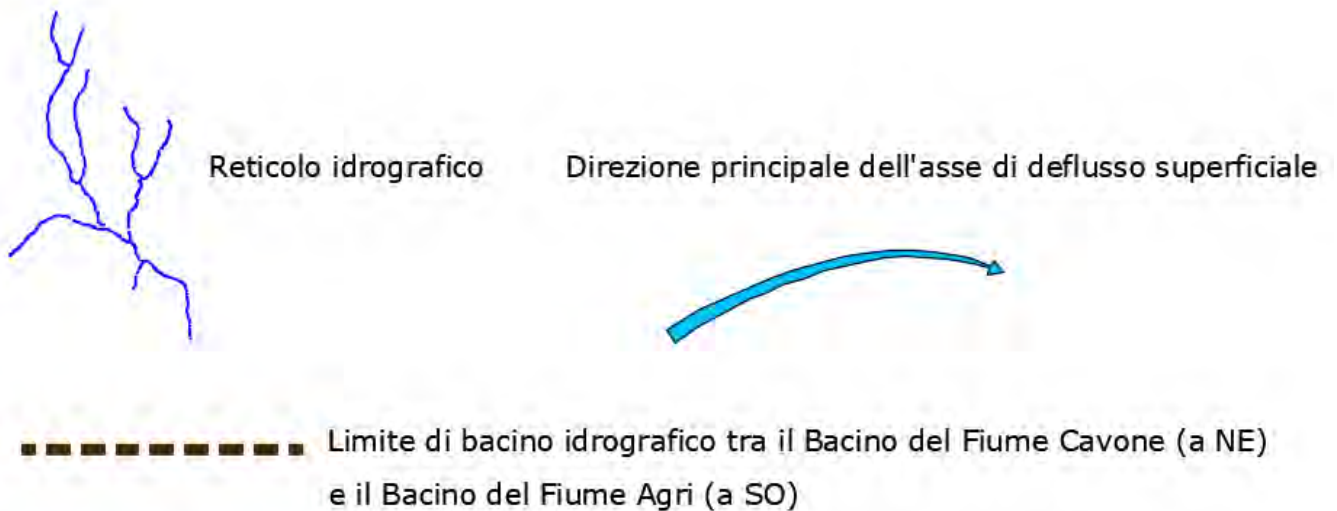


Fig. 12 – Bacini idrografici dell'area di studio

### Legenda





Le successioni stratigrafiche in affioramento nei bacini dei fiumi Agri e Cavone possono essere raggruppate in complessi idrogeologici a differente tipo permeabilità, caratterizzati dai seguenti gradi di permeabilità:

### ***Rocce permeabili per porosità***

A questo tipo vengono attribuiti i terreni aventi una discreta permeabilità primaria per porosità, accentuata da uno scarso grado di cementazione. Trattasi dei depositi detritici, delle alluvioni sabbiose e ghiaiose, dei depositi marini terrazzati, delle sabbie argillose e dei conglomerati delle argille e sabbie di Craco e del flysch di Gorgoglione. Tali terreni, solitamente in spessore ed estensione limitati, contengono falde talvolta sospese e di modesta portata, solo raramente a regime perenne.

### ***Rocce impermeabili***

Ad esse appartengono tutti i litotipi argillosi o argilloso-marnosi delle Unità Sicilidi. Malgrado la presenza di intercalazioni di materiali litoidi, tuttavia subordinati alla componente pelitica, trattasi di terreni in cui l'infiltrazione delle acque è da ritenersi molto limitata. Rientrano altresì in questo gruppo le formazioni argilloso-marnose plio-pleistoceniche, sebbene localmente esse siano dotate di permeabilità secondaria per fessurazione.

### ***Rocce con permeabilità variabile da strato a strato***

Sono costituite da alternanze piuttosto fitte e regolari di componenti argillose e componenti rocciose, caratterizzate da valori di permeabilità molto differenziata, in quanto le prime sono sostanzialmente impermeabili, mentre le seconde assumono una permeabilità per porosità generalmente elevata; nell'insieme la circolazione idrica è limitata, salvo dove prevale la componente di consistenza litoide.

I caratteri di permeabilità della successione litostratigrafica che caratterizza l'area di intervento permettono di suddividere la stessa in 4 unità idrogeologiche che rivestono un diverso ruolo idrostrutturale (Fig. 13):

- *l'unità dei depositi alluvionali*, avente un grado di permeabilità per porosità variabile da media ad alta;
- *l'unità argilloso-marnosa*, praticamente impermeabile.

In relazione ai principali elementi idrogeologici dell'area in oggetto, con riferimento alla natura litologica dei terreni affioranti, si osserva che gli stessi sono terreni praticamente impermeabili. Un lieve grado di permeabilità si presenta nella parte alta della formazione argillosa per porosità legata alla presenza di sottili livelli di limo sabbioso.

L'esecuzione delle indagini in sito e l'analisi delle carte tematiche esistenti per l'area di studio permettono di affermare che nelle zone interessate dagli aereogeneratori di progetto non è presente la falda idrica fino alla profondità di almeno 20 metri.

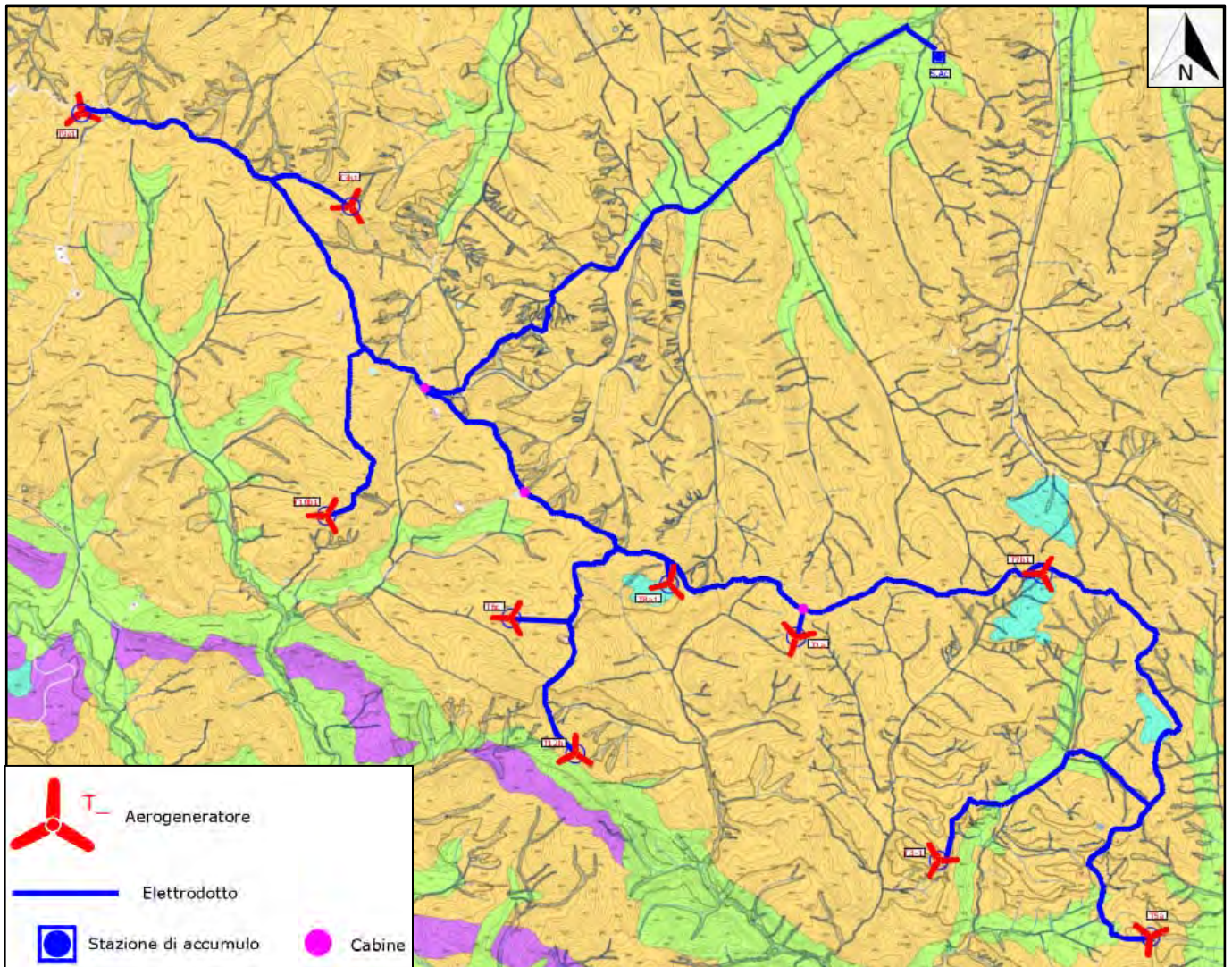


Fig. 13 – Carta dei complessi idrogeologici dell'area di studio

## Legenda

- Complesso idrogeologico dei terreni molto permeabili per porosità.**  
 Appartengono a questo complesso idrogeologico i depositi di frana (a1) e i depositi alluvionali terrazzati (bn).
  
- Complesso idrogeologico dei terreni da mediamente a molto permeabili per porosità.**  
 Appartengono a questo complesso idrogeologico i depositi alluvionali attuali (ba), i depositi alluvionali recenti (bb), i terreni della litofacies sabbioso-calcarenitica (GRCc) della Formazione delle Argille e sabbie di Craco e la Formazione dei conglomerati, sabbie e calcareniti del T. Racanello (SNC).
  
- Complesso idrogeologico dei terreni scarsamente permeabili.**  
 Appartengono a questo complesso idrogeologico i terreni costituenti la litofacies argilloso-marnosa (GRCb) della Formazione delle Argille e sabbie di Craco ed i terreni del Membro arenaceo-conglomeratico (FGO2) del Flysch di Gorgoglione.
  
- Complesso idrogeologico dei terreni impermeabili**  
 Appartengono a questo complesso idrogeologico la Formazione delle Argille marnose azzurre del Torrente Sauro (ARM e ARM<sub>b</sub>) e il Gruppo delle Argille Variegate (AV).



## 4. Pericolosità geologica dell'area di studio

### 4.1 Normativa di riferimento

Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Ai sensi dell'art. 64, comma 1, del suddetto D.lgs. 152/2006, come modificato dall'art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici tra i quali quello dell'Appennino Meridionale, comprendente i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise.

Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti.

Con il DPCM del 4 aprile 2018 (pubblicato su G.U. n. 135 del 13/06/2018), emanato ai sensi dell'art. 63, c. 4 del decreto legislativo n. 152/2006, è stata infine data definitiva operatività al processo di riordino delle funzioni in materia di difesa del suolo e di tutela delle acque avviato con Legge 221/2015 e con D.M. 294/2016.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

La pianificazione di bacino fino ad oggi svolta dalle ex Autorità di Bacino ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto, costituisce riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico.

Il Piano di Bacino ha valore di Piano Territoriale di Settore e costituisce il documento di carattere conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato, che deve essere predisposto in attuazione della Legge 183/1989 quale strumento di governo del bacino idrografico.

L'impianto eolico di progetto e le opere connesse ricadono in provincia di Matera nei territori comunali di Montalbano Jonico e Craco, che sono inseriti nel distretto di competenza dell'ex **Autorità di Bacino della Basilicata**.

Il primo Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino (AdB) della Basilicata, oggi Sede della Basilicata dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (D.L.gs 152/2006, D.M. 294 del 25/10/2016, DPCM 4 aprile 2018), è stato approvato per la prima volta dal Comitato Istituzionale dell'AdB Basilicata il 5 dicembre 2001 con delibera n. 26.

A partire dal 2001 il PAI è stato aggiornato in genere con cadenza annuale. Ad oggi sono stati effettuati n.21 aggiornamenti, di cui l'ultimo è stato approvato dal Comitato Istituzionale nel dicembre 2016. Nel **dicembre 2016** è stato adottato dal Comitato Istituzionale il 22° aggiornamento. Quest'ultimo aggiornamento ha implementato il quadro conoscitivo relativo alle aree a rischio idrogeologico nei settori di versante nell'ambito urbano ed extraurbano del *Comune di Montalbano Jonico*.

Nel **febbraio 2017** è stato adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Basilicata il 23° aggiornamento del PAI per la parte relativa alle aree di versante, che include l'implementazione del quadro conoscitivo relativo alle aree a rischio idrogeologico nei settori di versante nell'ambito urbano ed extraurbano del *Comune di Craco*.

Con l'entrata in vigore del D.M. 294 del 25/10/2016 (G.U. n. 27 del 2 febbraio 2017), che sancisce la soppressione delle Autorità di Bacino di cui alla L.183/89, le Autorità di Bacino di cui alla L. 183/89 operanti nel Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, sono confluite nella Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, e le procedure di adozione e approvazione dei PAI sono regolate da quanto disposto dal suddetto decreto ministeriale.

In tal senso il Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale ha adottato rispettivamente, ai sensi dell'art. 12 comma 7 del D.M. 294 del 25/10/2016, con i decreti n. 444 e n. 445 del 7 dicembre 2017 il secondo aggiornamento 2016 del PAI e l'aggiornamento 2017 del PAI.

I suddetti aggiornamenti sono stati posti all'ordine del giorno della Conferenza Istituzionale permanente (CIP) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale nella seduta del 14/12/2017 che li ha adottati con delibera n. 5 ai sensi dell'art. 63 del D.Lgs 152/2006.

Si è in attesa del DPCM di approvazione degli aggiornamenti sopra citati.

Il primo aggiornamento del PAI – Aree di versante proposto nel 2018 per il territorio in cui opera la struttura della Sede della Basilicata dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, riguarda, tra l'altro, una revisione del cap. 4 della Relazione di Piano, al fine di citare in relazione tutte le tipologie di movimenti gravitativi di versante, individuati nelle carte del rischio idrogeologico del PAI - Aree di versante.



Il PAI della Regione Basilicata, per quanto concerne il Rischio Idrogeologico, individua le seguenti aree:

- **(R4) – Aree a rischio idrogeologico molto elevato ed aree a pericolosità molto elevata:** aree in cui è possibile l'instaurarsi di fenomeni tali da provocare la perdita di vite umane e/o lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici ed alle infrastrutture, danni al patrimonio ambientale e culturale, la distruzione di attività socio-economiche (*Art. 16 delle Norme di Attuazione*).
- **(R3) – Aree a rischio idrogeologico elevato ed a pericolosità elevata:** aree in cui è possibile l'instaurarsi di fenomeni comportanti rischi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio ambientale e culturale (*Art. 17 delle Norme di Attuazione*).
- **(R2) - Aree a rischio idrogeologico medio ed a pericolosità media:** aree in cui è possibile l'instaurarsi di fenomeni comportanti danni minori agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, che non pregiudicano le attività economiche e l'agibilità degli edifici (*Art. 18 delle Norme di Attuazione*).
- **(R1) - Aree a rischio idrogeologico moderato ed a pericolosità moderata:** aree in cui è possibile l'instaurarsi di fenomeni comportanti danni sociali ed economici marginali al patrimonio ambientale e culturale (*Art. 19 delle Norme di Attuazione*).
- **(P) - Aree a pericolosità idrogeologica:** aree che, pur presentando condizioni di instabilità o di propensione all'instabilità, interessano aree non antropizzate e quasi sempre prive di beni esposti e, pertanto, non minacciano direttamente l'incolumità delle persone e non provocano in maniera diretta danni a beni ed infrastrutture (*Art. 20 delle Norme di Attuazione*).
- **(ASV) – Aree soggette a verifica idrogeologica:** aree in cui sono presenti fenomeni di dissesto attivi o quiescenti, individuate nelle tavole del Piano Stralcio ed assoggettate a specifica ricognizione e verifica, e/o aree per le quali la definizione del livello di pericolosità necessita verifica (*Art. 21 delle Norme di Attuazione*).

Dall'analisi della cartografia tematica del PAI aggiornato si evince che gli aerogeneratori di progetto e la stazione di accumulo non ricadono in aree perimetrate a Rischio da frana (Fig. 14), così come non ricadono in aree perimetrate a Rischio idraulico (Fig. 15).

Nelle pagine seguenti si riportano le sovrapposizioni di dettaglio degli aerogeneratori e delle piazzole (Figg. 16-25) e della stazione di accumulo (Fig. 26) sulla carta del rischio da frana del PAI dell'ex Autorità di Bacino della Basilicata attualmente vigente.



Fig. 14 – Carta del rischio da frana dell'ex Autorità di Bacino della Basilicata

## Legenda

### Tipologie di rischio:



**R3 - elevato**



**R2 - medio**



**R1 - moderato**



**ASV - aree assoggettate a verifica idrogeologica**



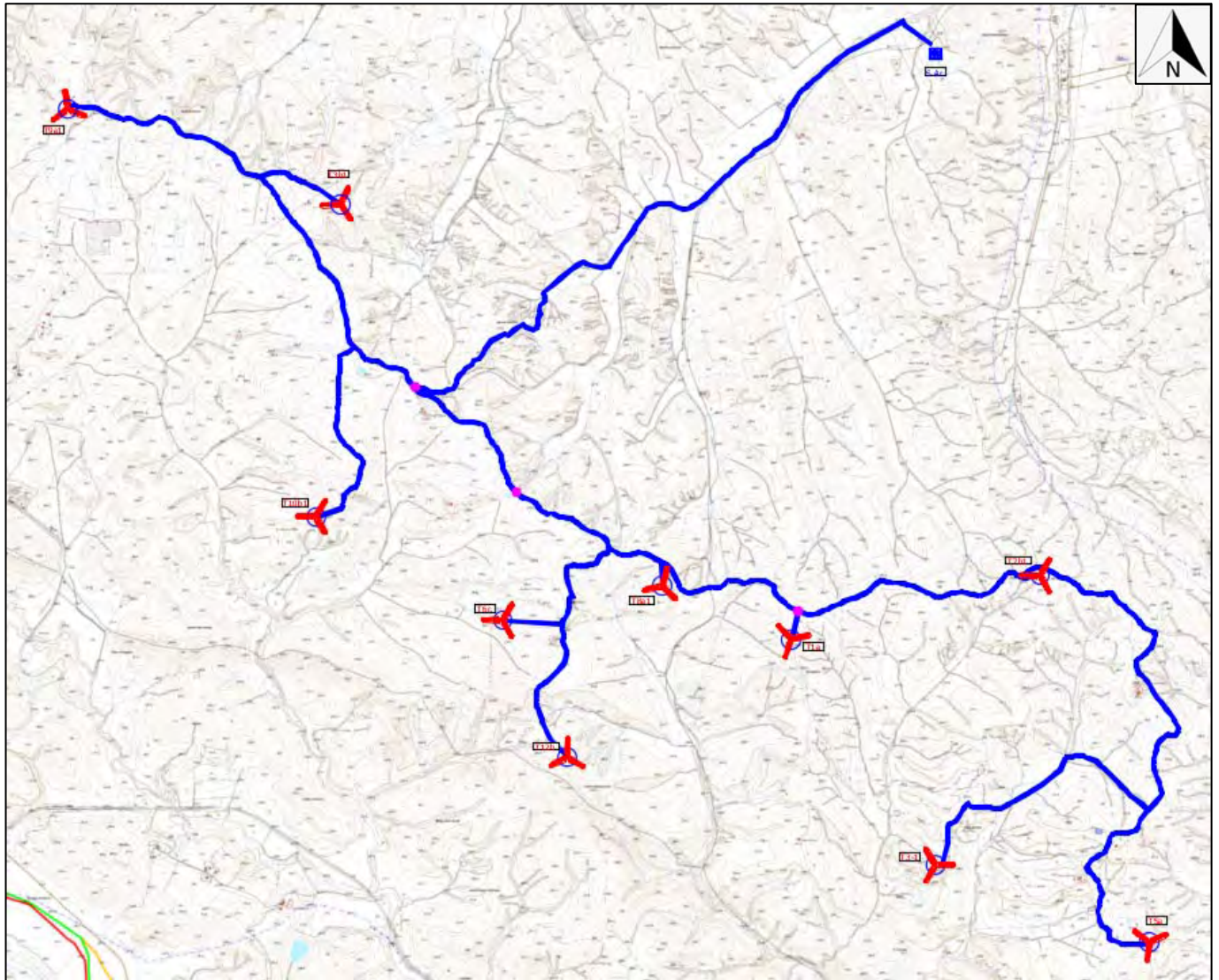
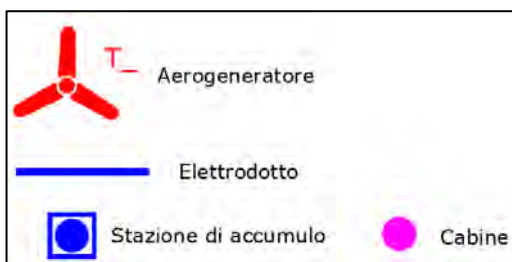





Fig. 15 – Carta del rischio idraulico dell'ex Autorità di Bacino della Basilicata

### Legenda



 Area a rischio inondazione  $Tr = 30$  anni

 Area a rischio inondazione  $Tr = 200$  anni

 Area a rischio inondazione  $Tr = 500$  anni

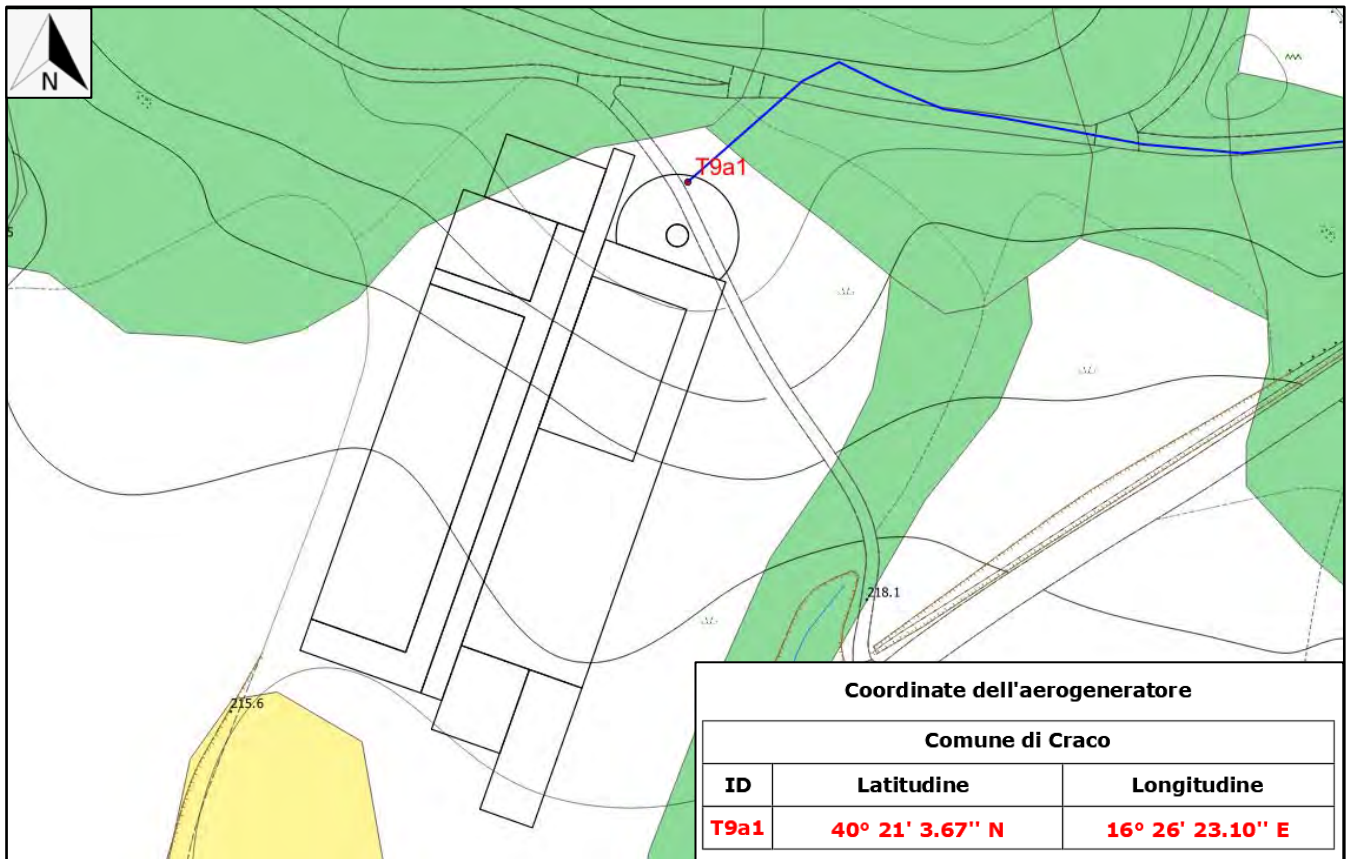


Fig. 16 – Posizionamento dell'aerogeneratore T9a1 sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata

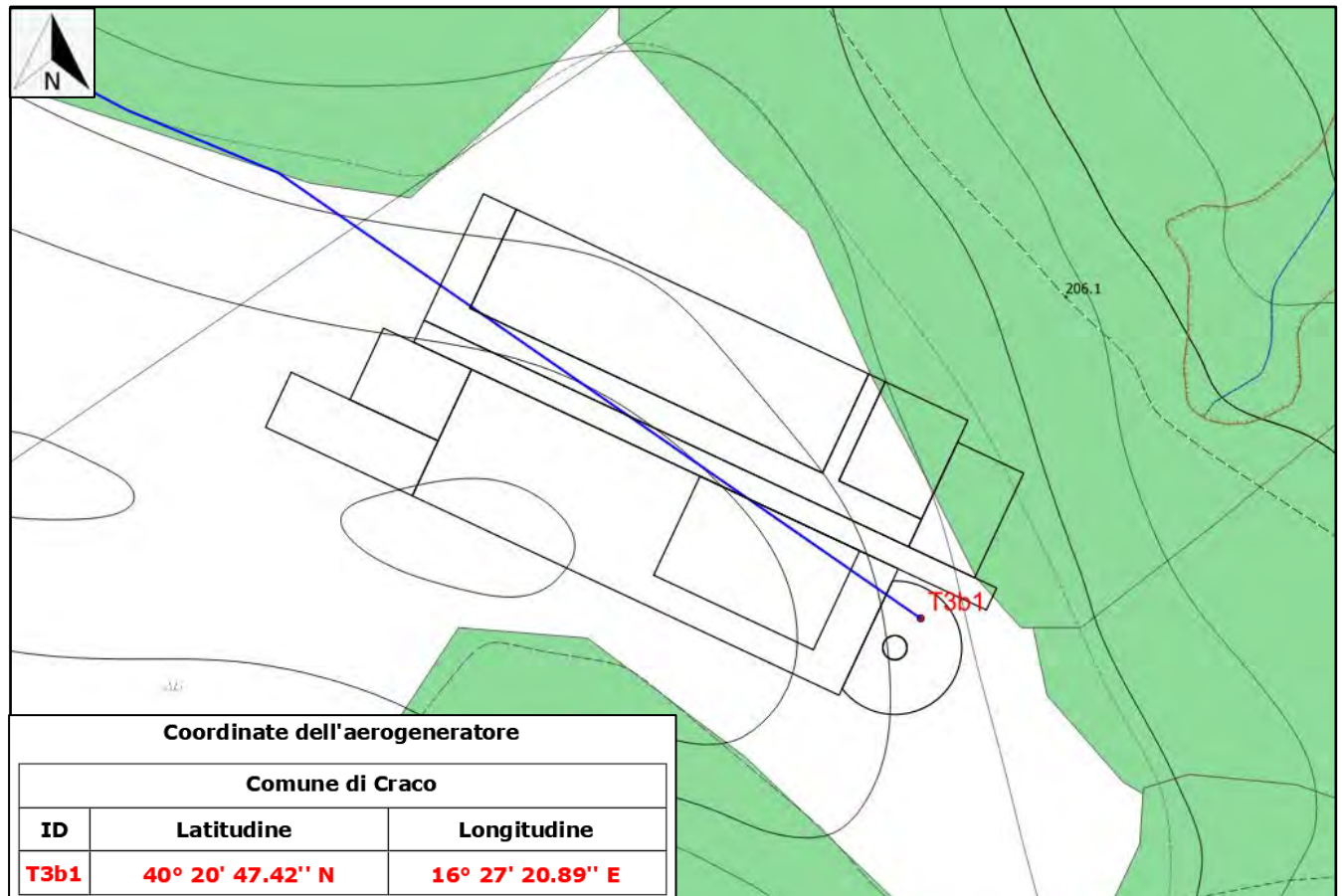


Fig. 17 – Posizionamento dell'aerogeneratore T3b1 sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata



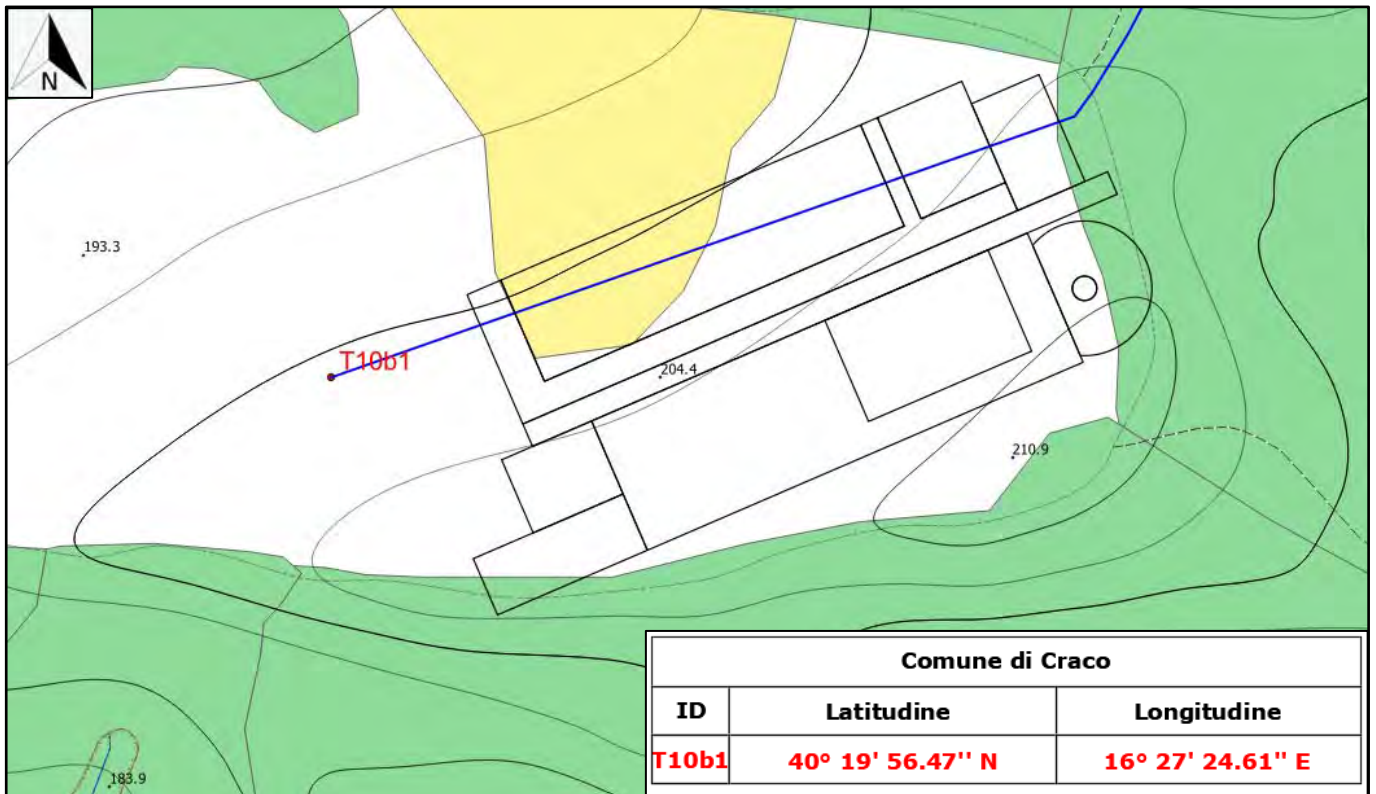


Fig. 18 – Posizionamento dell'aerogeneratore T10b1 sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata

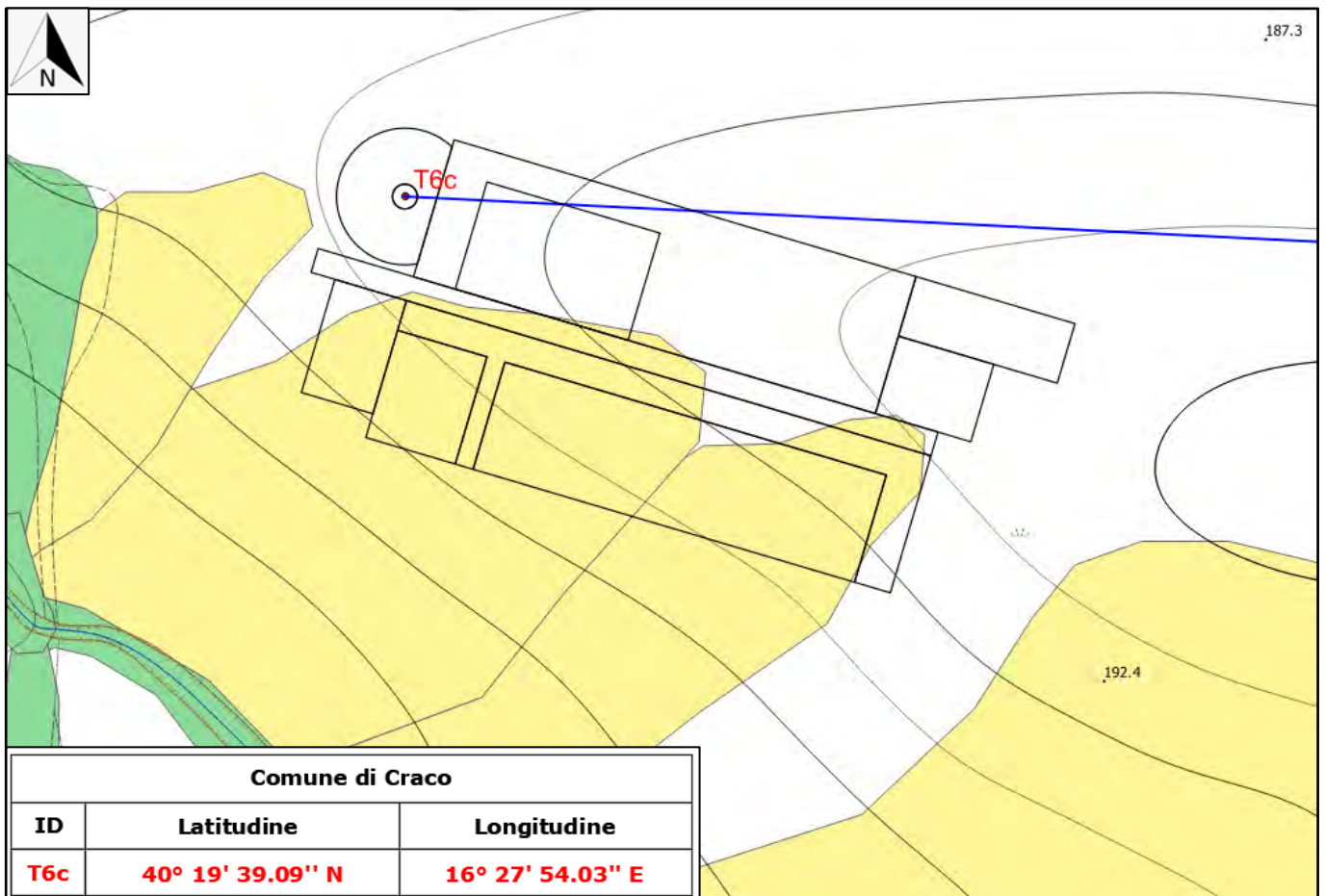


Fig. 19 – Posizionamento dell'aerogeneratore T6c sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata

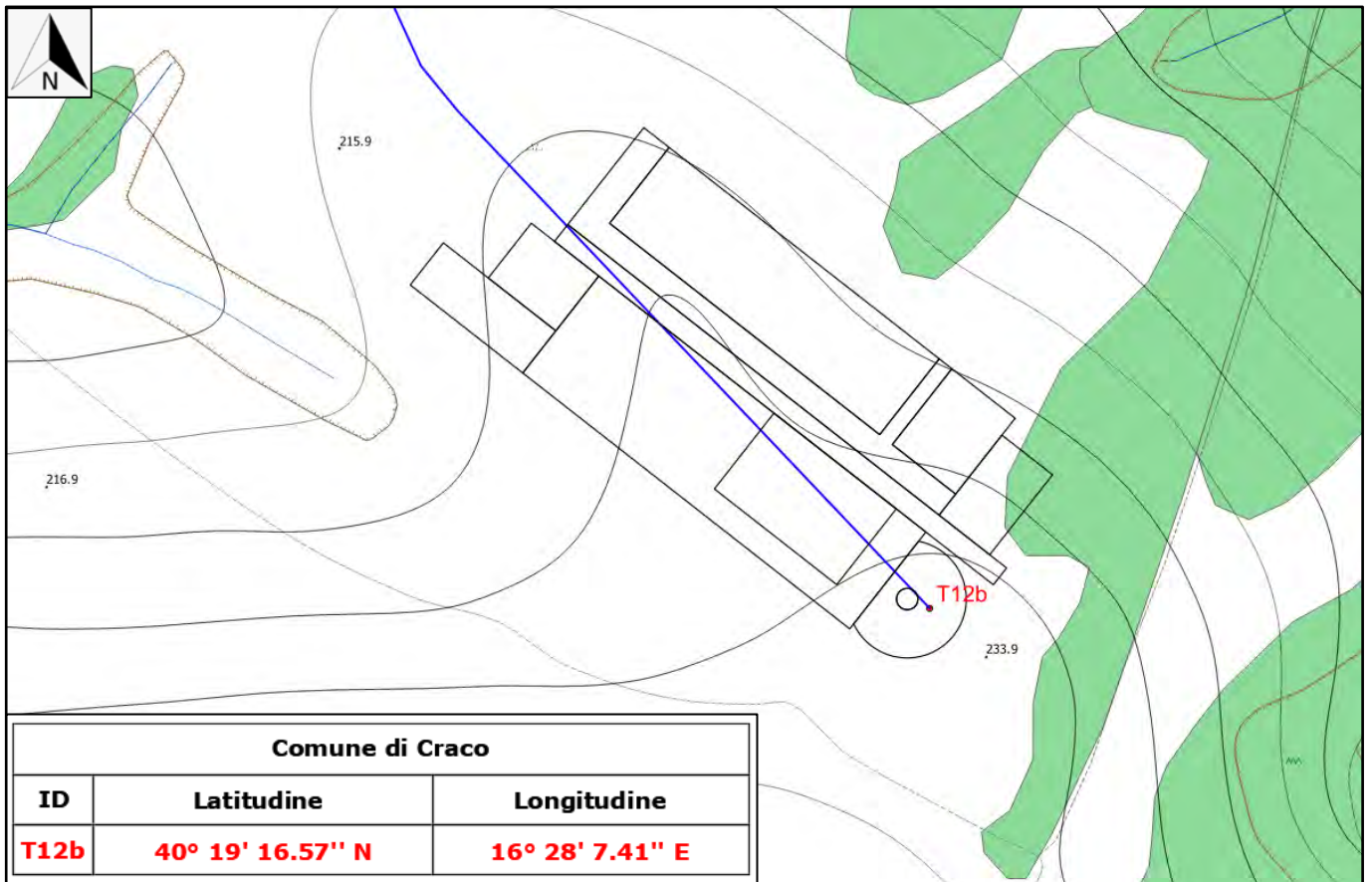


Fig. 20 – Posizionamento dell'aerogeneratore T12b sulla carta del rischio da frana dell'ex ADB della Basilicata

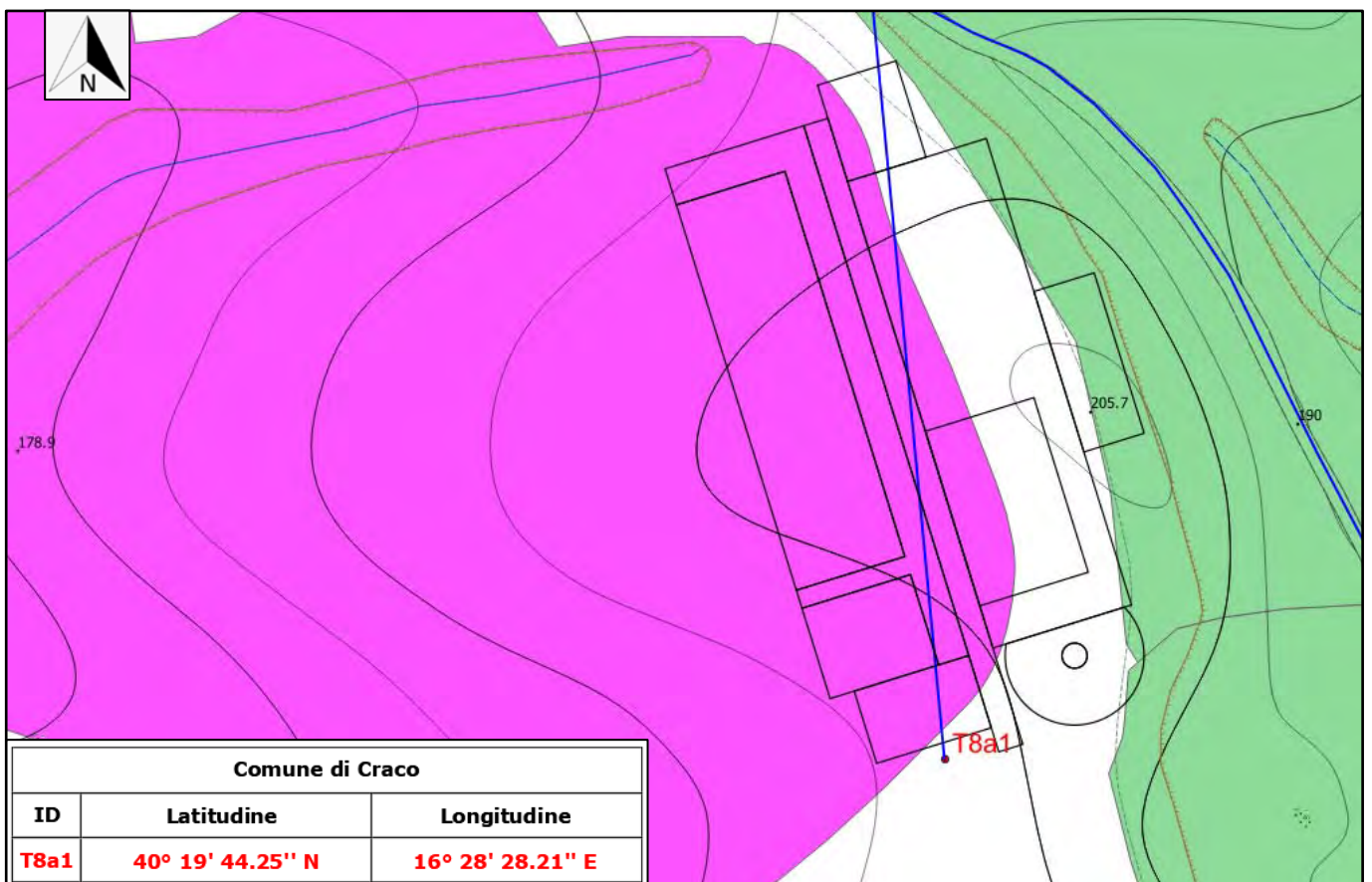


Fig. 21 – Posizionamento dell'aerogeneratore T8a1 sulla carta del rischio da frana dell'ex ADB della Basilicata



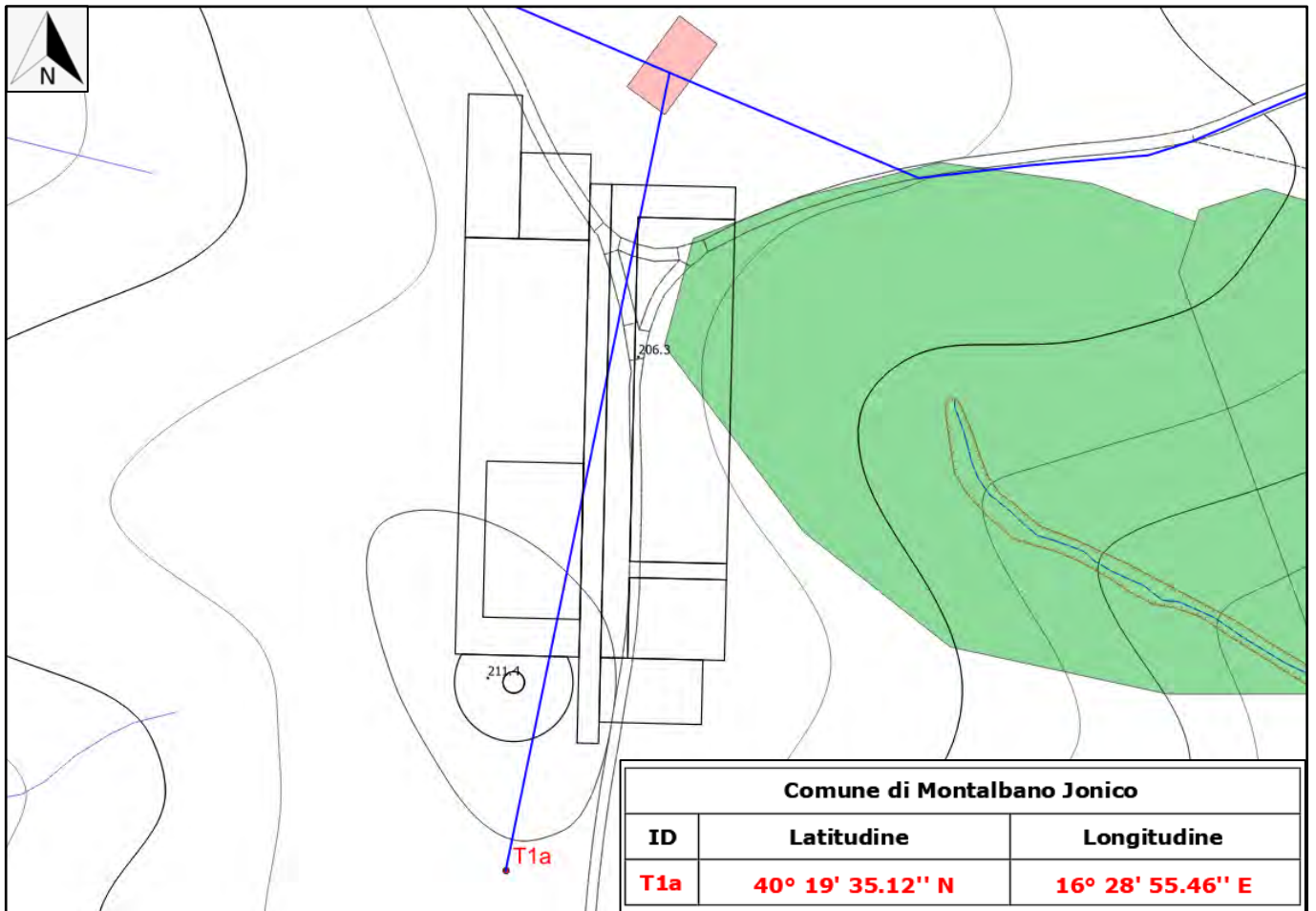


Fig. 22 – Posizionamento dell'aerogeneratore T1a sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata

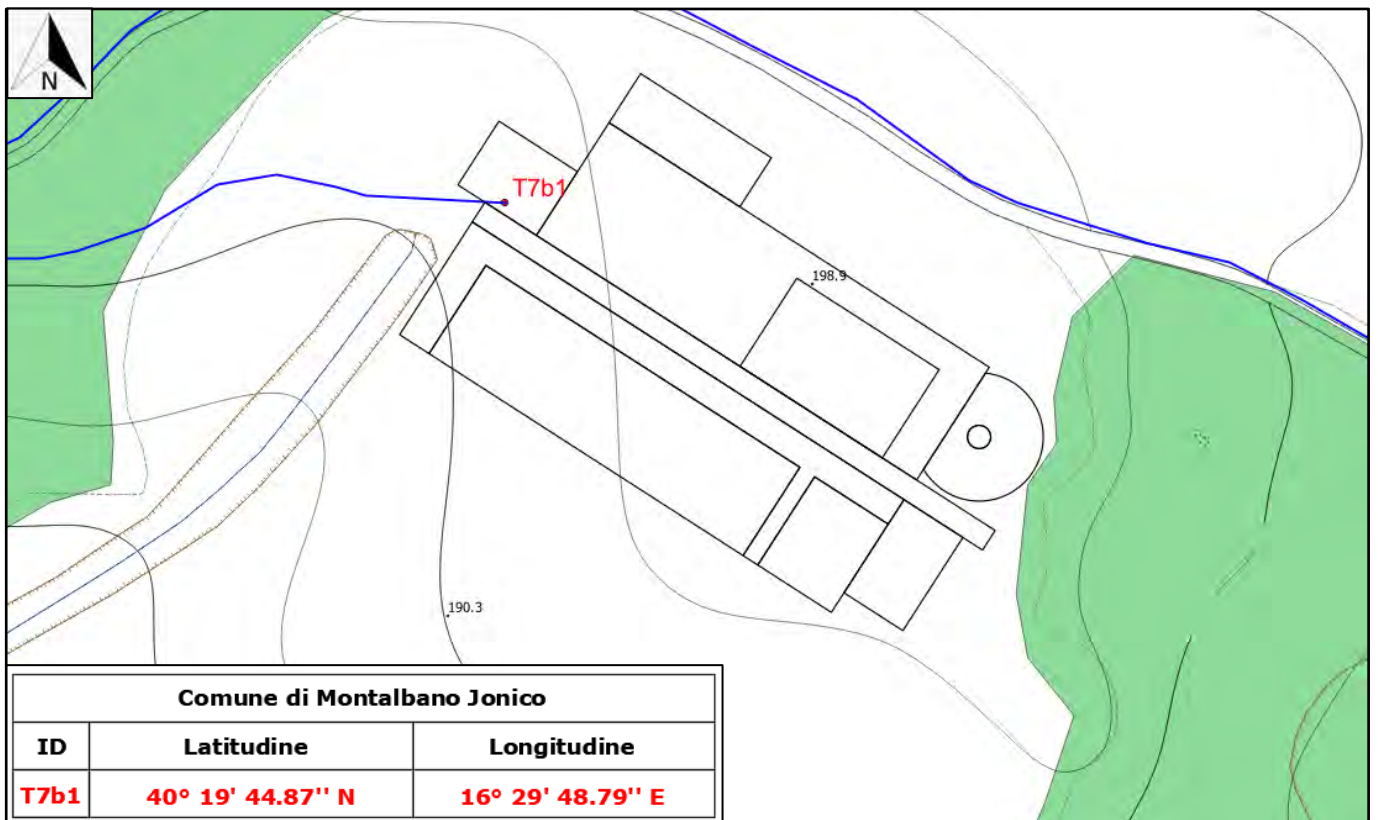


Fig. 23 – Posizionamento dell'aerogeneratore T7b1 sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata

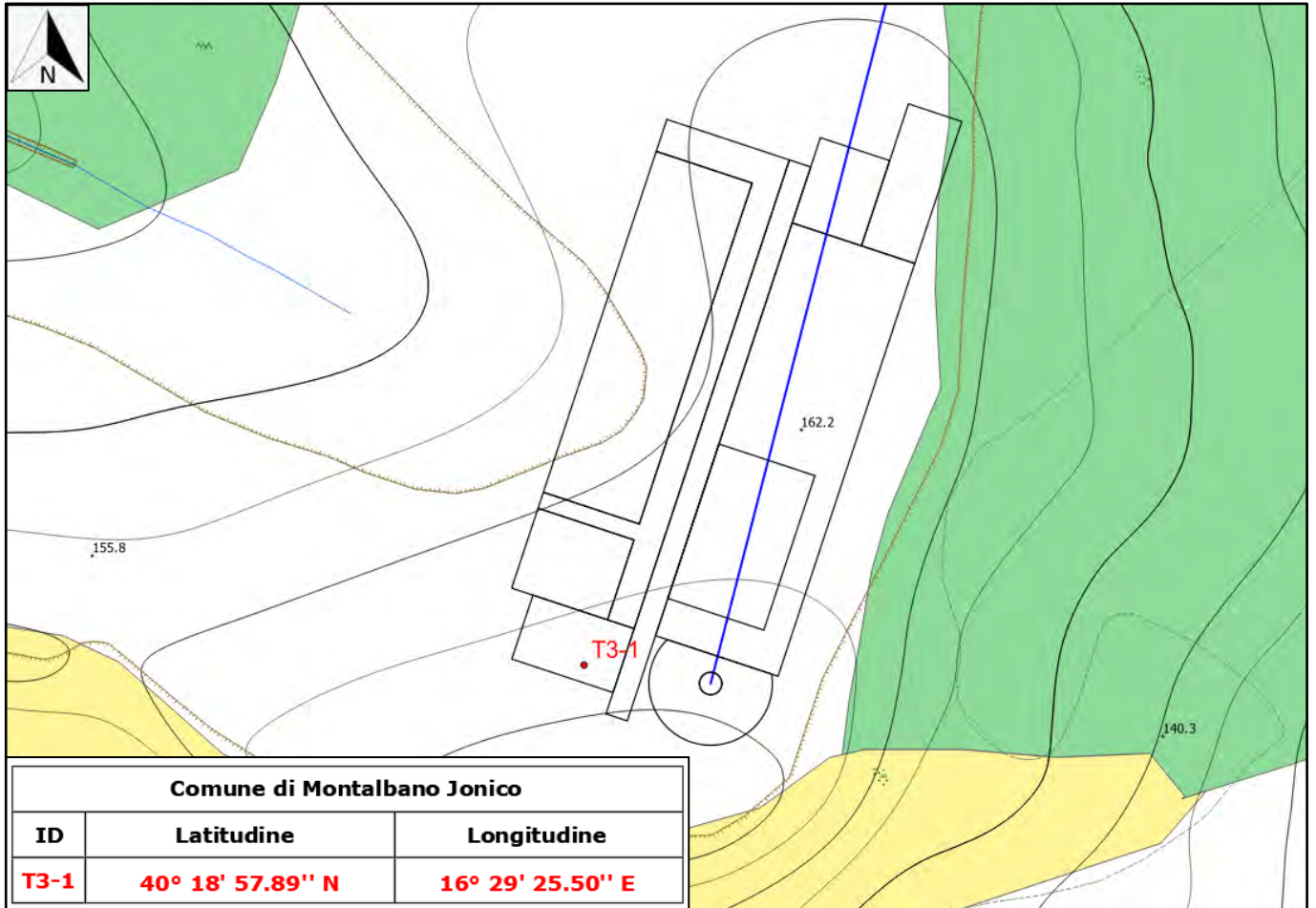


Fig. 24 – Posizionamento dell'aerogeneratore T3-1 sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata

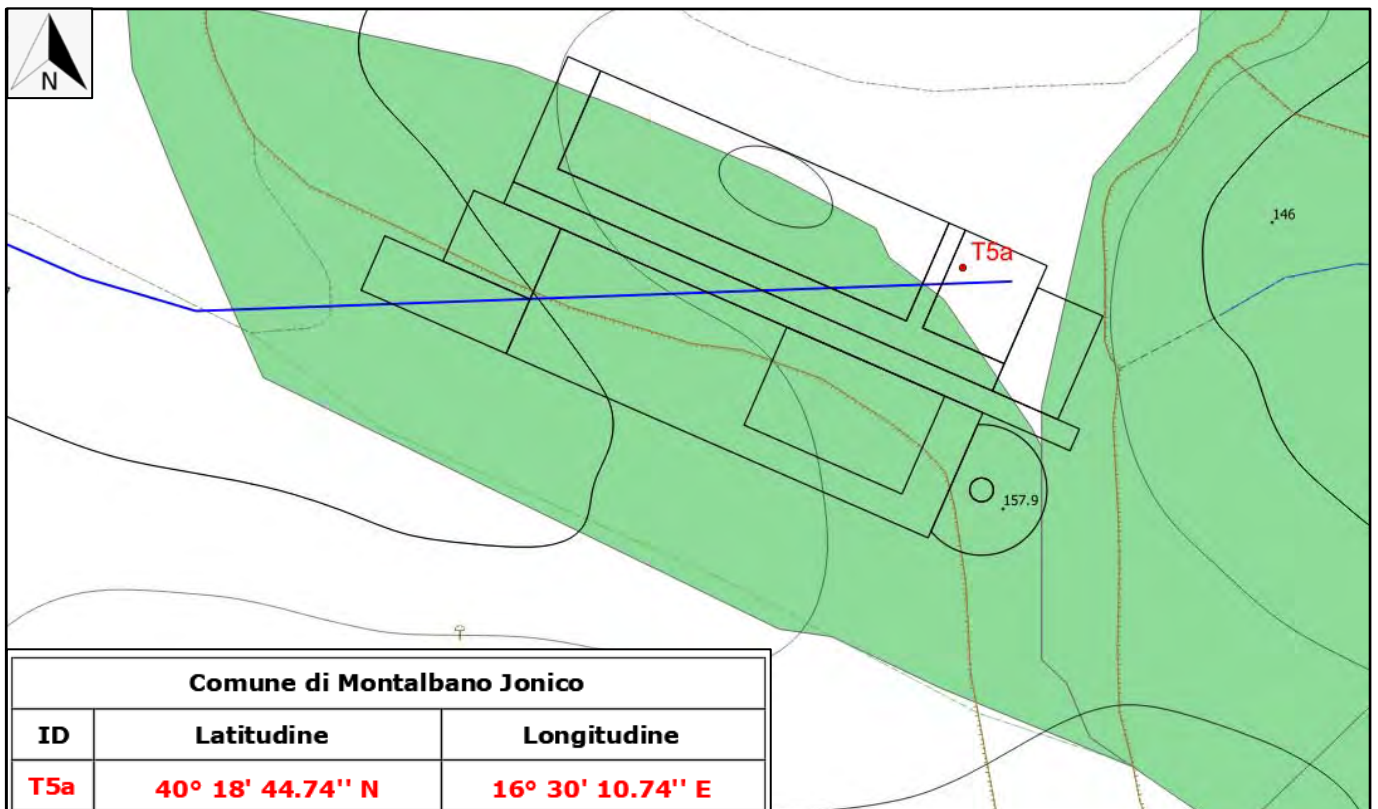


Fig. 25 – Posizionamento dell'aerogeneratore T5a sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata



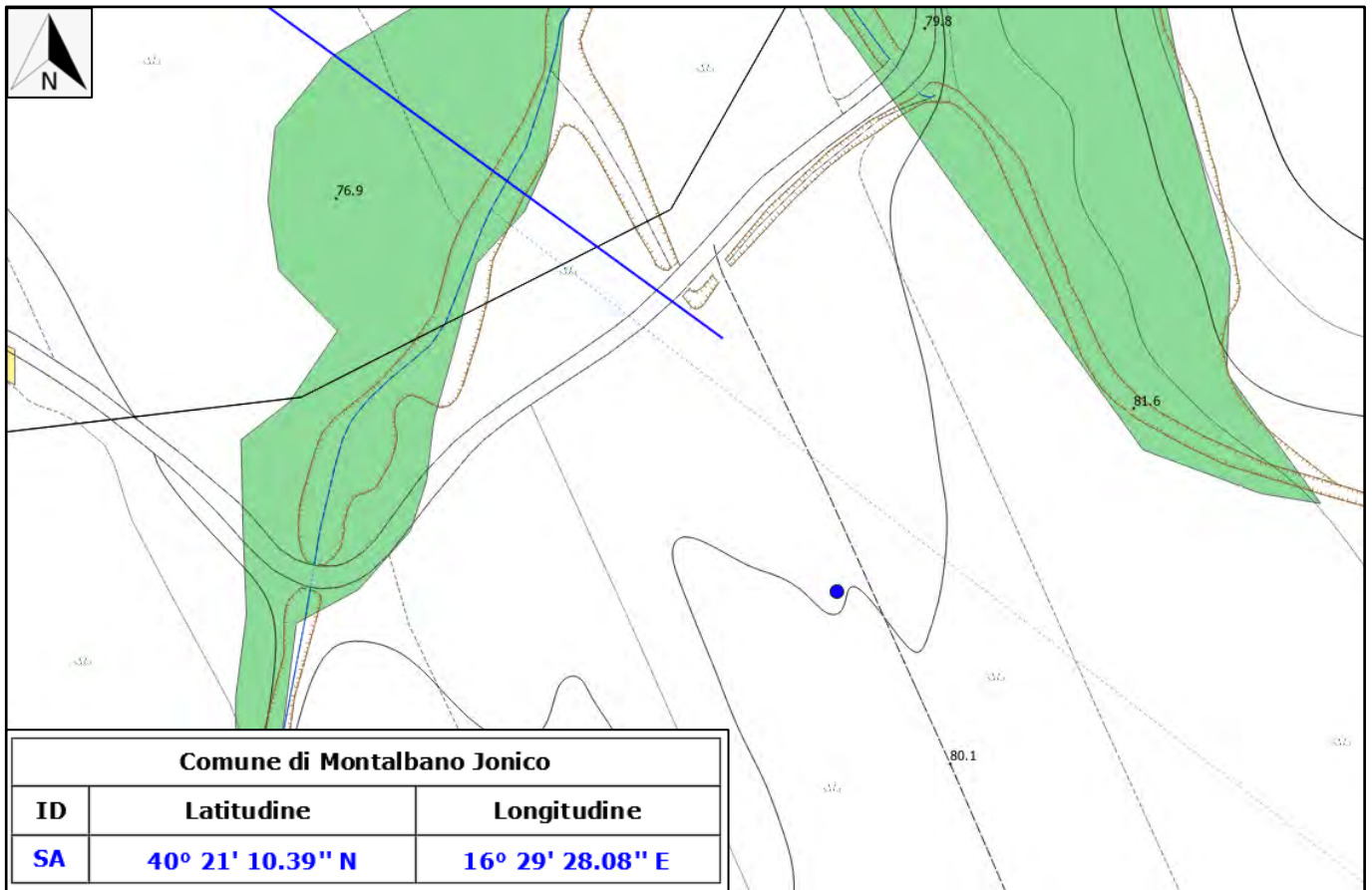


Fig. 26 – Posizionamento della stazione di accumulo sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata

Diversamente, invece, il cavidotto di connessione dell'impianto alla stazione di accumulo interseca in più punti aree perimetrare a rischio elevato (R3), rischio medio (R2) e rischio moderato (R1) (Figg. 27-34).



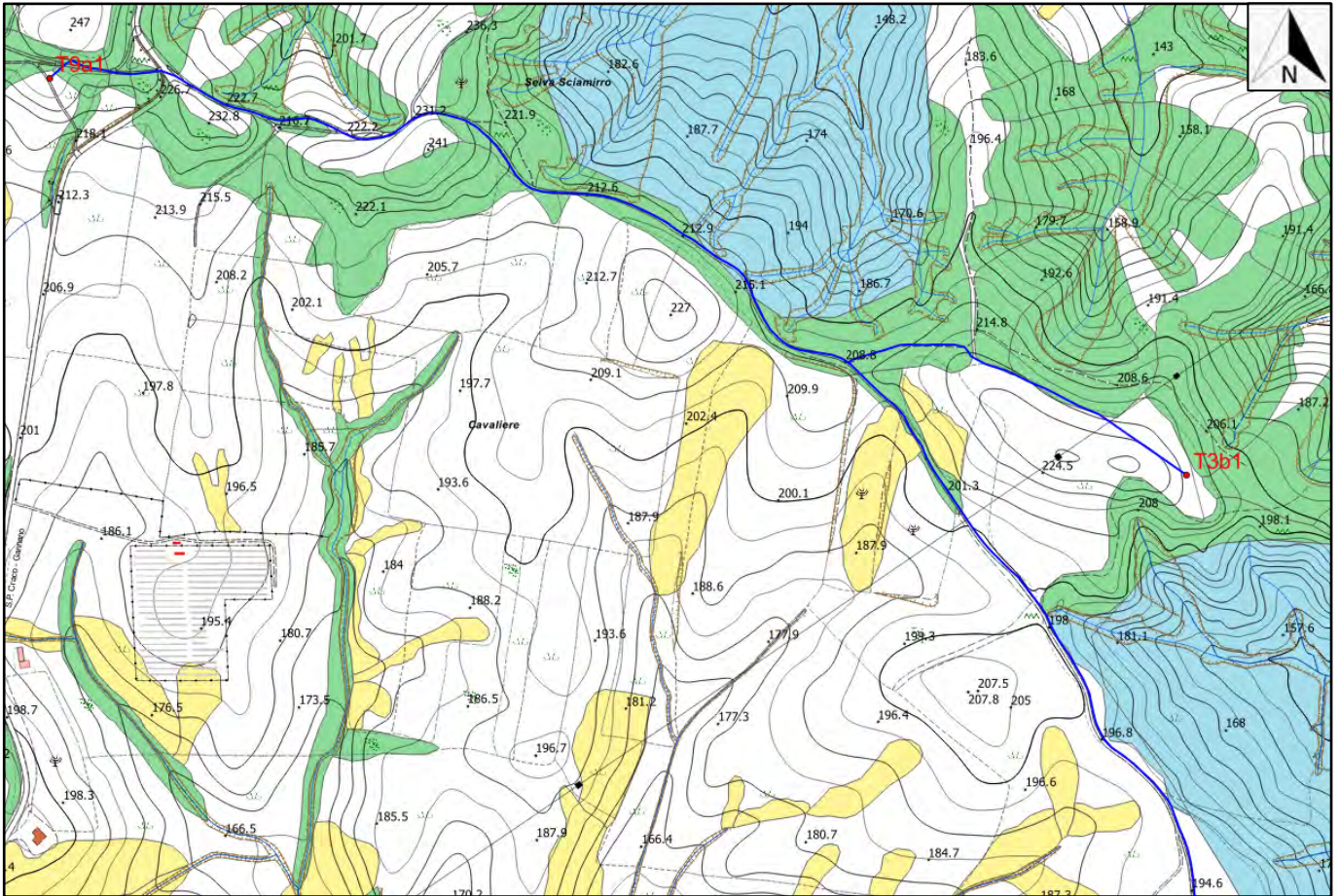


Fig. 27 – Posizionamento dell'elettrodotto sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata

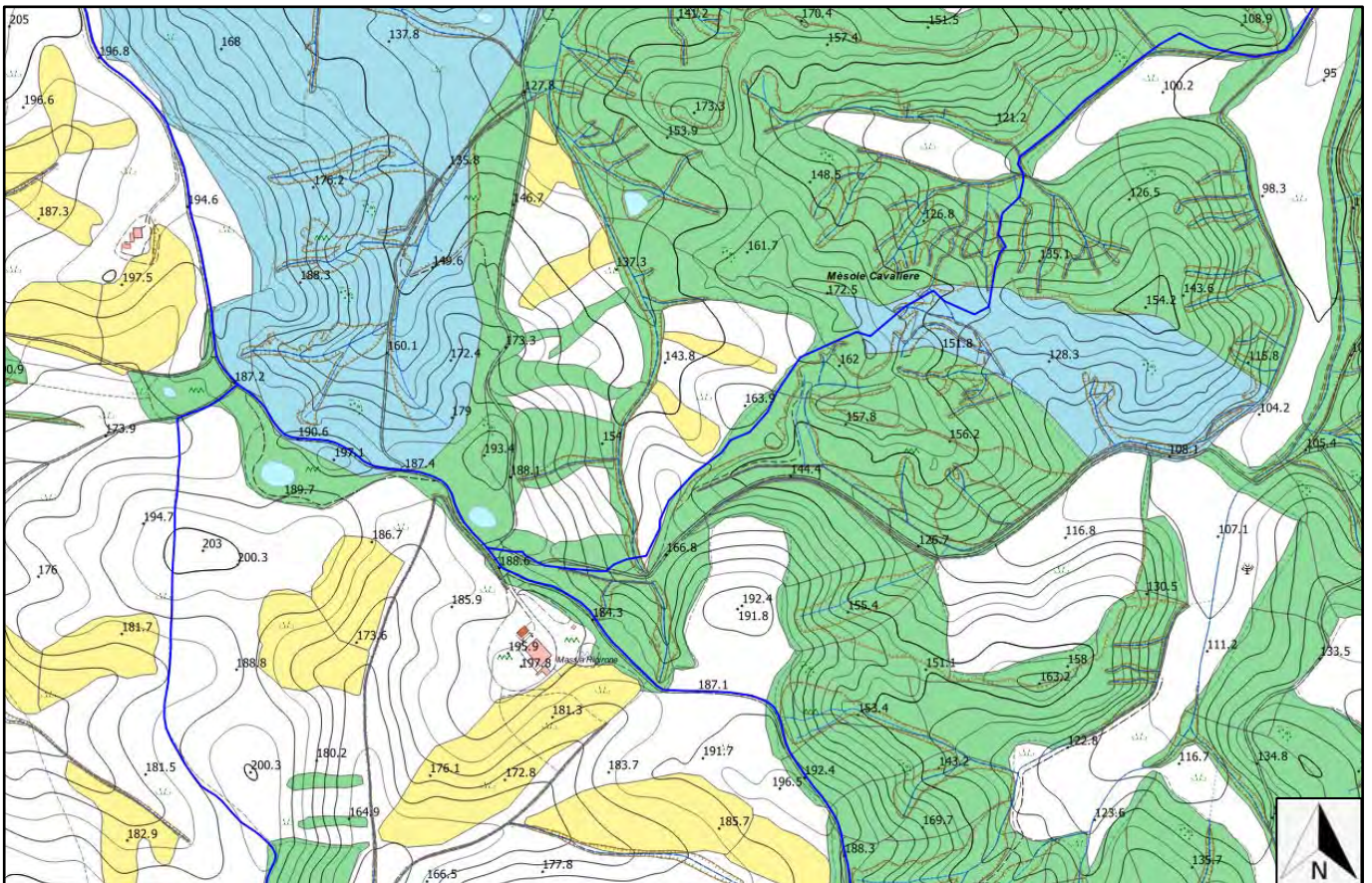


Fig. 28 – Posizionamento dell'elettrodotto sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata



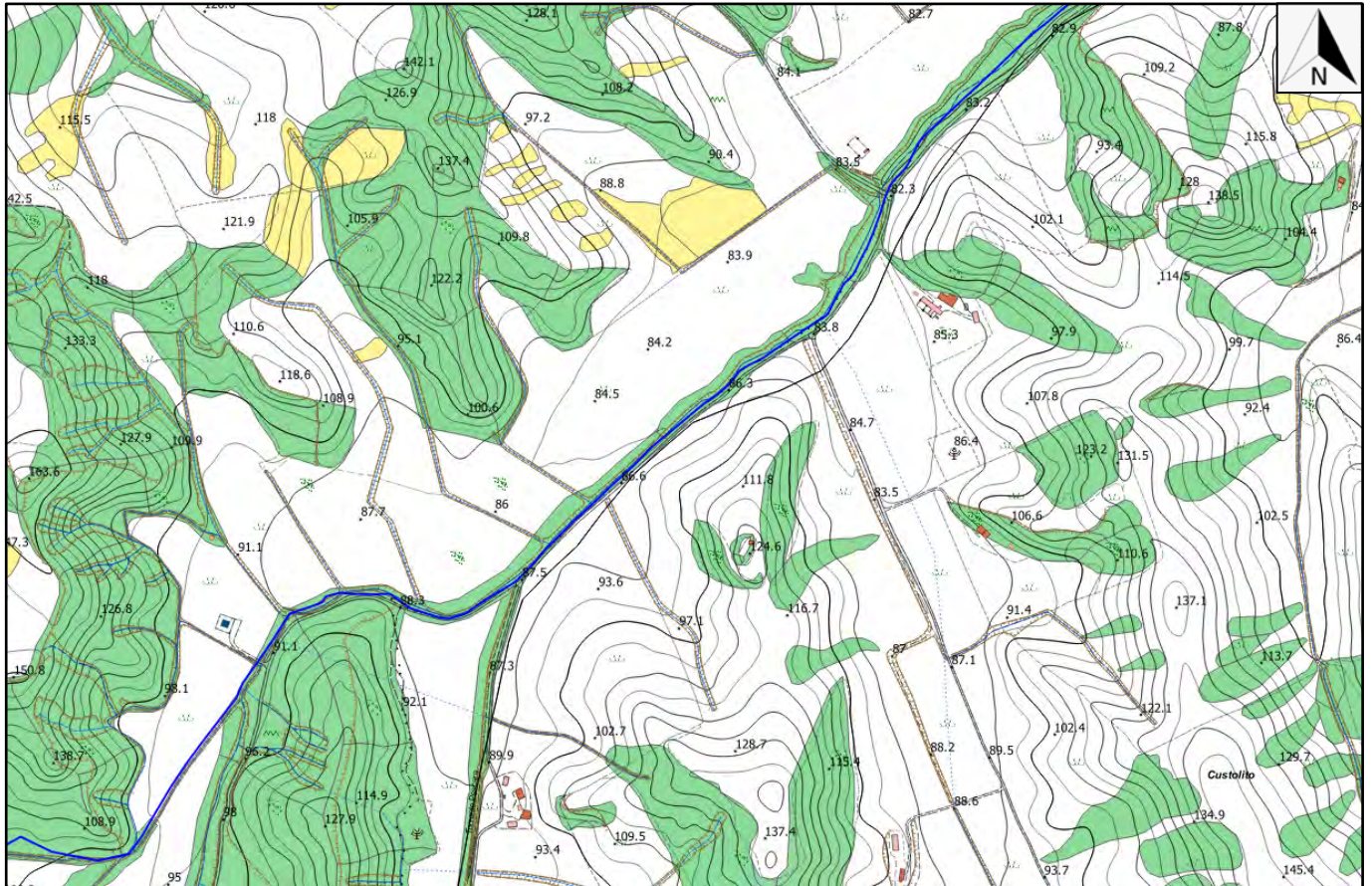


Fig. 29 – Posizionamento dell'elettrodotto sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata

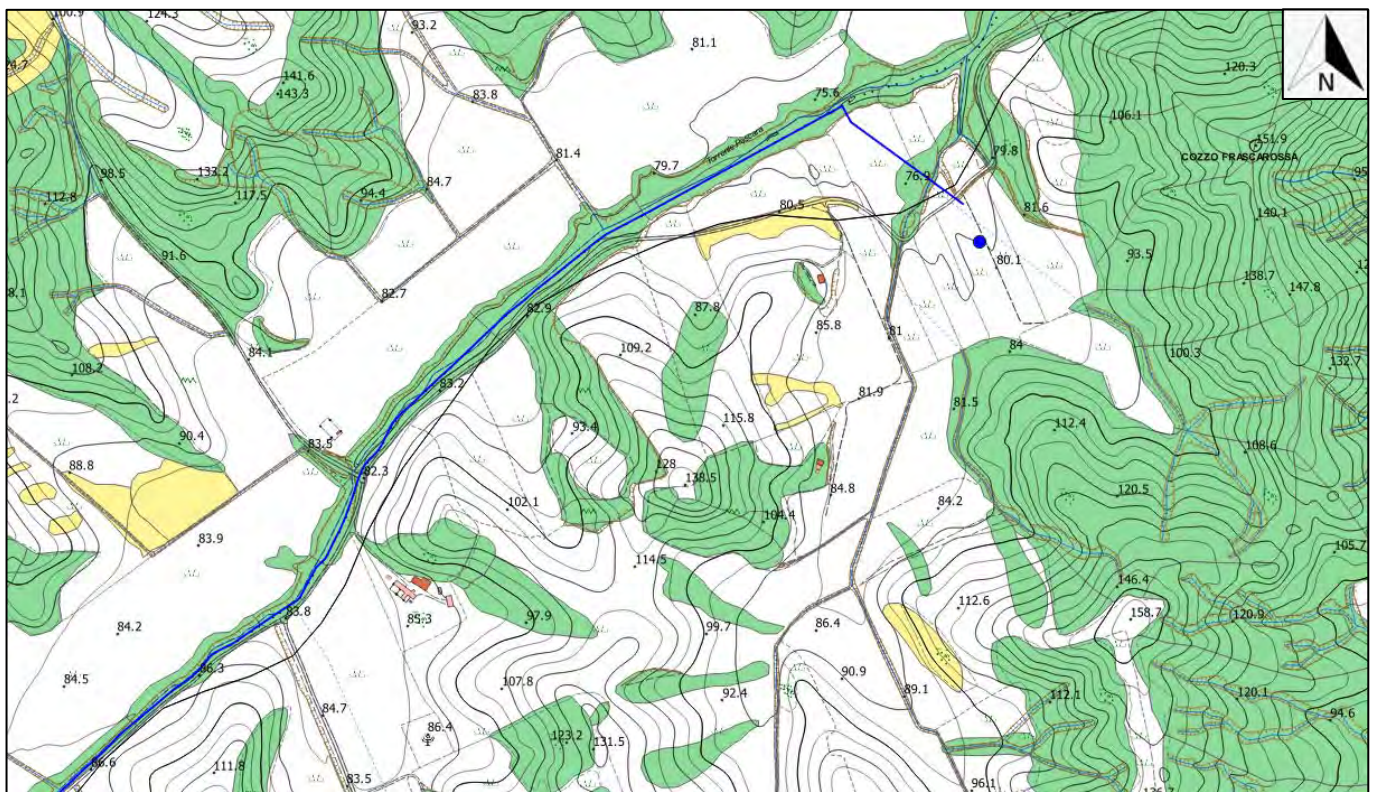


Fig. 30 – Posizionamento dell'elettrodotto sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata



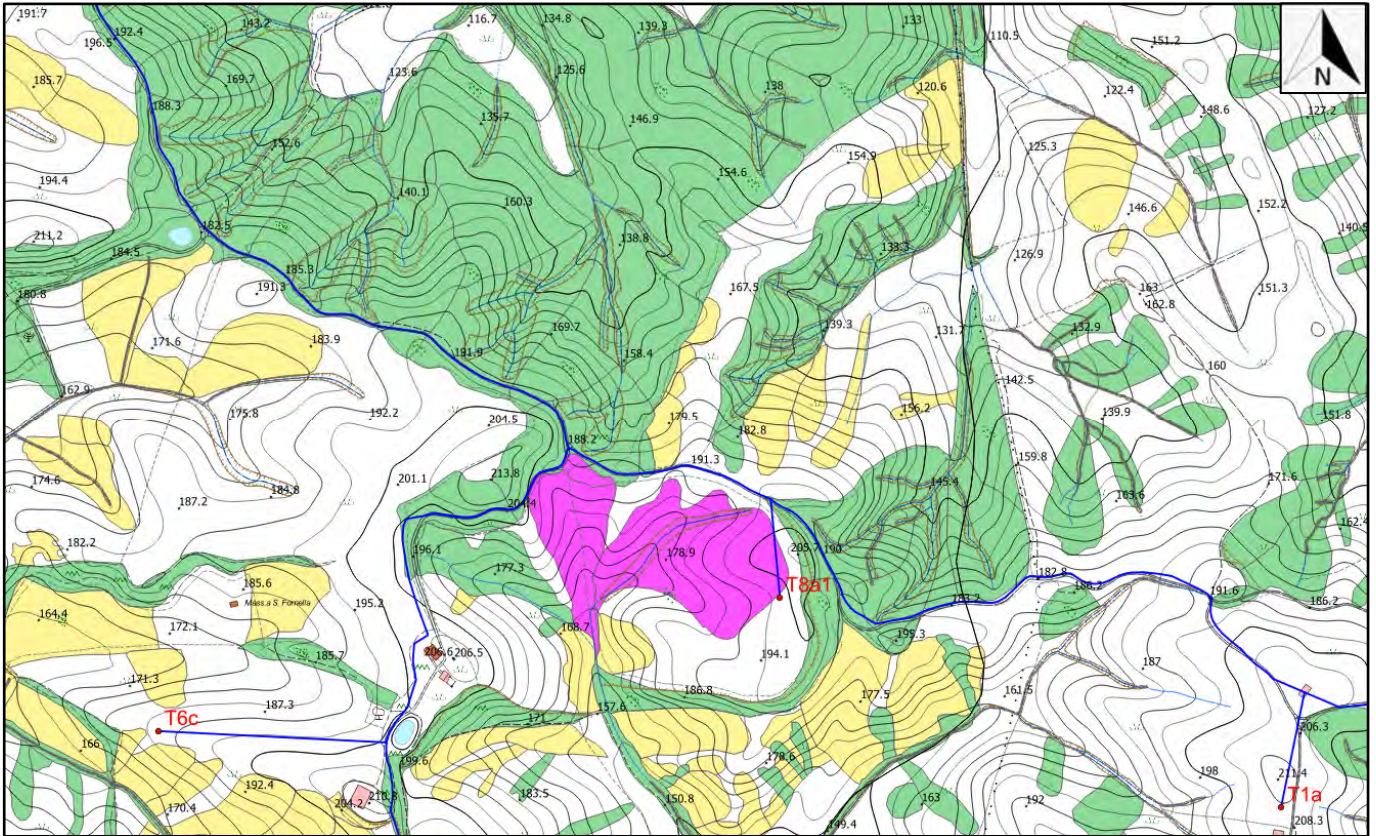


Fig. 31 – Posizionamento dell'elettrodotto sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata

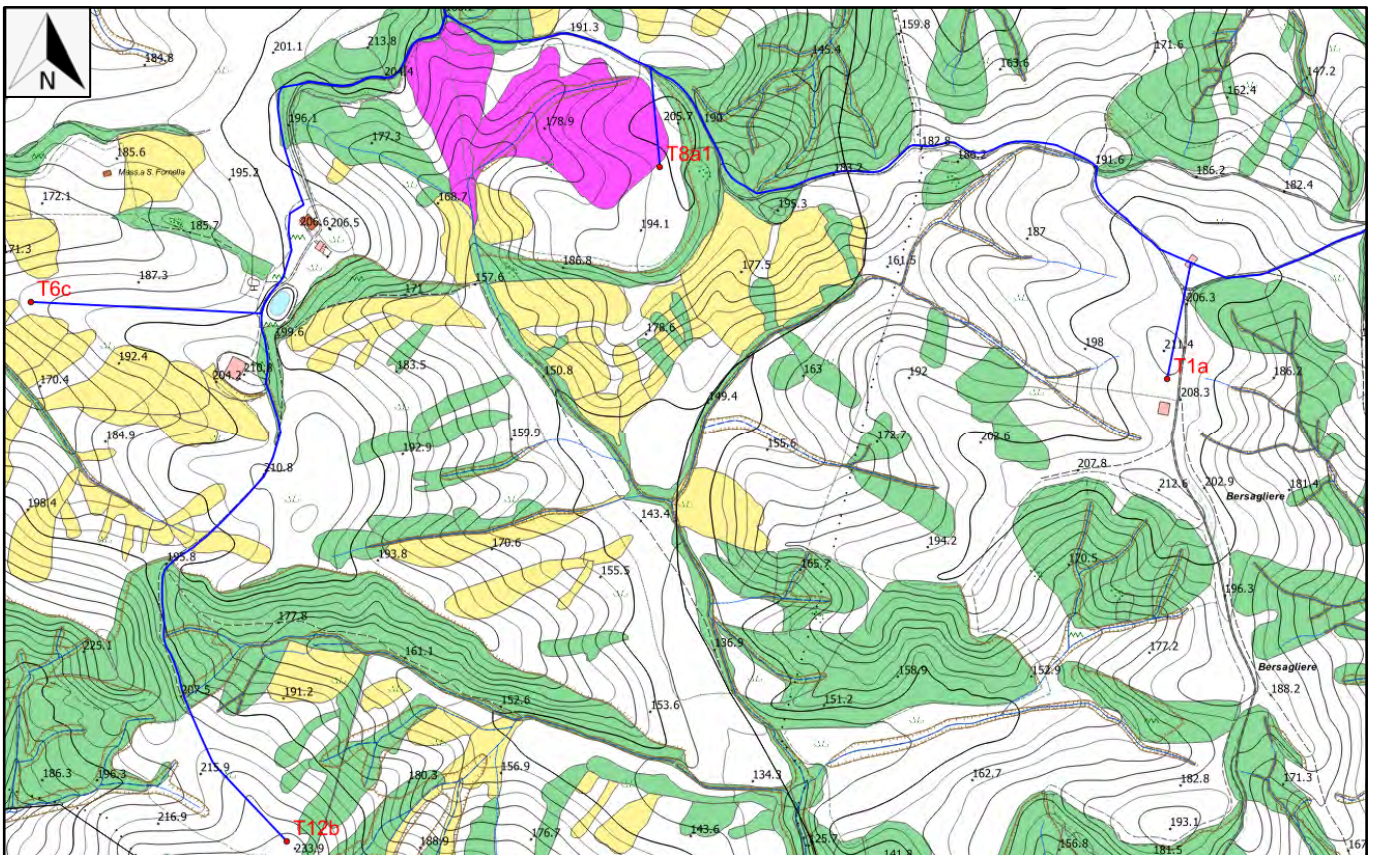


Fig. 32 – Posizionamento dell'elettrodotto sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata



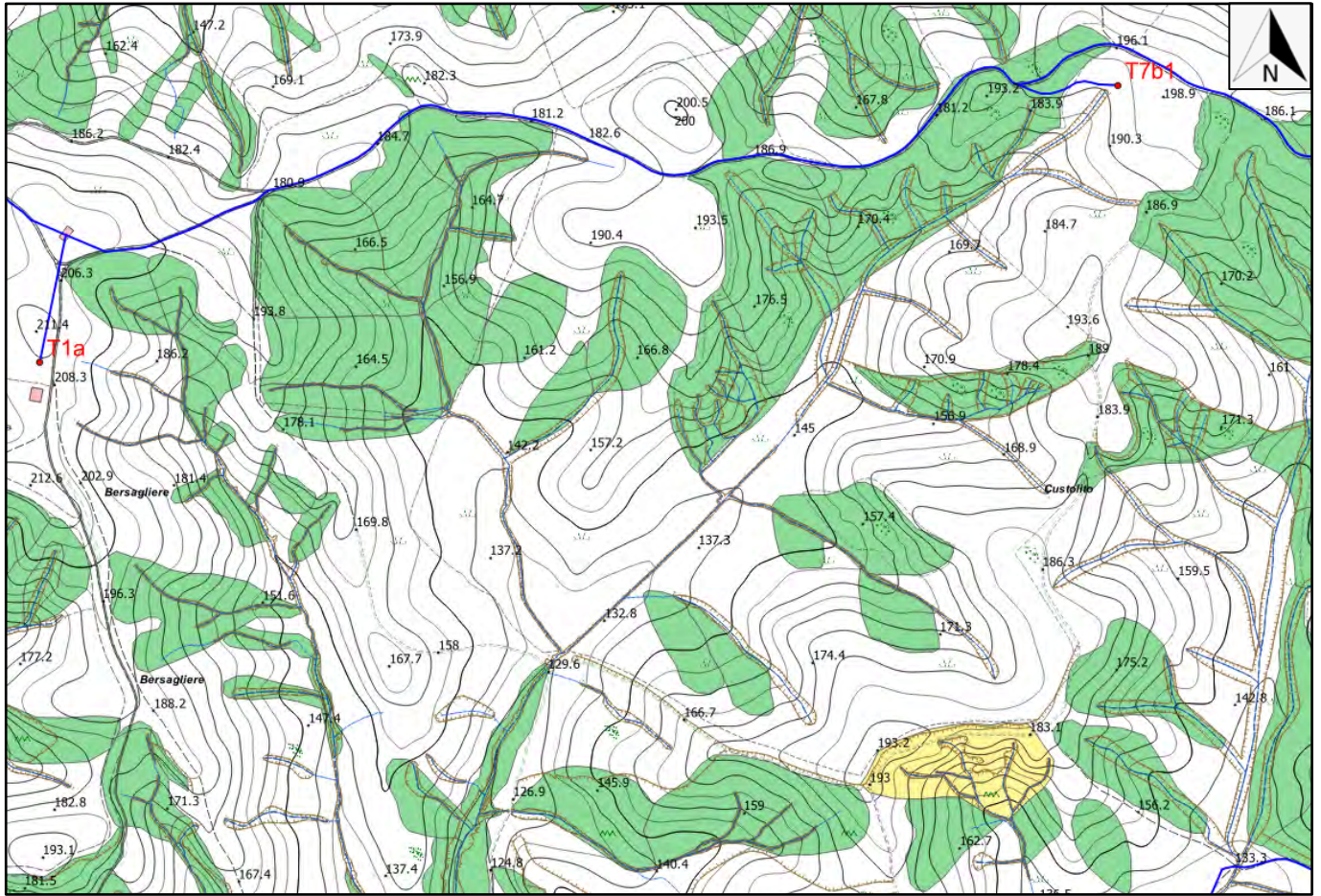


Fig. 33 – Posizionamento dell'elettrodotto sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata

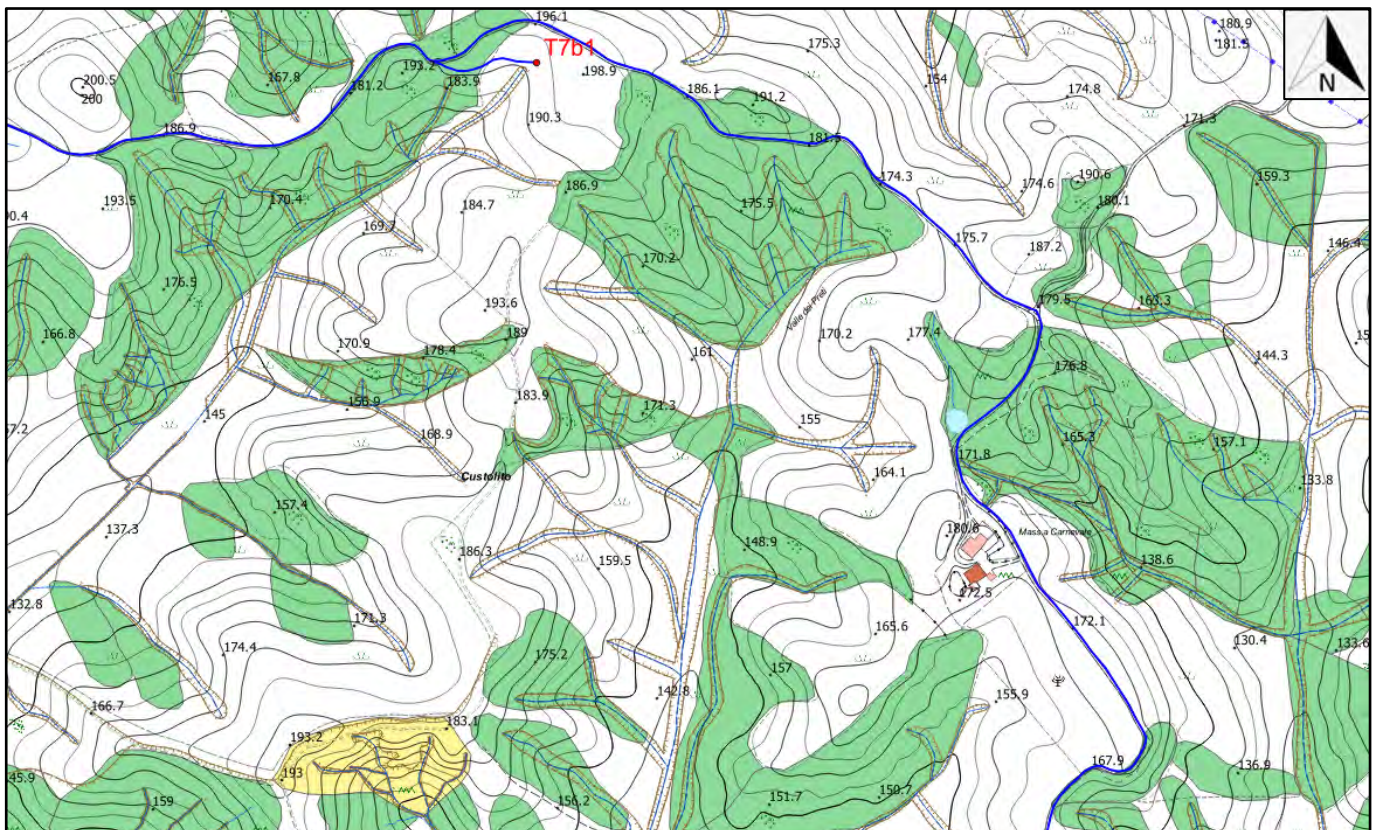


Fig. 34 – Posizionamento dell'elettrodotto sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata



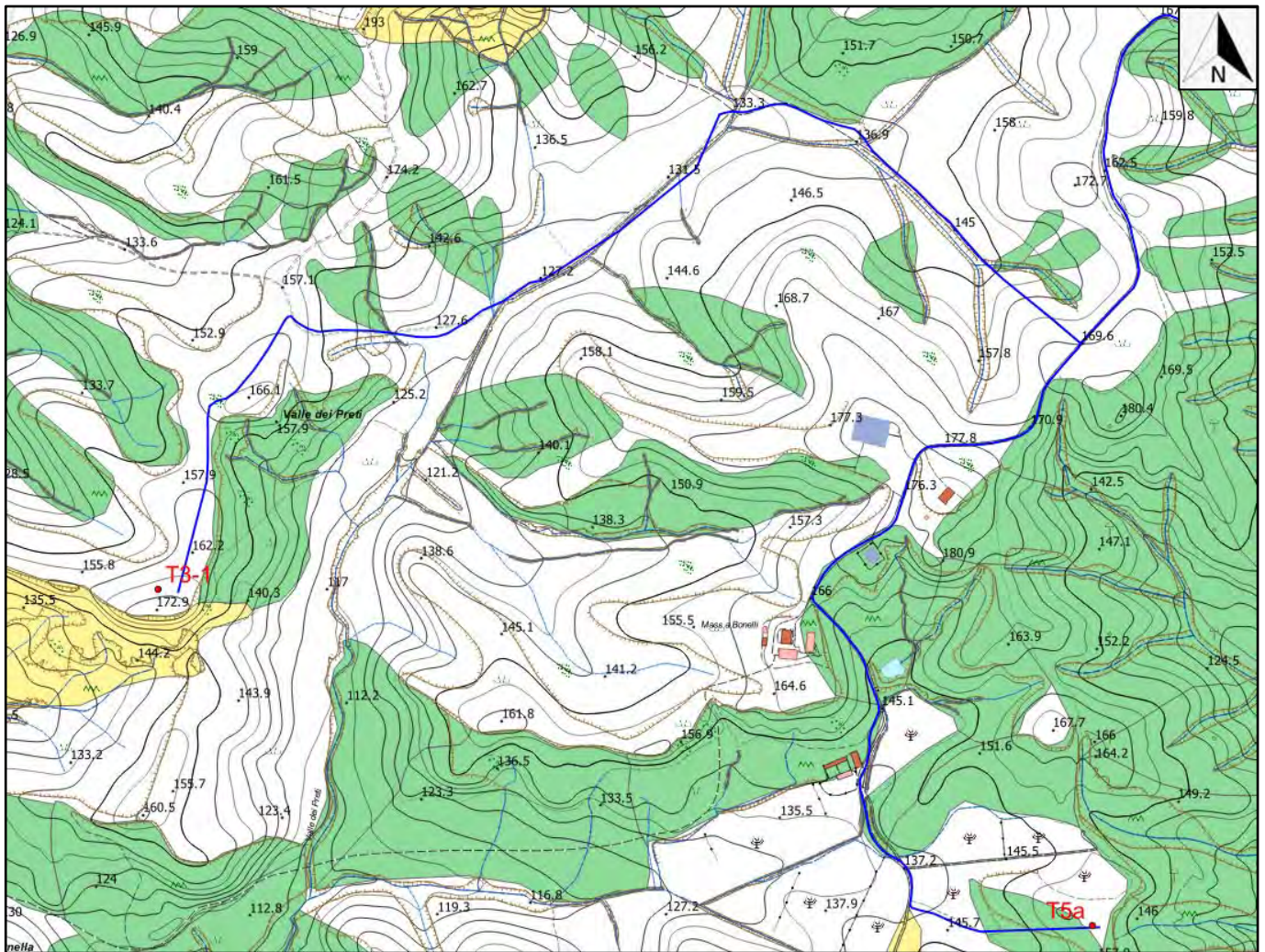


Fig. 35 – Posizionamento dell'elettrodotto sulla carta del rischio da frana dell'ex AdB della Basilicata

Per quanto attiene la **realizzazione di opere di interesse pubblico interessanti le aree di versante**, ai sensi dell'art. 22 delle N.T.A. del PAI:

1. *E' consentita, previo parere dell'AdB, la realizzazione di opere di interesse pubblico interessanti le aree di versante di cui agli articoli 16, 17, 18, 20 e 21, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non concorrano ad incrementare il carico insediativo, non aggravino le condizioni di sicurezza e non costituiscano elemento pregiudizievole all'attenuazione della pericolosità esistente.*
2. *La realizzazione di infrastrutture o impianti lineari o a rete quali ad esempio quelli idrici, fognari, del gas, elettrici, tecnologici, nel caso in cui sia prevista all'interno dell'area di sedime di strade pubbliche o private, è consentita previa trasmissione all'Autorità di Bacino e agli Uffici Regionali chiamati a rilasciare pareri/autorizzazioni di competenza, di uno studio di compatibilità idrogeologica, asseverato dal progettista, che attesti che l'intervento sia nella fase di cantiere sia nella fase di esercizio non determina in alcun modo incrementi delle condizioni di pericolosità idrogeologica né può determinare alcun pregiudizio alla realizzazione di interventi di rimozione e/o riduzione delle condizioni di pericolosità preesistenti. Il Gestore dell'infrastruttura da*



*realizzare, ove già univocamente individuato o, in sua assenza, il Titolare dell'iniziativa, dovrà inoltre dichiarare di essere consapevole delle condizioni di pericolosità esistenti sull'area precisando di rinunciare a qualsiasi richiesta di risarcimento per danni all'opera da realizzare derivanti da dette condizioni. L'impegno alla rinuncia a qualsiasi richiesta di risarcimento, se la dichiarazione è rilasciata da Soggetto diverso dal Gestore, dovrà essere trasferito a quest'ultimo all'atto dell'affidamento della gestione. Il Gestore delle opere è tenuto al monitoraggio ed alla realizzazione degli interventi necessari a garantire il buon stato di conservazione dell'opera realizzata.*

*3. In tutti i casi diversi da quanto previsto al comma 2, la realizzazione di opere di interesse pubblico di cui al comma 1 è subordinata all'acquisizione dei pareri, preliminare e definitivo, espressi dall'AdB per la verifica della compatibilità con le finalità del Piano Stralcio.*

*4. Per il rilascio del parere preliminare è necessario presentare all'AdB la documentazione progettuale contenente tutti gli elementi utili per consentire una accurata istruttoria.*

La documentazione dovrà dimostrare:

- che la realizzazione delle opere è legata ad una effettiva esigenza di pubblico interesse;
- che le opere non sono altrimenti localizzabili, con particolare riferimento alle interferenze con le aree a rischio idrogeologico elevato e molto elevato;
- che i nuovi interventi previsti sono tali da migliorare o comunque non aggravare le condizioni di sicurezza del territorio e non costituiscono elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio esistenti.

## 5. Indagini e caratterizzazione geologica e geotecnica

### 5.1 Programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche in sito

Dal punto di vista strettamente operativo questo studio nell'assegnare un peso alla componente geologica e geotecnica nella valutazione della fattibilità di opere ed interventi sul territorio trae i suoi fondamenti dai seguenti dispositivi di legge regionale e nazionali:

#### **Riferimenti normativi della Regione Basilicata**

- **L.R. n. 9 del 7 giugno 2011** - *Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica*, all'art. 3 dispone che "Per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica previsti nella formazione degli strumenti urbanistici si farà riferimento alla Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata fornita nell'allegato 1".

#### **Riferimenti normativi nazionali**

- **Ordinanza 20 marzo 2003 n. 3274** del Presidente del Consiglio dei Ministri, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'8/5/2003 n. 105, supplemento n. 72, ha approvato i criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica e, con essi, in prima applicazione, la nuova riclassificazione secondo le indicazioni del Gruppo di Lavoro del Dipartimento della Protezione Civile del 1998.
- **D.M. LL.PP. 11/3/88**, concernente le "norme tecniche relative alle indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", che prescrive che le scelte di progetto, i calcoli e le verifiche tecniche relative alla progettazione devono fondarsi sempre sulla caratterizzazione geologica e geotecnica del sottosuolo ottenuta con rilievi, indagini e prove.
- **D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"**, pubblicato sul S.O. della Gazzetta Ufficiale n.30 del 04/02/2008, che raccoglie in un unico organico testo le Norme tecniche per le costruzioni prima distribuite in diversi decreti ministeriali.
- **D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"**, pubblicato sul S.O. alla Gazzetta Ufficiale n.42 del 20/02/2018, che aggiorna e sostituisce le Norme tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 14 gennaio 2008.

Per la ricostruzione del modello geologico, geotecnico e sismico del sito di specifico interesse, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche in sito consistente nella realizzazione di n°6 prove penetrometriche dinamiche continue e n°6 prospezioni sismiche M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves* ovvero *Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh*).



In aggiunta, sono stati presi in considerazione i risultati di una precedente campagna di indagini geognostiche realizzata da un altro professionista nella medesima area di studio, durante la quale sono stati eseguiti sondaggi a carotaggio continuo, prove S.P.T. in foro di sondaggio e prove di laboratorio su campioni di terreno indisturbato. Tali attività hanno permesso di ricostruire un modello geologico preliminare del sito di studio e, nel contempo, di ricavare i principali parametri dei terreni del sottosuolo di interesse geotecnico, al fine di conoscerne e studiarne il comportamento in relazione alle caratteristiche strutturali e dimensionali dell'opera di progetto.

## 5.2 Prove penetrometriche dinamiche continue

Per l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche continue (Foto 6-7) si è utilizzato un penetrometro dinamico modello "TG 30/20", prodotto dalla ditta PAGANI, classificato come medio dalla ISSMFE (1988). Il penetrometro dinamico descritto è conforme, nelle caratteristiche tecniche generali, allo standard nazionale D.P.L. (penetrometro dinamico leggero italiano) e a quello internazionale. Le informazioni che ogni prova ha fornito sono state di tipo continuo, poiché le misure di resistenza alla penetrazione sono eseguite durante tutta l'infissione, ottenendo così una valutazione quantitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati.

Durante l'esecuzione delle prove sono stati misurati, per intervalli consecutivi di 10 cm, il numero di colpi necessari per l'attraversamento del litotipo interessato. I valori del numero di colpi  $N_{TG30-20}$  così registrati, sono stati utilizzati per l'elaborazione dei penetrogrammi, per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati e per il calcolo della resistenza dinamica alla punta  $Rpd$ .

È da osservare che, in terreni con caratteristiche simili a quelli che sono presenti nel sottosuolo dell'area indagata, risulta sperimentalmente, che il numero di colpi  $NT_{G30-20}$  per infissioni di 10 cm, corrisponde mediamente al numero di colpi  $N_{SPT}$  per infissioni di 30 cm.

Poiché la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{SPT}$  ottenuto con la prova penetrometrica standard (S.P.T.), si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica  $NT_{G30-20}$  con  $N_{SPT}$ .

Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t N$$

dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui  $Q$  è l'energia specifica per colpo e  $Q_{SPT}$  è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui:

- $M$  = rappresenta il peso della massa battente;
- $M'$  = è il peso aste;
- $H$  = l'altezza di caduta;
- $A$  = l'area della base punta conica;
- $\delta$  = il passo di avanzamento.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante il programma di calcolo automatico *Dynamic Probing* della *GeoStru Software*. Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (*coefficiente di correlazione con SPT*) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono di ottenere informazioni utili sulle litologie e sui dati geotecnici dei terreni attraversati lungo le verticali esplorate.

In particolare il programma di calcolo consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

Di seguito sono riportati, per ogni profilo penetrometrico analizzato, le profondità dei vari litotipi riscontrati, i valori dei numeri di colpi medi in sito ( $N_{TG\ 30/20}$ ) e quelli normalizzati per ogni strato ( $N_{SPT\ equivalente}$ ), la valutazione della resistenza dinamica alla punta ( $Rpd$ ) determinata con la *Formola degli Olandesi*.

La Formola degli Olandesi è di seguito riportata:

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

dove:

- $Rpd$  = resistenza dinamica punta (area  $A$ );
- $e$  = infissione media per colpo ( $d/ N$ );
- $M$  = peso massa battente (altezza caduta  $H$ );
- $P$  = peso totale aste e sistema battuta.



**Prova penetrometrica dinamica Pd1 – Aerogeneratore T5a**

Strato (n°)	Profondità (m)	Spessore (m)	N TG 30/20 (n°)	Coeff. Corr. con N <sub>SPT</sub> (n°)	N <sub>SPT</sub> equiv. (n°)	Rpd (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	5,9	5,9	13,02	0,78	10,19	42,80

**Prova penetrometrica dinamica Pd2 – Aerogeneratore T7b1**

Strato (n°)	Profondità (m)	Spessore (m)	N TG 30/20 (n°)	Coeff. Corr. con N <sub>SPT</sub> (n°)	N <sub>SPT</sub> equiv. (n°)	Rpd (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	5,1	5,1	8,96	0,78	7,02	30,24

**Prova penetrometrica dinamica Pd3 – Aerogeneratore T1a**

Strato (n°)	Profondità (m)	Spessore (m)	N TG 30/20 (n°)	Coeff. Corr. con N <sub>SPT</sub> (n°)	N <sub>SPT</sub> equiv. (n°)	Rpd (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	4,8	4,8	29,35	0,78	22,98	98,61

**Prova penetrometrica dinamica Pd4 – Aerogeneratore T10b1**

Strato (n°)	Profondità (m)	Spessore (m)	N TG 30/20 (n°)	Coeff. Corr. con N <sub>SPT</sub> (n°)	N <sub>SPT</sub> equiv. (n°)	Rpd (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	3,6	3,6	22,57	0,78	17,67	73,09

**Prova penetrometrica dinamica Pd5 – Nei pressi dell'Aerogeneratore T8a1**

Strato (n°)	Profondità (m)	Spessore (m)	N TG 30/20 (n°)	Coeff. Corr. con N <sub>SPT</sub> (n°)	N <sub>SPT</sub> equiv. (n°)	Rpd (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	6,1	6,1	9,31	0,78	7,29	34,3

**Prova penetrometrica dinamica Pd6 – Aerogeneratore T9a1**

Strato (n°)	Profondità (m)	Spessore (m)	N TG 30/20 (n°)	Coeff. Corr. con N <sub>SPT</sub> (n°)	N <sub>SPT</sub> equiv. (n°)	Rpd (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	7,4	7,4	14,22	0,78	11,13	44,82

## 6. Modello geologico e caratteristiche geotecniche medie dei terreni

### 6.1 Caratteristiche geotecniche dei terreni

Nel presente capitolo vengono esposti i dati litotecnici e geotecnici dei terreni che costituiscono il sottosuolo indagato ricavati dall'elaborazione delle indagini in sito, dalla bibliografia e da esperienze compiute su questi materiali.

I dati scaturiti dal rilevamento geologico di campagna e dall'insieme delle indagini eseguite in sito e dall'analisi di quelle disponibili per l'area di studio, previo opportune elaborazioni ed interpretazioni, hanno consentito di conoscere il modello geologico del sito in esame e di caratterizzare dal punto di vista fisico-meccanico e dinamico i terreni della porzione di sottosuolo di interesse geotecnico come di seguito riportato.

Come già esposto nei paragrafi precedenti, i siti esaminati geologicamente sono ascrivibili alla formazione delle **Argille marnose azzurre del T. Sauro**, costituita da un'ampia successione di argille azzurre o grigio-verdi a frattura concoide, caratterizzate, nella parte medio-alta, da fitte e sottili intercalazioni torbiditiche sabbiose giallastre.

Dall'analisi di tutti i dati a disposizione si può affermare che gli orizzonti litologici interessanti le opere di fondazione degli aerogeneratori di progetto, se si esclude un primo esile strato costituito da terreno vegetale, sono caratterizzati da terreni il cui comportamento geotecnico è prevalentemente coesivo ed aventi buone caratteristiche geotecniche con l'aumentare della profondità.

Le caratteristiche geomeccaniche dei terreni riscontrati nei siti esaminati, sono state definite dall'analisi ed interpretazioni delle indagini eseguite in sito e dalla consultazione della letteratura scientifica, tenendo conto della natura pelitica dei terreni caratterizzanti l'intera area.

La caratterizzazione fisico-meccanica media dei terreni nell'ambito del volume significativo, dove per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata (direttamente o indirettamente) dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso, è di seguito riportata:

#### **Argille marnose**

- Stato di consistenza = da consistente a molto consistente
- Numero dei colpi  $N_{SPT}$  = 14
- Peso unità di volume = 2,05 t/mc
- Peso di volume saturo = 2,32 t/mc
- Angolo di attrito = 25°
- Coesione drenata = 0,37 Kg/cmq
- Coesione non drenata = 2,45 Kg/cmq
- Modulo elastico = 140 Kg/cmq
- Modulo edometrico = 87 Kg/cmq



## 7. Modellazione sismica ed indagini geofisiche

### 7.1 Prospezioni sismiche M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Nei siti esaminati sono state eseguite n°6 prospezioni sismiche del tipo *M.A.S.W.* (*Multichannel Analysis of Surface Waves* ovvero *Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh*) al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi presenti nell'area di studio e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17.01.2018).

Le onde di Rayleigh sono polarizzate in un piano verticale (Fig. 36) e si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera. L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado rispetto alla direzione di propagazione delle onde che vengono generate. Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a  $0.92V_s$ .

In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e  $0.92V_s$ . La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).



Fig. 36 - Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh caratterizzata dall'oscillazione polarizzata in un piano verticale e con movimento delle particelle retrogrado rispetto alla direzione di propagazione dell'onda.

La determinazione della velocità delle onde di taglio  $V_s$  tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde  $P$  (7%) ed  $S$  (26%). Inoltre l'ampiezza delle onde superficiali dipende da  $\sqrt{r}$  e non da  $r$  come per le onde di volume. In aggiunta, la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla  $V_p$  e dalla densità, è funzione innanzitutto della  $V_s$ , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione sismica di un sito secondo quanto previsto dalle recenti normative antisismiche (O.P.C.M. 3274/03; O.P.C.M. 3431/05; D.M. 17.01.2018).

Infatti, mentre la velocità delle onde  $P$  misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del

materiale, la velocità delle onde  $S$  è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde  $P$ , risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno. La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle  $V_S$ , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati (Fig. 37).

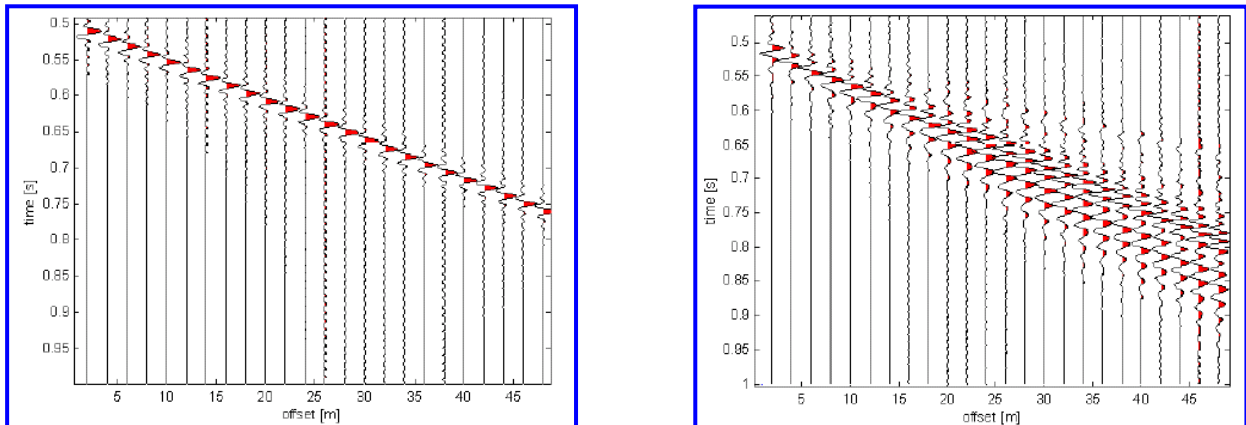


Fig. 37 – Segnali sismici che evidenziano (in rosso) le onde superficiali di Rayleigh in un mezzo non stratificato (a sinistra) e in un mezzo stratificato (a destra). Risulta evidente il fenomeno della dispersione delle onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato.

Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione (Fig. 38).

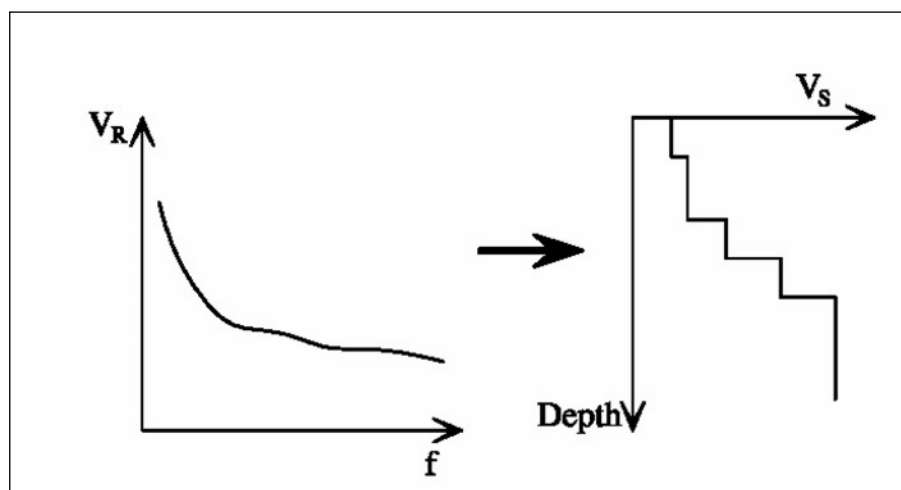


Fig. 38 – Velocità delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza (a sinistra) e profilo di velocità delle onde di taglio in funzione della profondità (a destra) ricavato tramite processo d'inversione.

Il metodo MASW (basato sull'analisi della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh) consente una dettagliata ricostruzione della distribuzione della velocità delle onde  $S$  nel sottosuolo.



L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio  $V_s$ .

Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali, simili alla tecnica SASW, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede i seguenti passi fondamentali:

1. Ripetute acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni.
2. Estrazione del modo fondamentale di oscillazione dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione).
3. Inversione delle curve di dispersione per ottenere un profilo verticale delle  $V_s$  nel punto medio di ogni stendimento geofonico).

Lo schema dello stendimento sismico è riprodotto nella seguente figura (Fig. 39).

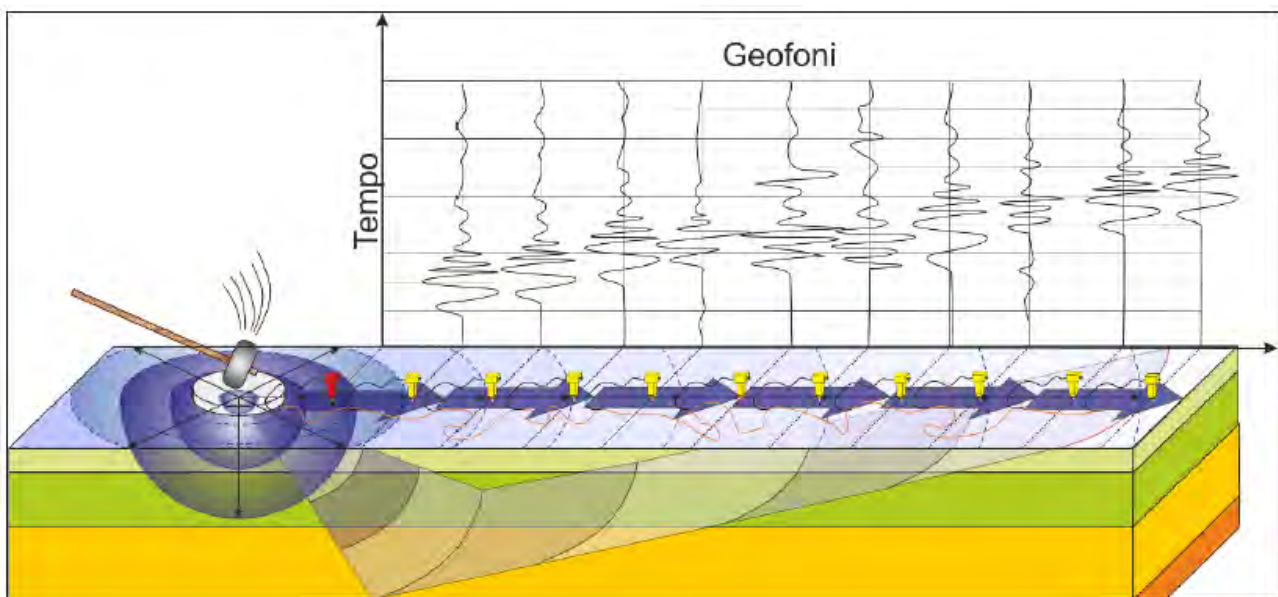
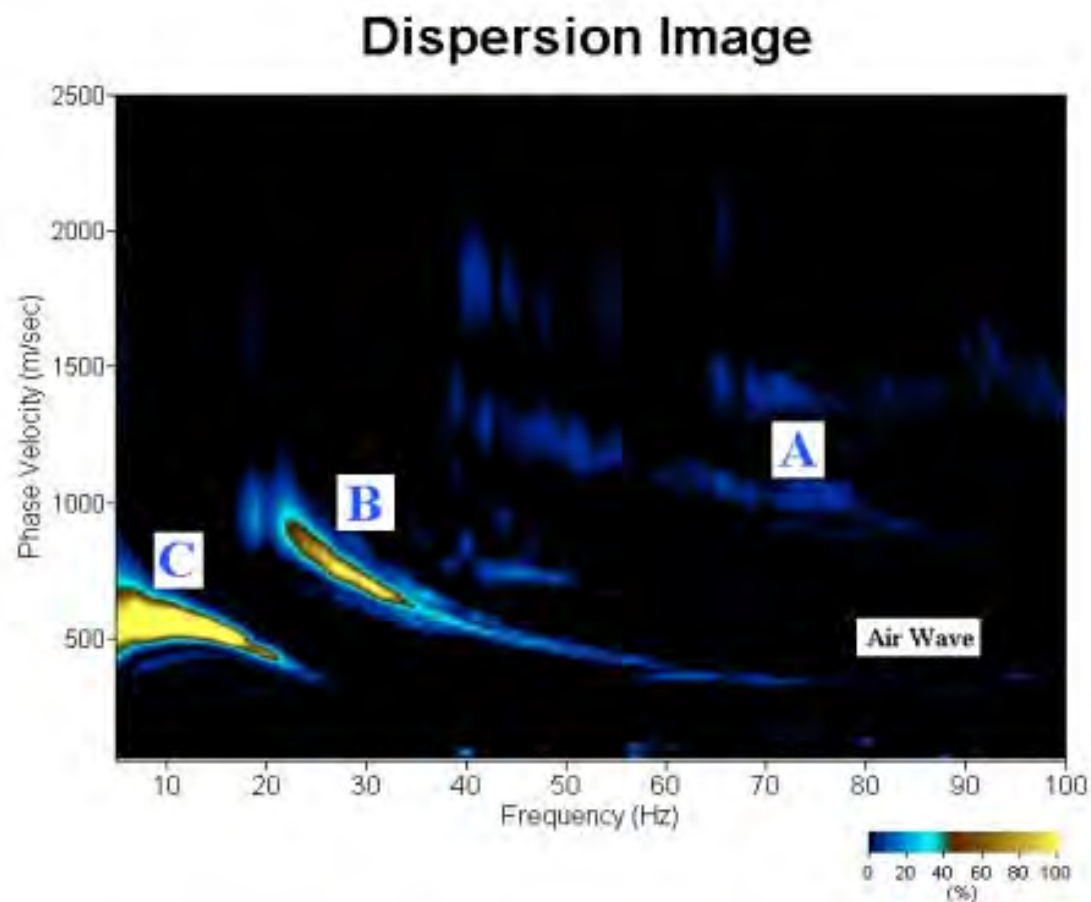


Fig. 39 – Schema dello stendimento sismico

Quando vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume ( $P$  ed  $S$ ), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni. Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, canali sotterranei, trovanti lapidei, ecc.) e diventano rumore.

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana. Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella sua intrinseca capacità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni.

L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali. Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni (Fig. 40).



*Fig. 40 – Curva di dispersione della velocità di fase in funzione della frequenza delle onde superficiali di Rayleigh relativa ai segnali sismici in Fig. 37. Il picco energetico in corrispondenza di C rappresenta, nel modello della dispersione, il modo fondamentale da estrarre. Il picco energetico in B rappresenta il primo modo mentre quello in A, poco evidente, rappresenterebbe il secondo modo.*

Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico. Tutte le altre onde (riflesse, disperse, modi superiori delle onde superficiali, noise ambientale) vengono quindi rimosse durante il processo di elaborazione.



Gli stendimenti delle prospezioni sismiche M.A.S.W. sono stati eseguiti con le seguenti caratteristiche (Tab. 1):

*Tab. 1 –Caratteristiche delle fasi di acquisizione relative agli stendimenti eseguiti*

<i>Prospezioni sismiche</i>	<i>Geofoni (n°)</i>	<i>Offset (m)</i>	<i>Spacing (m)</i>	<i>Lunghezza complessiva dello stendimento (m)</i>
M.A.S.W. Mw01	24	1,50	6,00	40,50
M.A.S.W. Mw02				
M.A.S.W. Mw03				
M.A.S.W. Mw04				
M.A.S.W. Mw05				
M.A.S.W. Mw06				

Le indagini sono state condotte mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 36 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali e non convenzionali. L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale. Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise). La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch-screen, che consente di eseguire tutte le operazioni toccando con un pennino gli oggetti interessati direttamente sullo schermo. L'ambiente operativo dello strumento è quello di Microsoft Windows XP embedded.

La sorgente sismica è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 8 kg che batte su una piastra circolare in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine con offset e spacing predefiniti (Tab. 1). La lunghezza complessiva dello stendimento geofonico è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia dei terreni nel sito prescelto fino alla profondità di 31,00 metri dal piano campagna di riferimento.

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale  $T=2.048\text{ s}$ , sono state effettuate con passo di campionamento  $dt=0.5\text{ ms}$ .

La frequenza di campionamento è data da:

$$f_{\text{campionamento}}=1/dt=2000\text{ Hz}$$

La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da:

$$f_{\text{Nyquist}}=1/2dt=1000\text{ Hz.}$$

La frequenza minima dei segnali è data da:

$$f_{\text{min}}=1/T=0.488\text{ Hz.}$$

L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh sono state effettuate con il programma *MASW 2007* dell'ing. Vitantonio Roma che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione di una sezione sismostratigrafica delle onde di taglio  $V_S$ .

Gli elaborati relativi alle prospezioni sismiche M.A.S.W. effettuate nel sito di specifico interesse sono di seguito riportati (Figg. 41-76).



### Prospezione sismica M.A.S.W. Mw1

#### Dati sperimentali Mw1

Distanza tra i sensori:.....1,50 m  
 Numero di campioni temporali ..... 4096  
 Passo temporale di acquisizione .....2 ms  
 Numero di ricevitori usati per l'analisi ..... 24  
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a .....0 ms  
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... 8190 ms

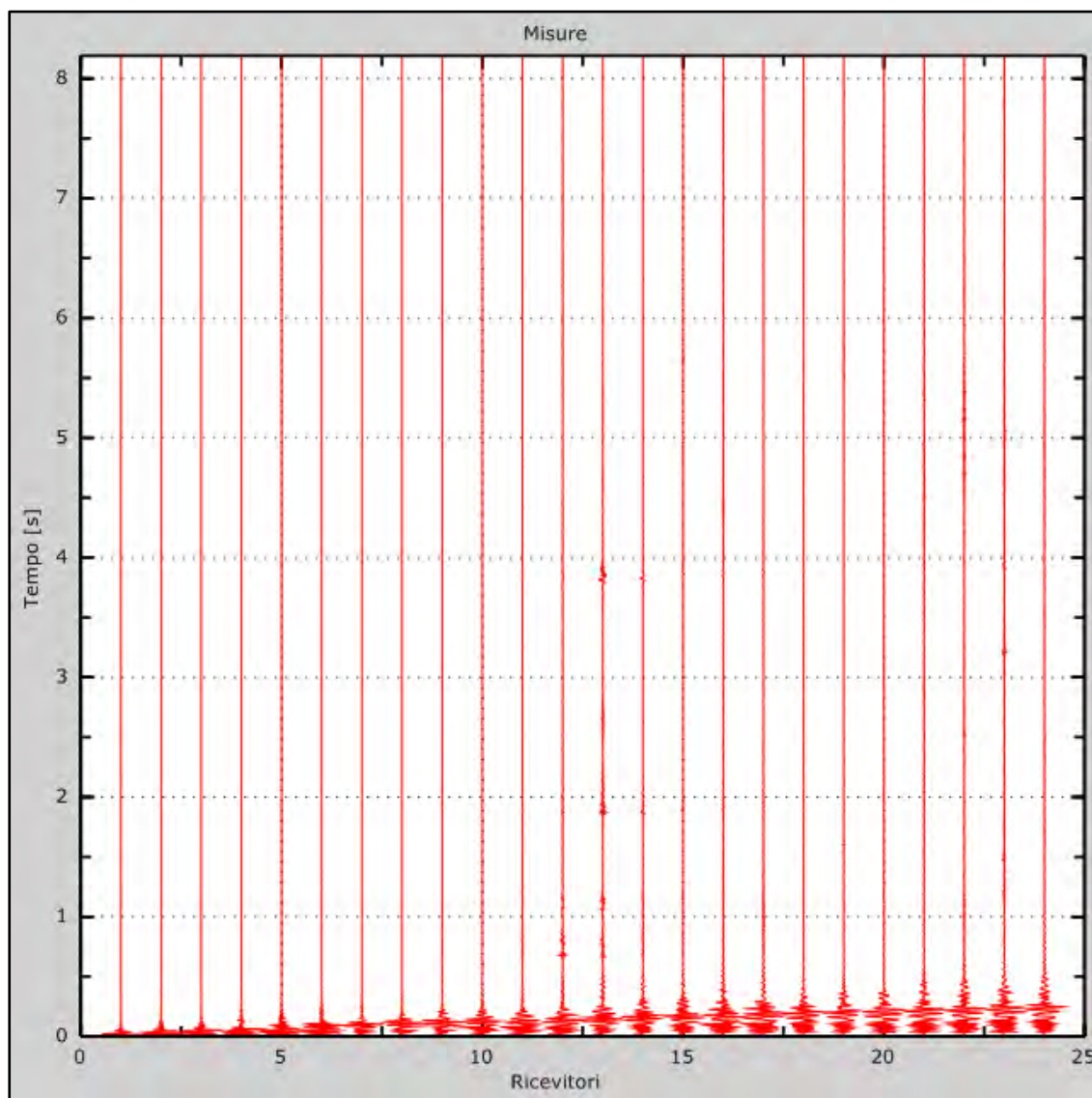


Fig. 41 – Sismogrammi relativi all'indagine MASW Mw01 (tracce sperimentali)

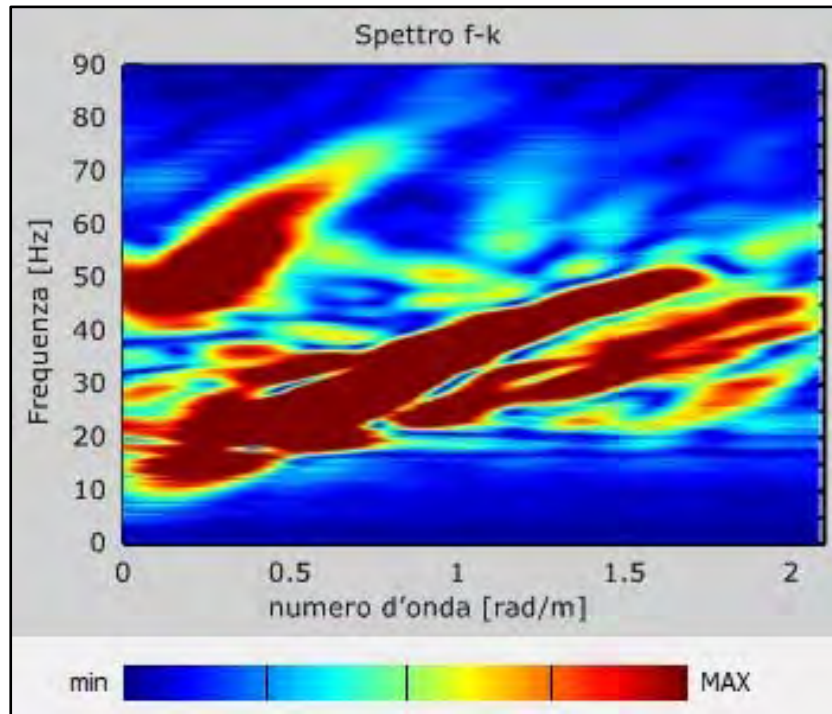


Fig. 42 – Curve di livello dello spettro di risposta sperimentale del suolo

### Risultati delle analisi Mw1

Frequenza finale ..... 70Hz

Frequenza iniziale ..... 2Hz

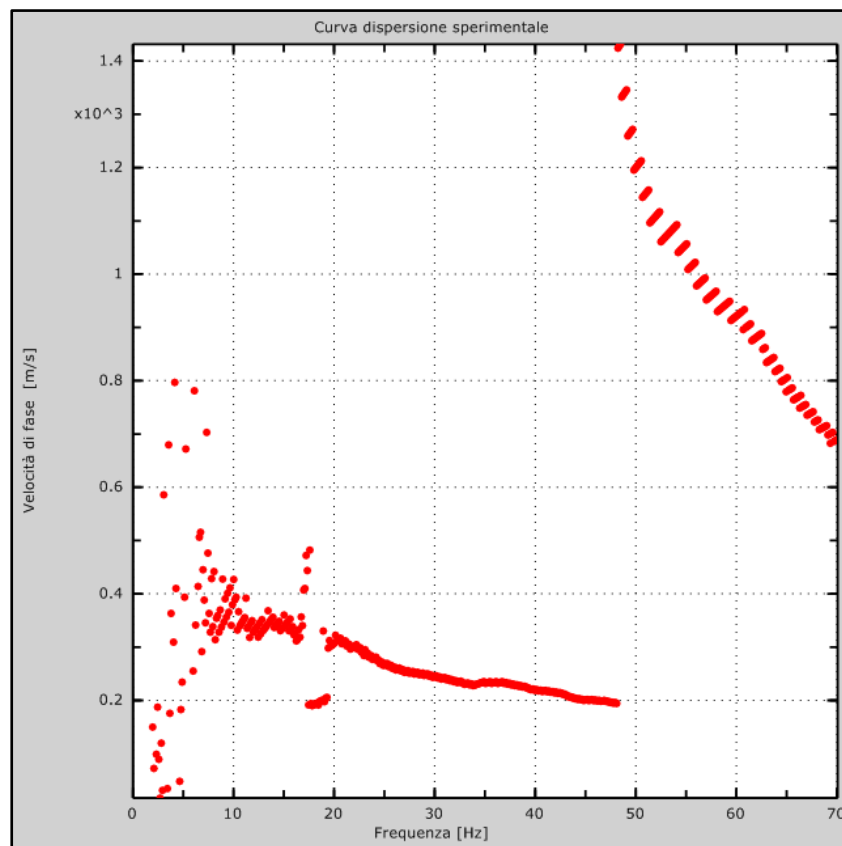


Fig. 43 – Curva di dispersione sperimentale



### Curva di dispersione Mw1

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
2.19274	652.827	649.363	656.291
3.16115	587.01	580.082	593.938
6.50655	479.625	476.161	483.09
9.32373	403.417	396.489	410.345
12.405	358.384	347.992	368.777
16.2786	334.136	323.744	344.528
20.3283	306.424	296.032	316.816
24.6421	275.248	268.32	282.176
29.3081	254.464	240.608	268.32
34.5023	237.143	223.287	251
40.4007	223.287	205.967	240.608
48.06	202.503	192.111	212.895

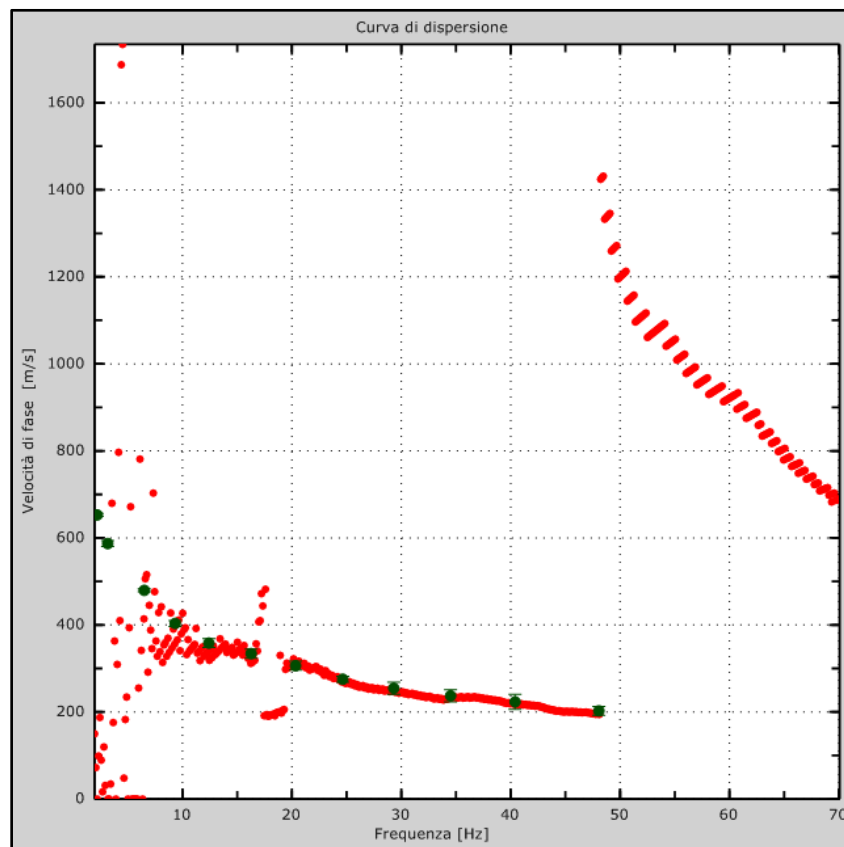


Fig. 44 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW

### Profilo in sito Mw1

Prospetto delle determinazioni dei valori di  $V_s$  per i sismostrati riscontrati nella Mw1

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	$V_s$ finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 - 1,80	1,80	209	Non presente
S2	1,80 - 3,50	1,70	283	Non presente
S3	3,50 - 5,80	2,30	340	Non presente
S4	5,80 - 10,60	4,80	398	Non presente
S5	10,60 - 14,20	3,60	417	Non presente
S6	14,20 - 18,90	4,70	448	Non presente
S7	18,90 - 24,40	5,50	533	Non presente
S8	24,40 - 30,50	6,10	622	Non presente

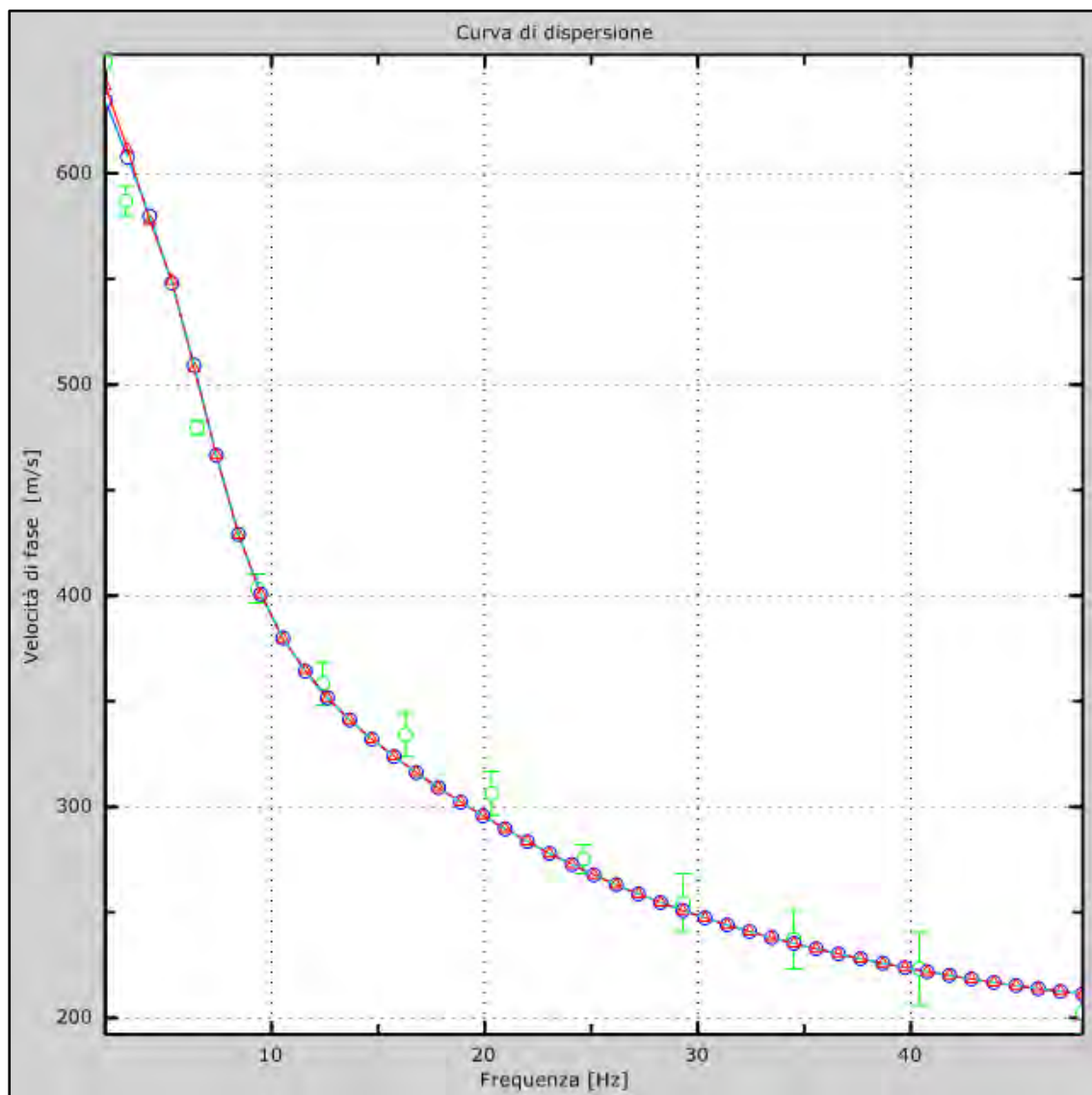


Fig. 45 - Velocità numeriche-punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)



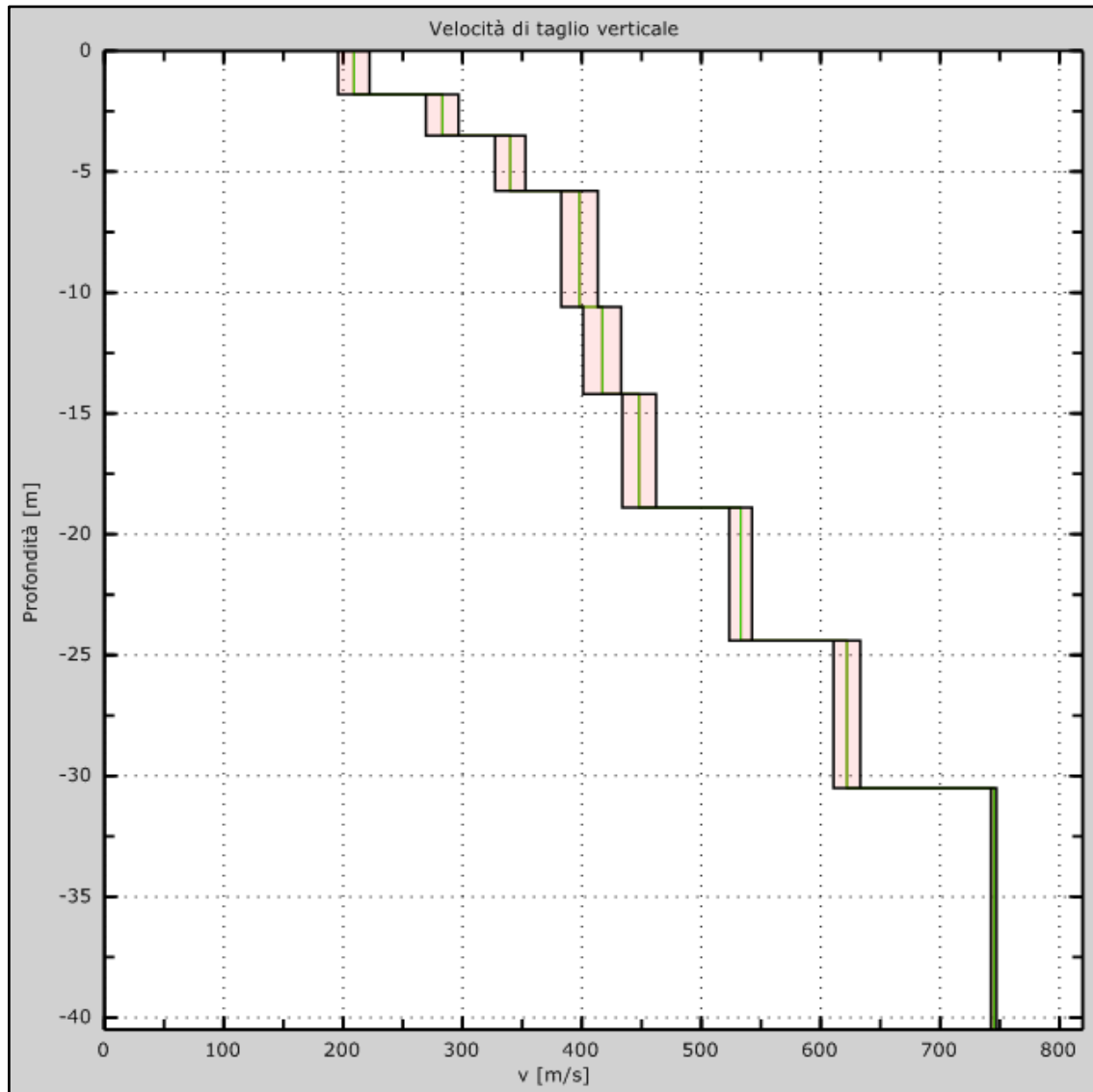
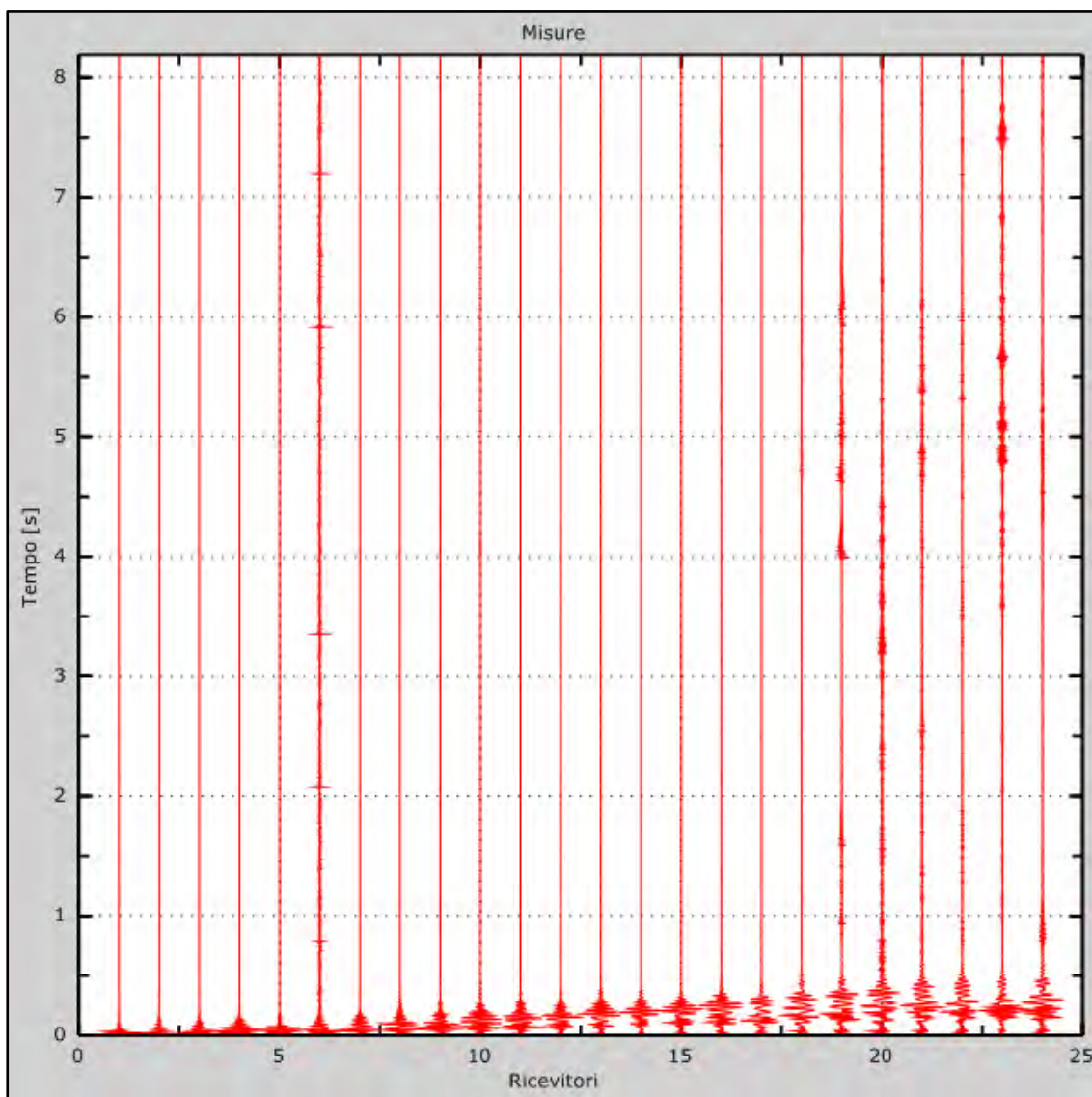


Fig. 46 – Profilo verticale delle  $V_s$  (in verde velocità iniziale, in rosso velocità finale) ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh

**Prospezione sismica M.A.S.W. Mw2**

**Dati sperimentali Mw2**

Distanza tra i sensori:.....1,50 m  
 Numero di campioni temporali ..... 4096  
 Passo temporale di acquisizione .....2 ms  
 Numero di ricevitori usati per l'analisi ..... 24  
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a .....0 ms  
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... 8190 ms



*Fig. 47 – Sismogrammi relativi all'indagine MASW Mw02 (tracce sperimentali)*



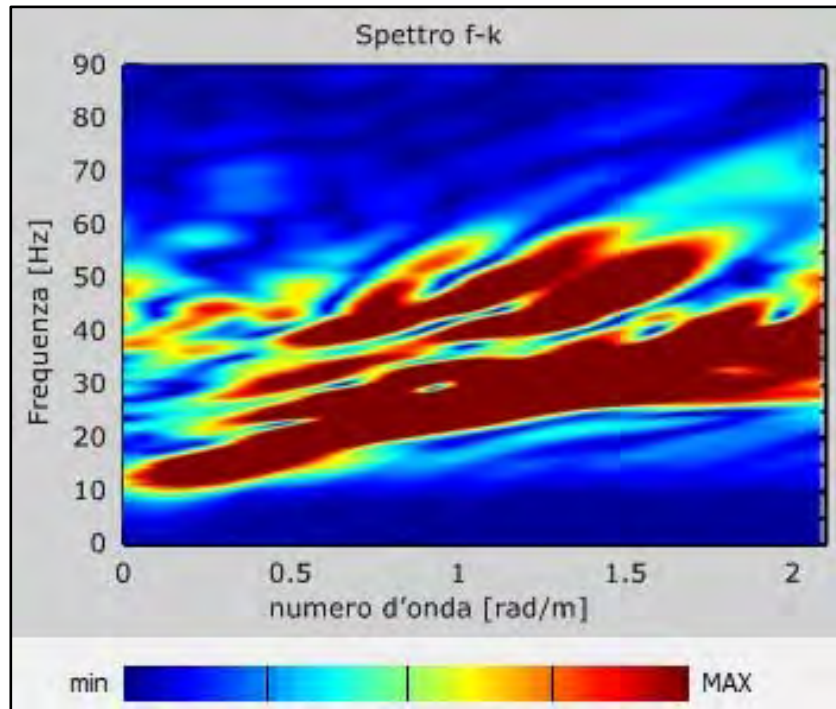


Fig. 48 – Curve di livello dello spettro di risposta sperimentale del suolo

**Risultati delle analisi Mw2**

Frequenza finale ..... 70Hz

Frequenza iniziale ..... 2Hz

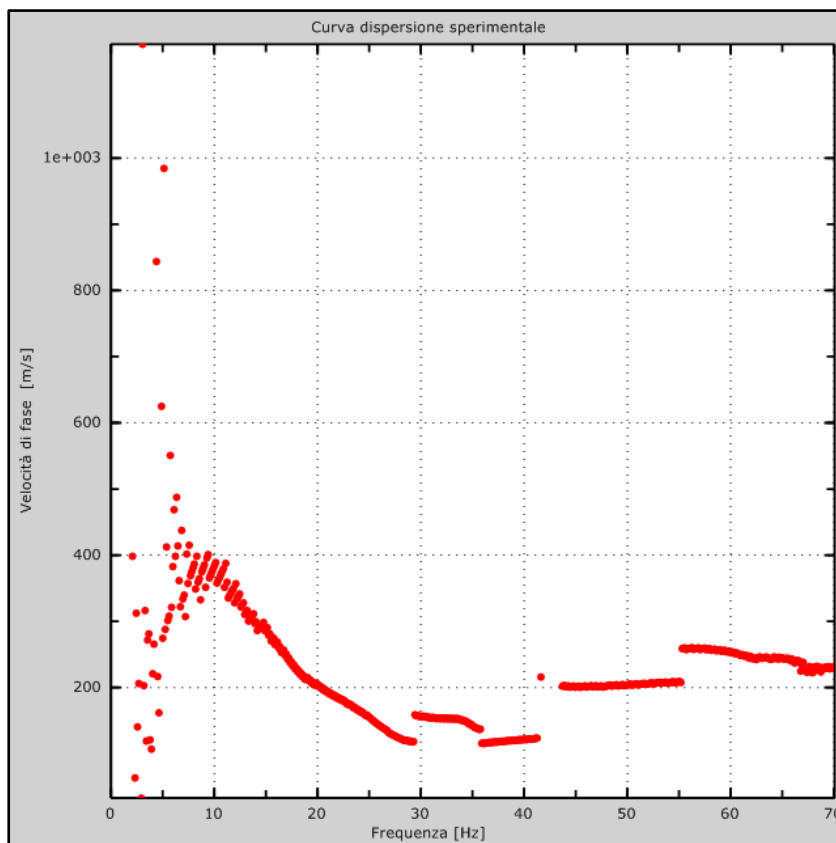


Fig. 49 – Curva di dispersione sperimentale

### Curva di dispersione Mw2

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
2.19274	621.322	611.96	630.685
3.5133	548.765	539.403	558.127
6.33048	445.78	443.44	448.121
9.23569	391.948	387.266	396.629
12.1409	338.115	321.731	354.499
15.1342	284.282	277.26	291.303
17.6872	237.471	228.108	246.833
21.4728	197.681	190.659	204.703
43.7461	197.681	188.319	207.043
50.2609	197.681	193	202.362
55.1909	200.022	193	207.043

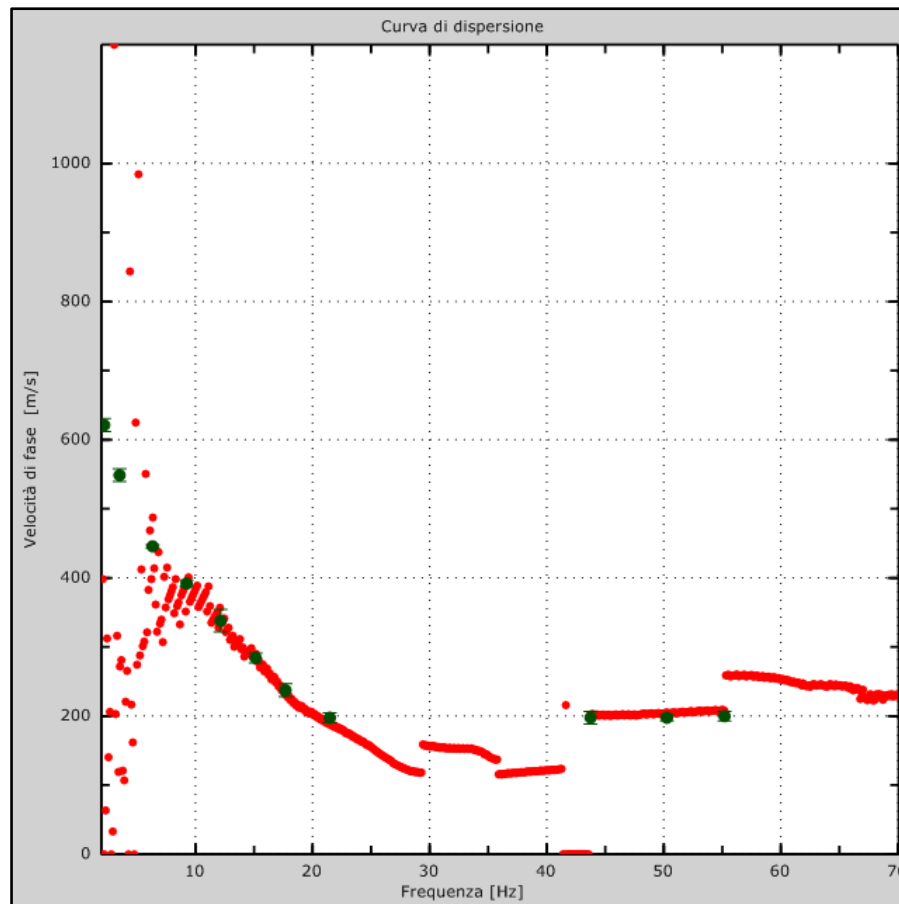


Fig. 50 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW



## Profilo in sito Mw2

Prospetto delle determinazioni dei valori di  $V_s$  per i sismostrati riscontrati nella Mw2

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	$V_s$ finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 – 2,20	2,20	210	Presente
S2	2,20 – 5,30	3,10	222	Presente
S3	5,30 – 6,70	1,40	316	Presente
S4	6,70 – 10,20	3,50	376	Presente
S5	10,20 – 14,40	4,20	403	Presente
S6	14,40 – 19,00	4,60	435	Non presente
S7	19,00 – 24,30	5,30	495	Non presente
S8	24,30 – 30,40	6,10	584	Non presente

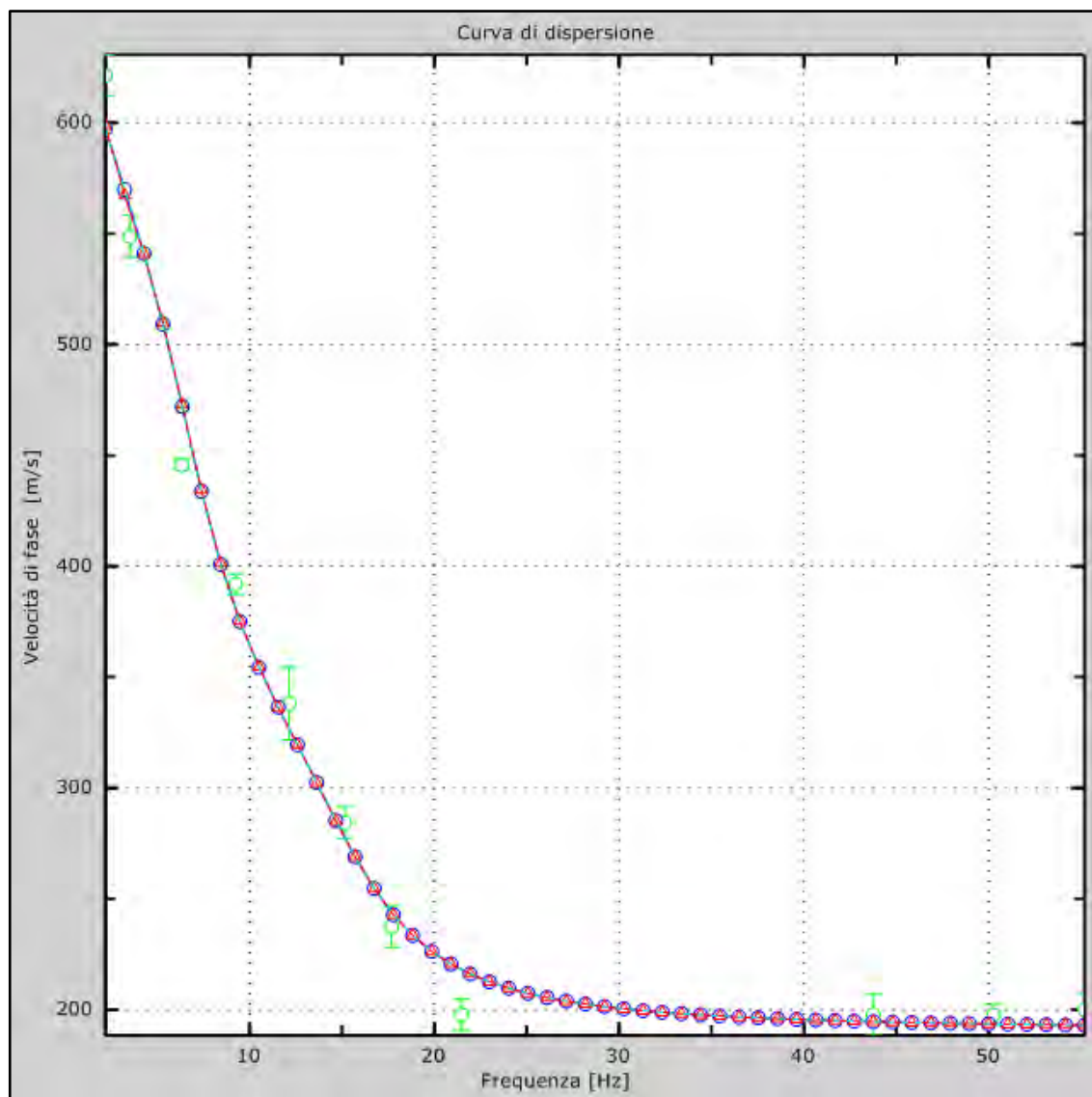


Fig. 51 – Velocità numeriche-punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

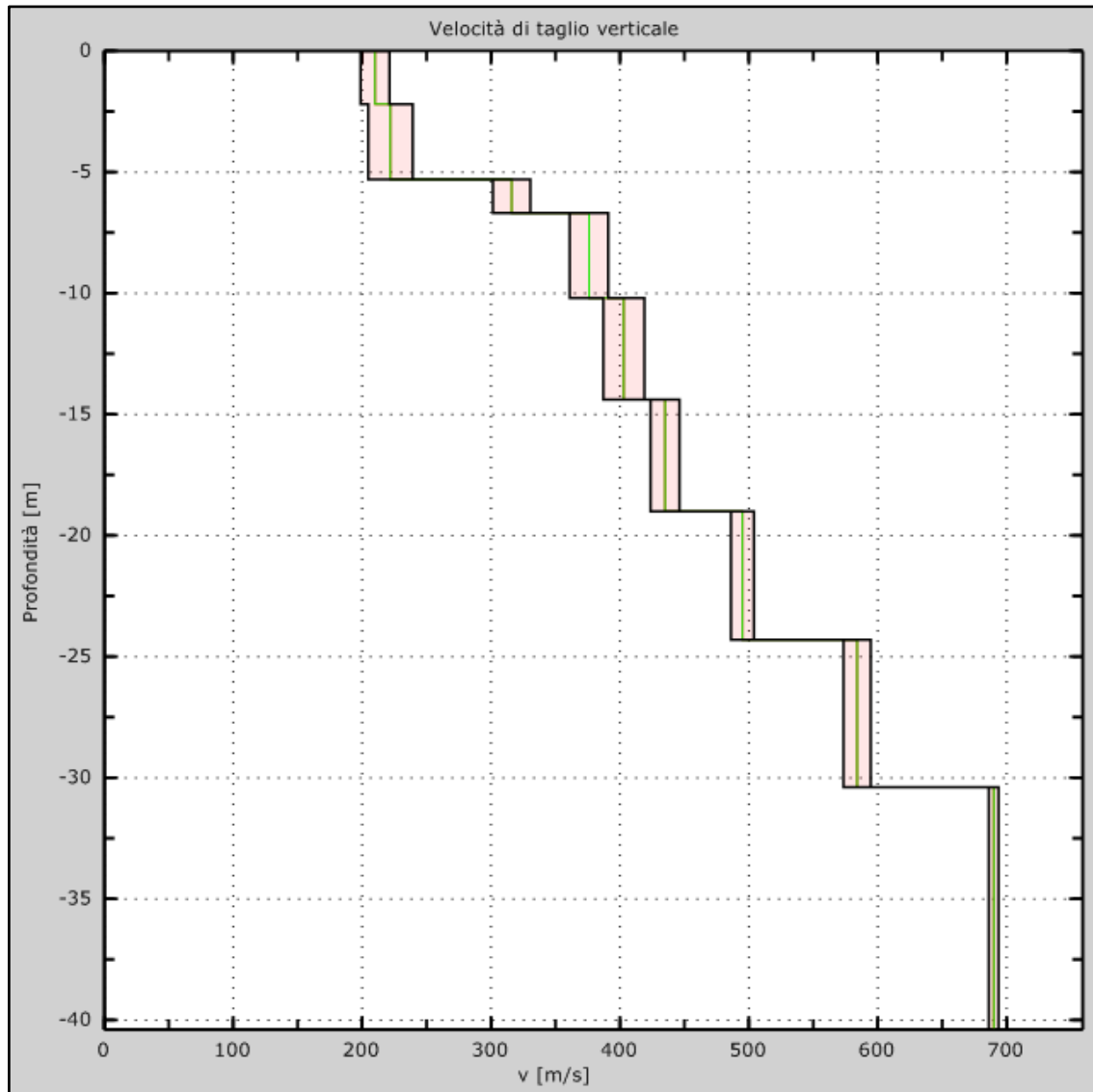


Fig. 52 – Profilo verticale delle  $V_s$  (in verde velocità iniziale, in rosso velocità finale) ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh



### Prospezione sismica M.A.S.W. Mw3

#### Dati sperimentali Mw3

Distanza tra i sensori:.....1,50 m  
 Numero di campioni temporali ..... 2048  
 Passo temporale di acquisizione .....2 ms  
 Numero di ricevitori usati per l'analisi ..... 24  
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a .....0 ms  
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... 4094 ms

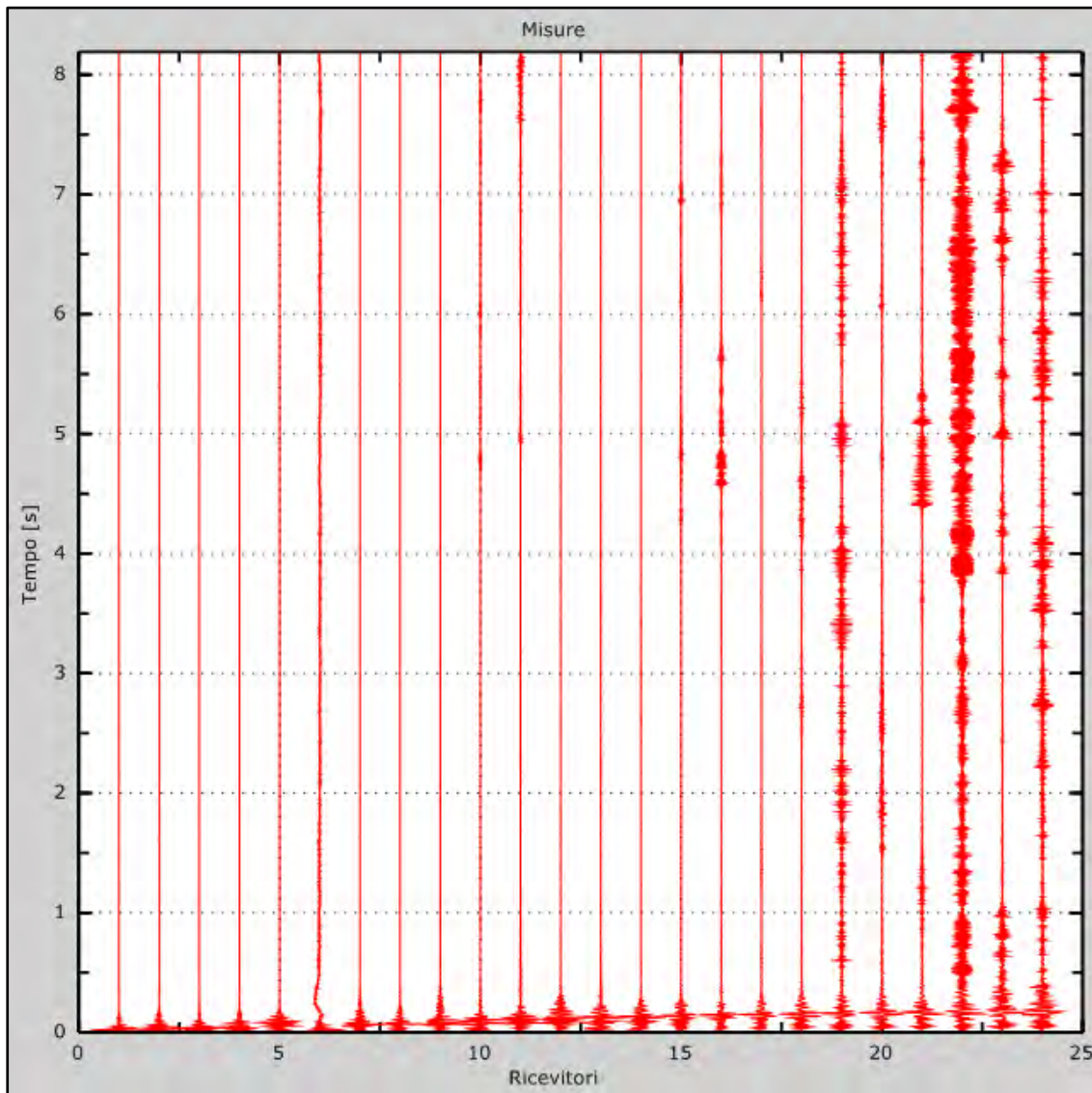


Fig. 53 – Sismogrammi relativi all'indagine MASW Mw04 (tracce sperimentali)

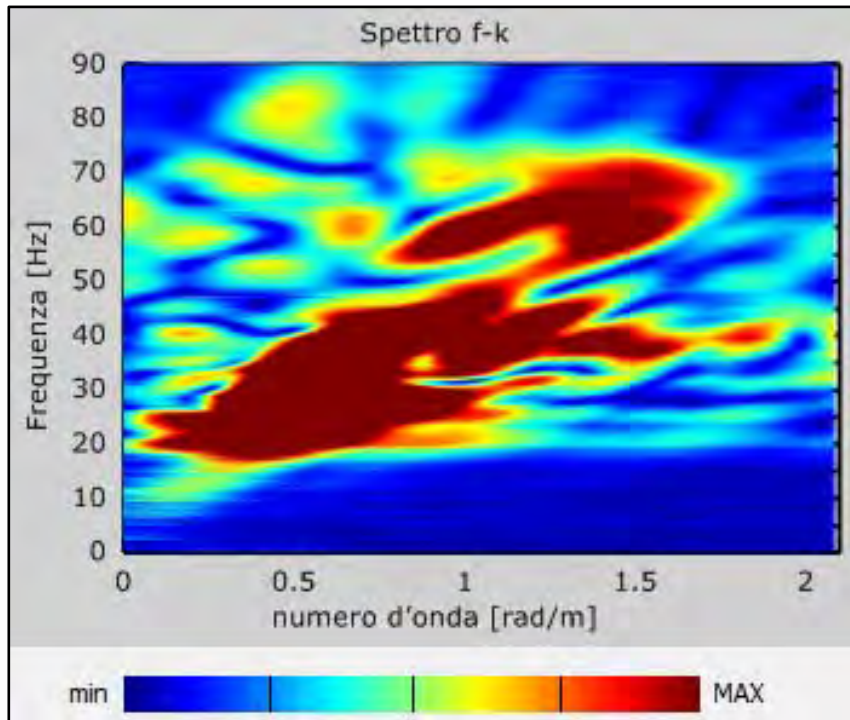


Fig. 54 – Curve di livello dello spettro di risposta sperimentale del suolo

**Risultati delle analisi Mw3**

Frequenza finale ..... 70Hz

Frequenza iniziale ..... 2Hz

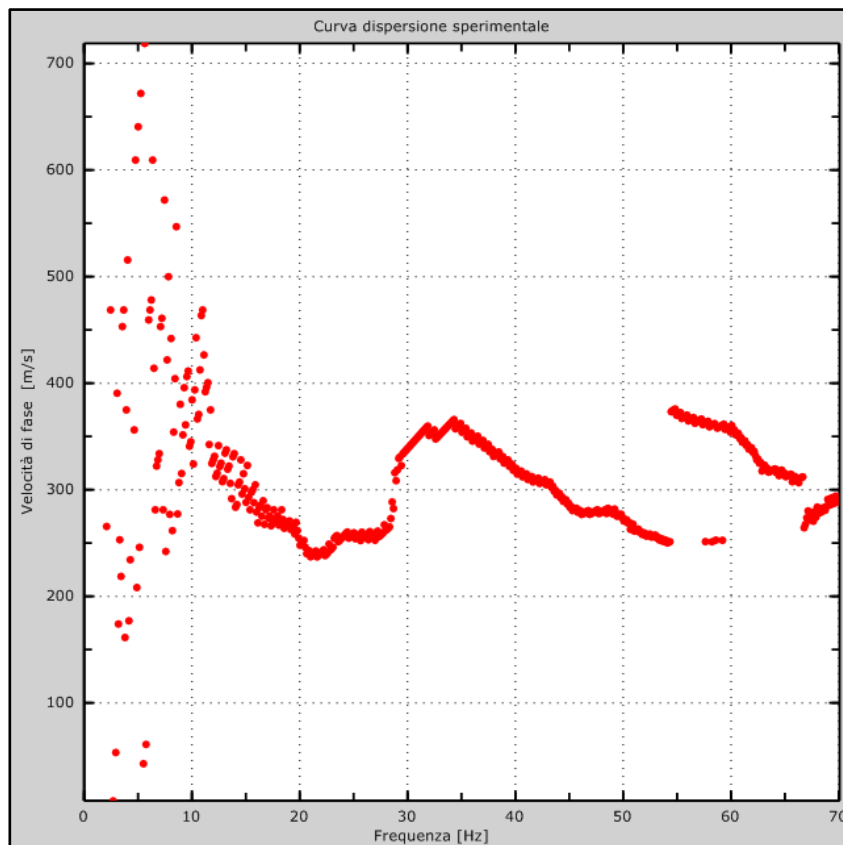


Fig. 55 – Curva di dispersione sperimentale



### Curva di dispersione Mw3

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
2.38209	546.165	543.294	549.036
4.03938	516.019	513.148	518.89
6.30725	471.517	467.21	475.824
9.27293	415.531	412.66	418.402
11.8025	373.9	368.158	379.642
29.6838	338.011	332.269	343.754
36.4874	342.318	339.447	345.189
41.721	309.301	304.994	313.607
47.7395	279.154	276.283	282.025
54.2815	251.879	247.572	256.185

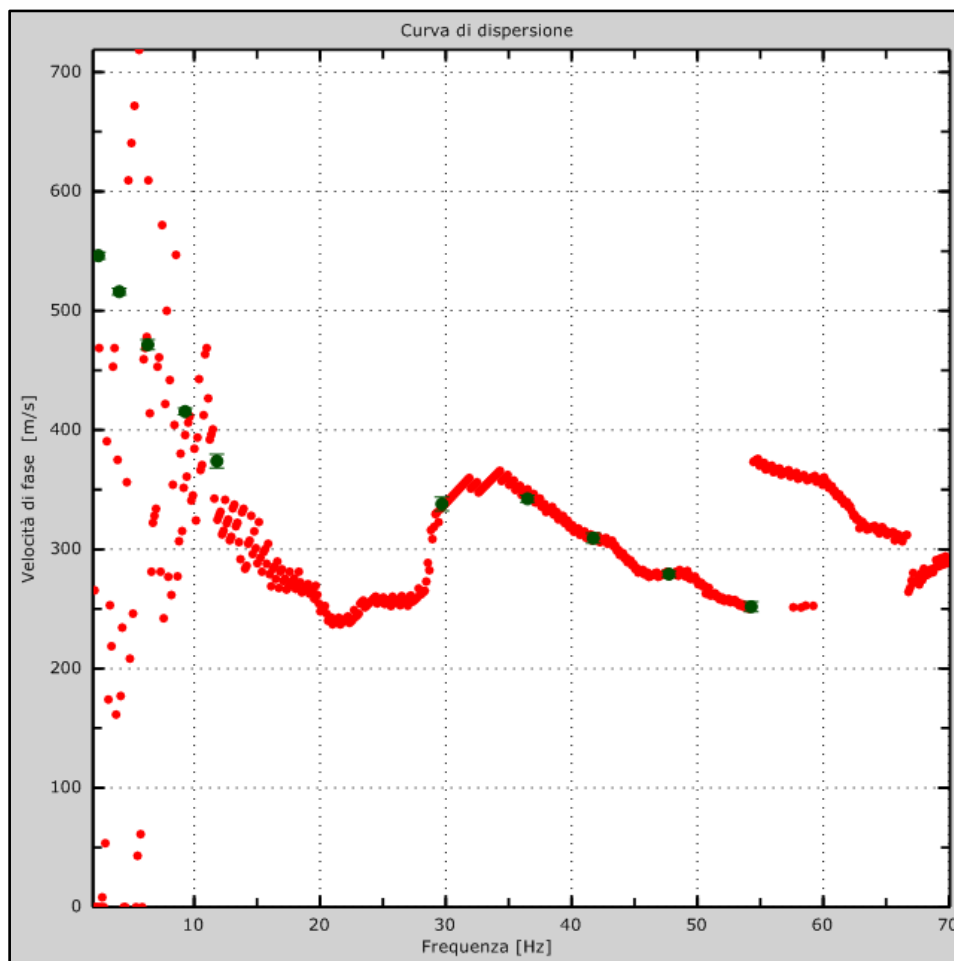


Fig. 56 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW

### Profilo in sito Mw3

Prospetto delle determinazioni dei valori di  $V_s$  per i sismostrati riscontrati nella Mw3

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	$V_s$ finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 – 1,50	1,50	231	Non presente
S2	1,50 – 3,70	2,20	380	Non presente
S3	3,70 – 5,60	1,90	392	Non presente
S4	5,60 – 9,40	3,80	415	Non presente
S5	9,40 – 13,70	4,30	432	Non presente
S6	13,70 – 18,90	5,20	462	Non presente
S7	18,90 – 23,70	4,80	504	Non presente
S8	23,70 – 30,10	6,40	524	Non presente

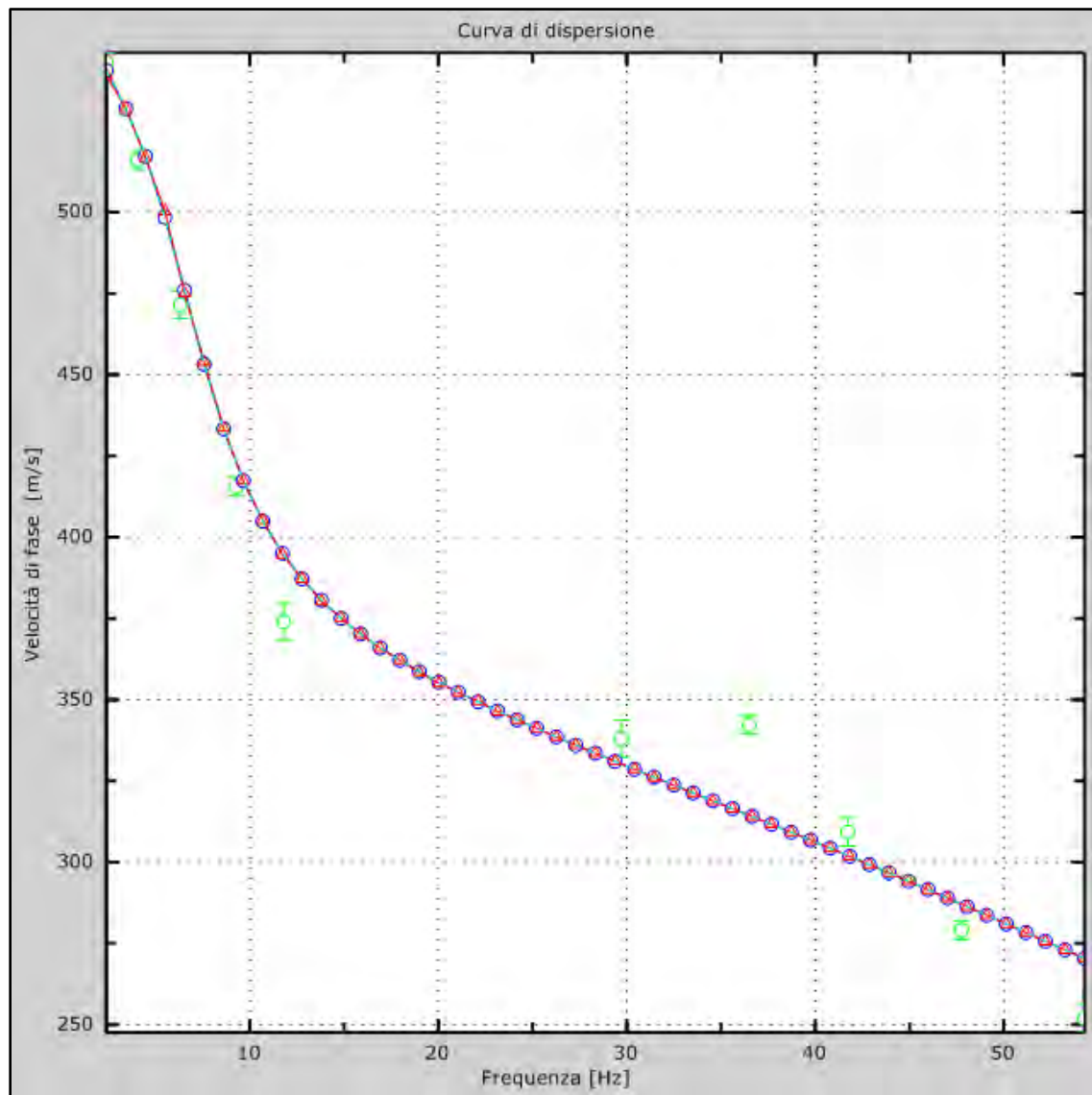


Fig. 57 – Velocità numeriche–punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)



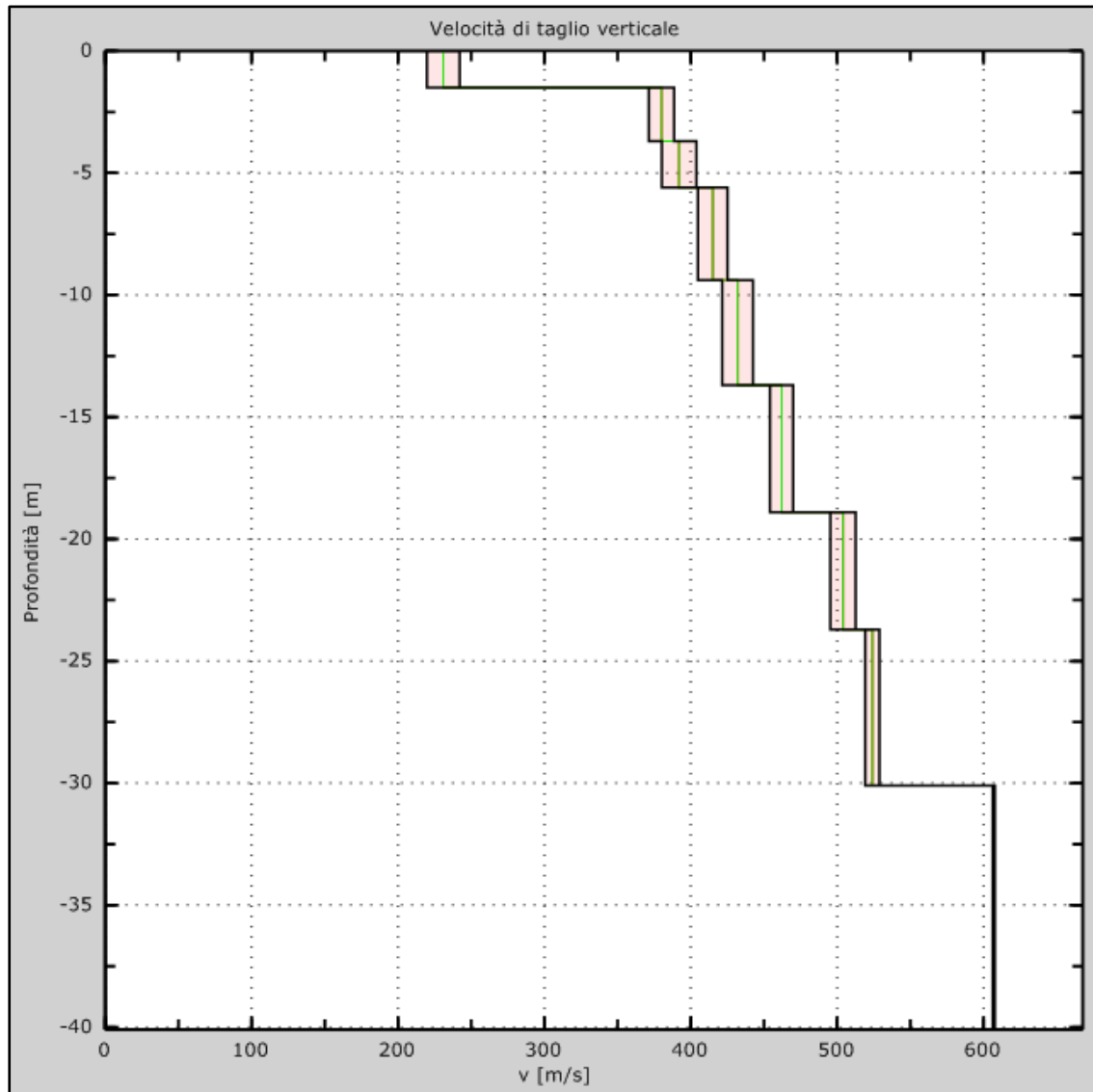
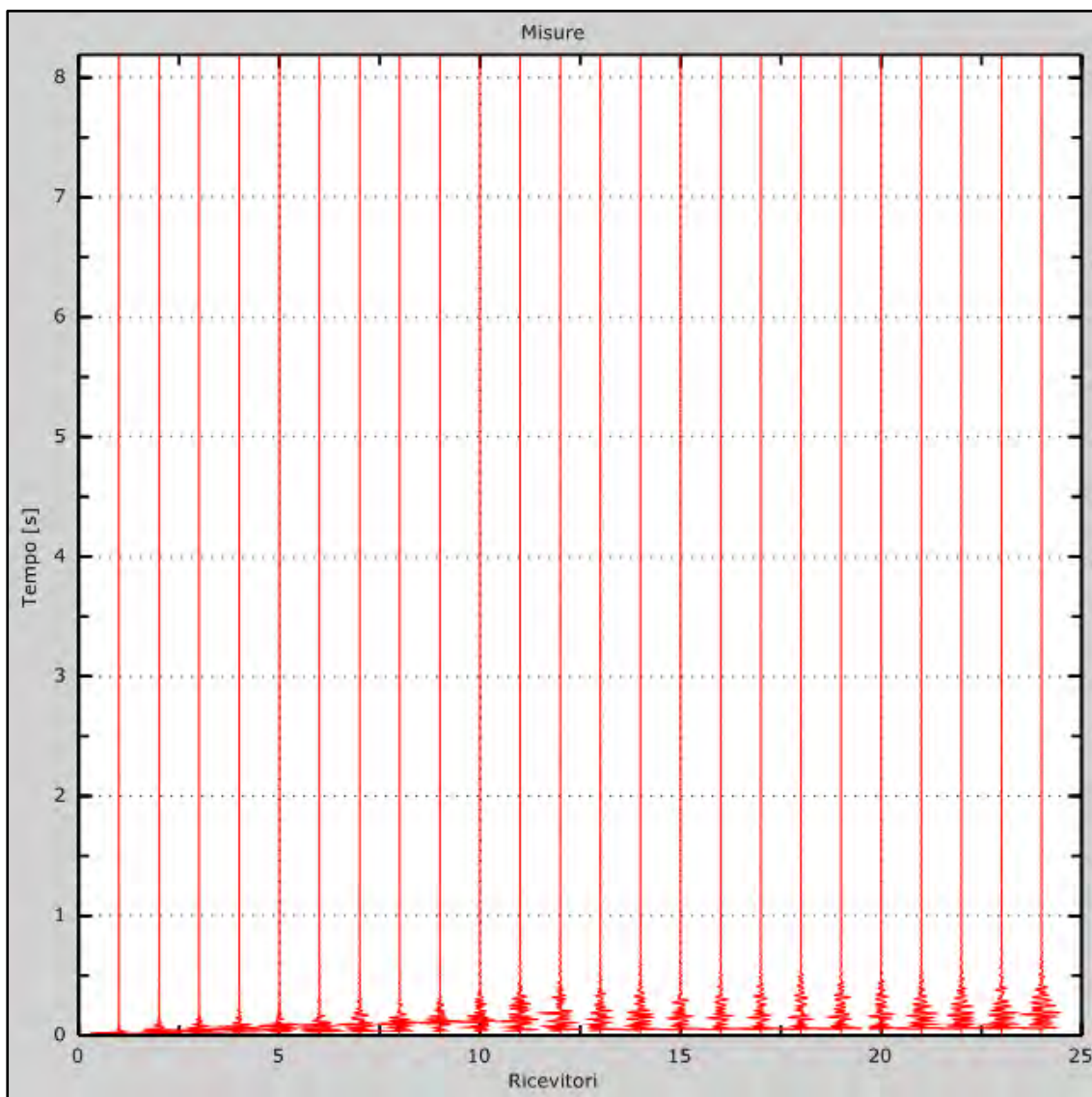


Fig. 58 – Profilo verticale delle  $V_s$  (in verde velocità iniziale, in rosso velocità finale) ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh

### Prospezione sismica M.A.S.W. Mw 4

#### Dati sperimentali Mw4

Distanza tra i sensori:.....1,50 m  
 Numero di campioni temporali ..... 4096  
 Passo temporale di acquisizione .....2 ms  
 Numero di ricevitori usati per l'analisi ..... 24  
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a .....0 ms  
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... 8190 ms



*Fig. 59 – Sismogrammi relativi all'indagine MASW Mw04 (tracce sperimentali)*



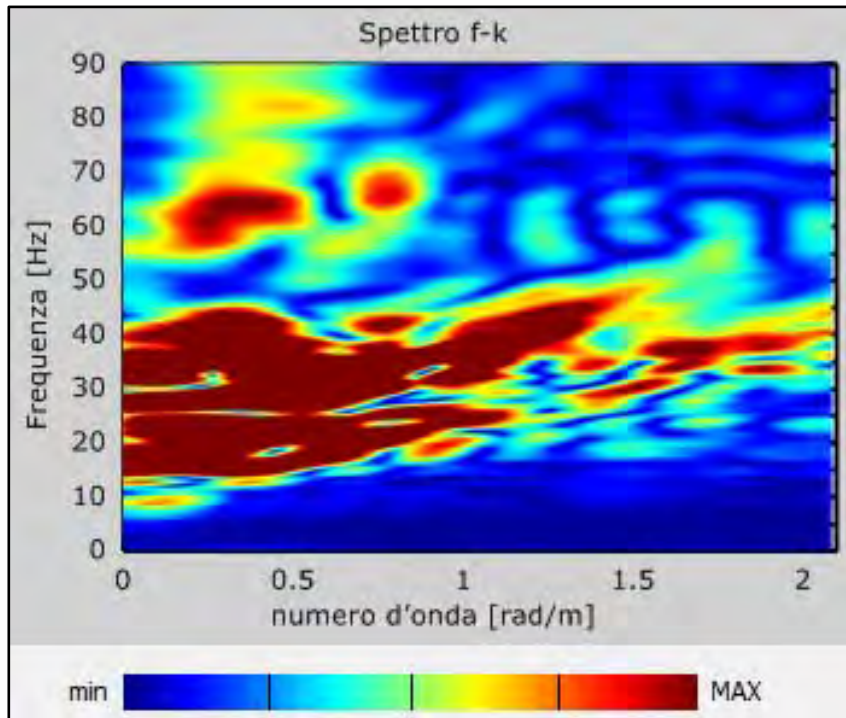


Fig. 60 – Curve di livello dello spettro di risposta sperimentale del suolo

#### Risultati delle analisi Mw4

Frequenza finale ..... 70Hz

Frequenza iniziale ..... 2Hz

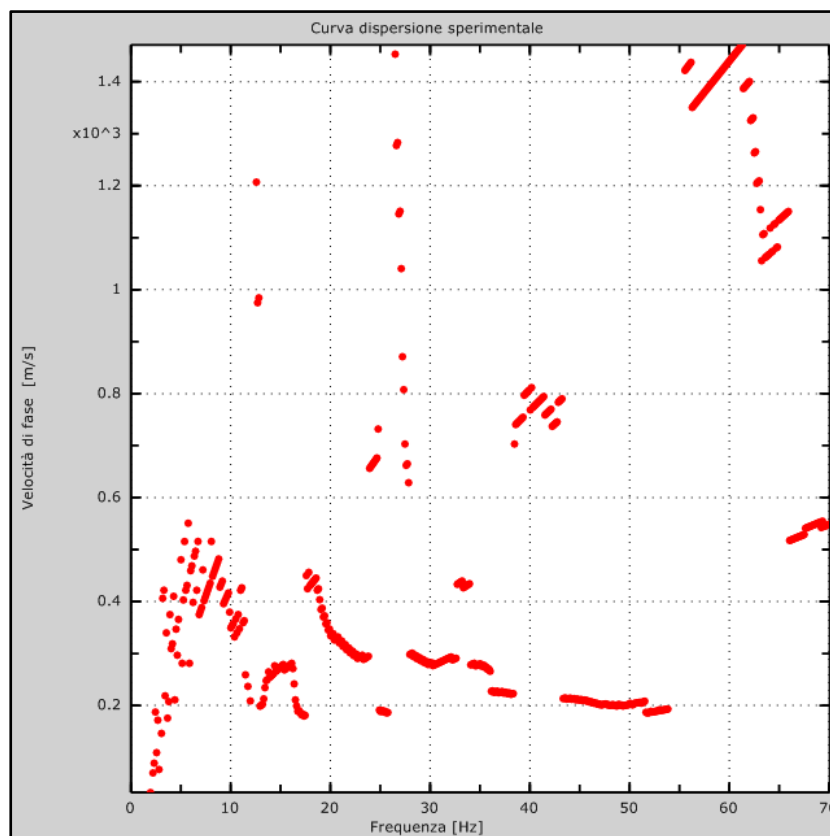


Fig. 61 – Curva di dispersione sperimentale

#### Curva di dispersione Mw4

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
2.19274	616.03	604.066	627.995
5.45011	544.241	540.253	548.229
8.97158	476.439	472.451	480.428
17.6872	412.626	396.673	428.58
20.7685	332.86	320.895	344.825
24.1139	300.954	292.977	308.93
28.2517	288.989	281.012	296.965
34.2382	273.035	261.071	285
43.482	217.199	205.234	229.164
51.2293	205.234	189.281	221.187

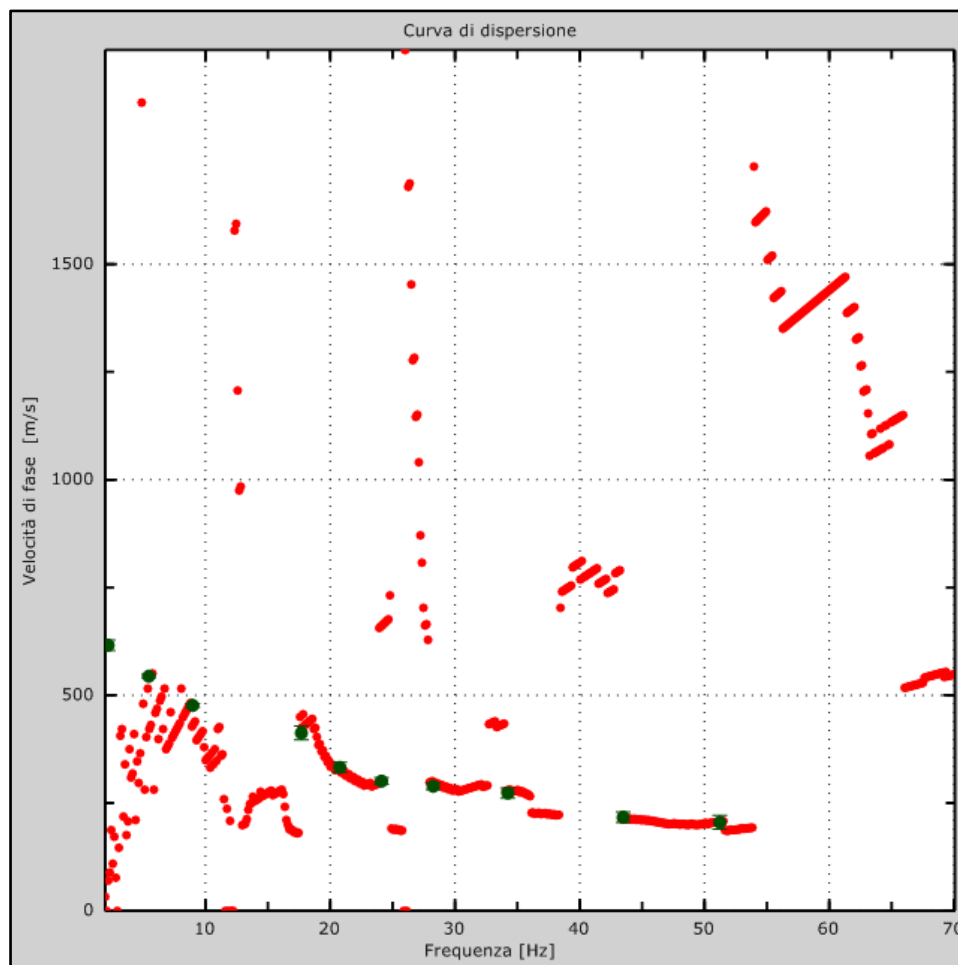


Fig. 62 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW



### Profilo in sito Mw4

Prospetto delle determinazioni dei valori di  $V_s$  per i sismostrati riscontrati nella Mw4

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	$V_s$ finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 – 1,70	1,70	208	Non presente
S2	1,70 – 3,00	1,30	303	Non presente
S3	3,00 – 5,50	2,50	370	Non presente
S4	5,50 – 10,20	4,70	458	Non presente
S5	10,20 – 13,60	3,40	497	Non presente
S6	13,60 – 18,40	4,80	529	Non presente
S7	18,40 – 23,80	5,40	602	Non presente
S8	23,80 – 30,40	6,60	641	Non presente

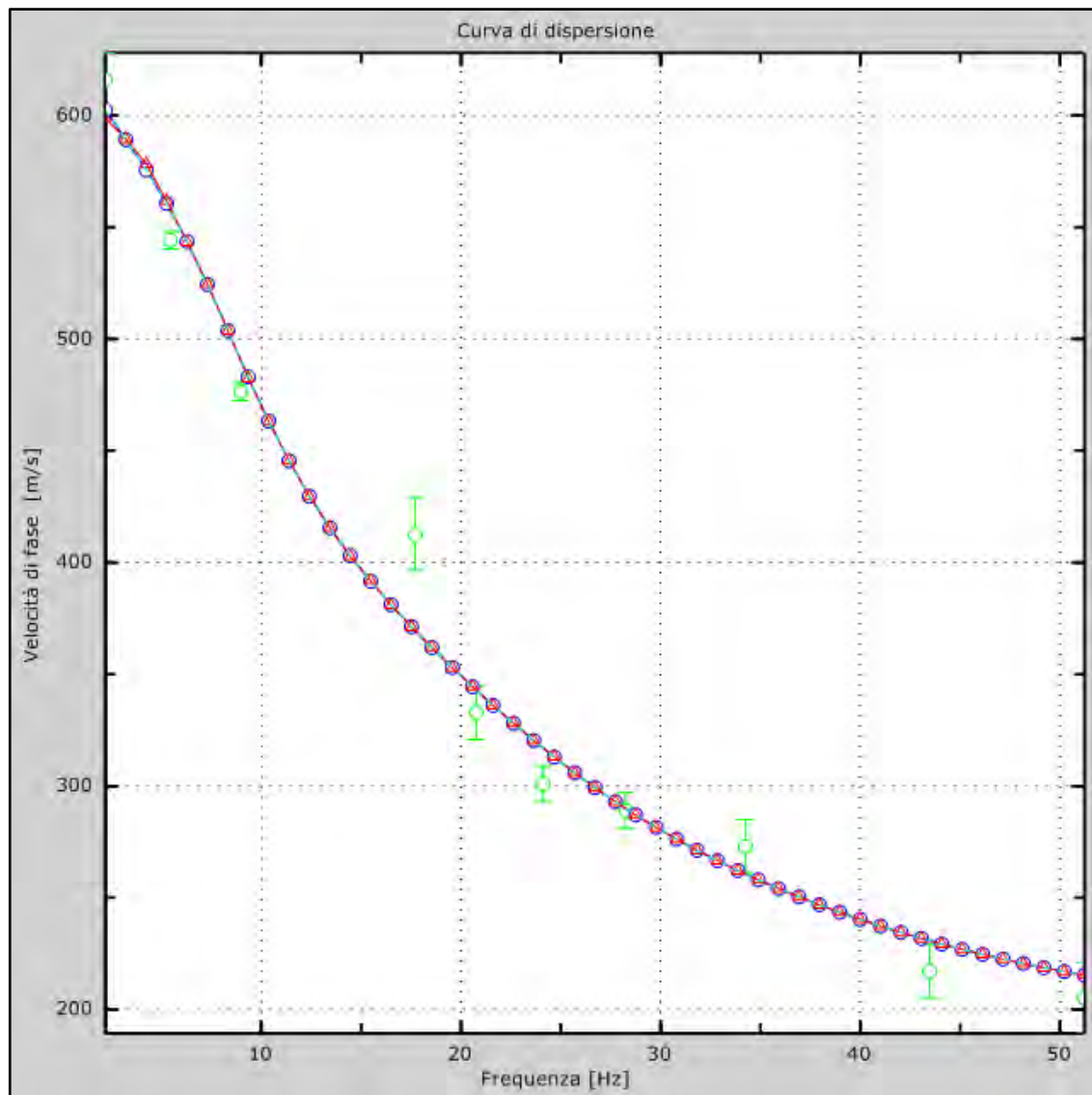


Fig. 63 – Velocità numeriche-punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

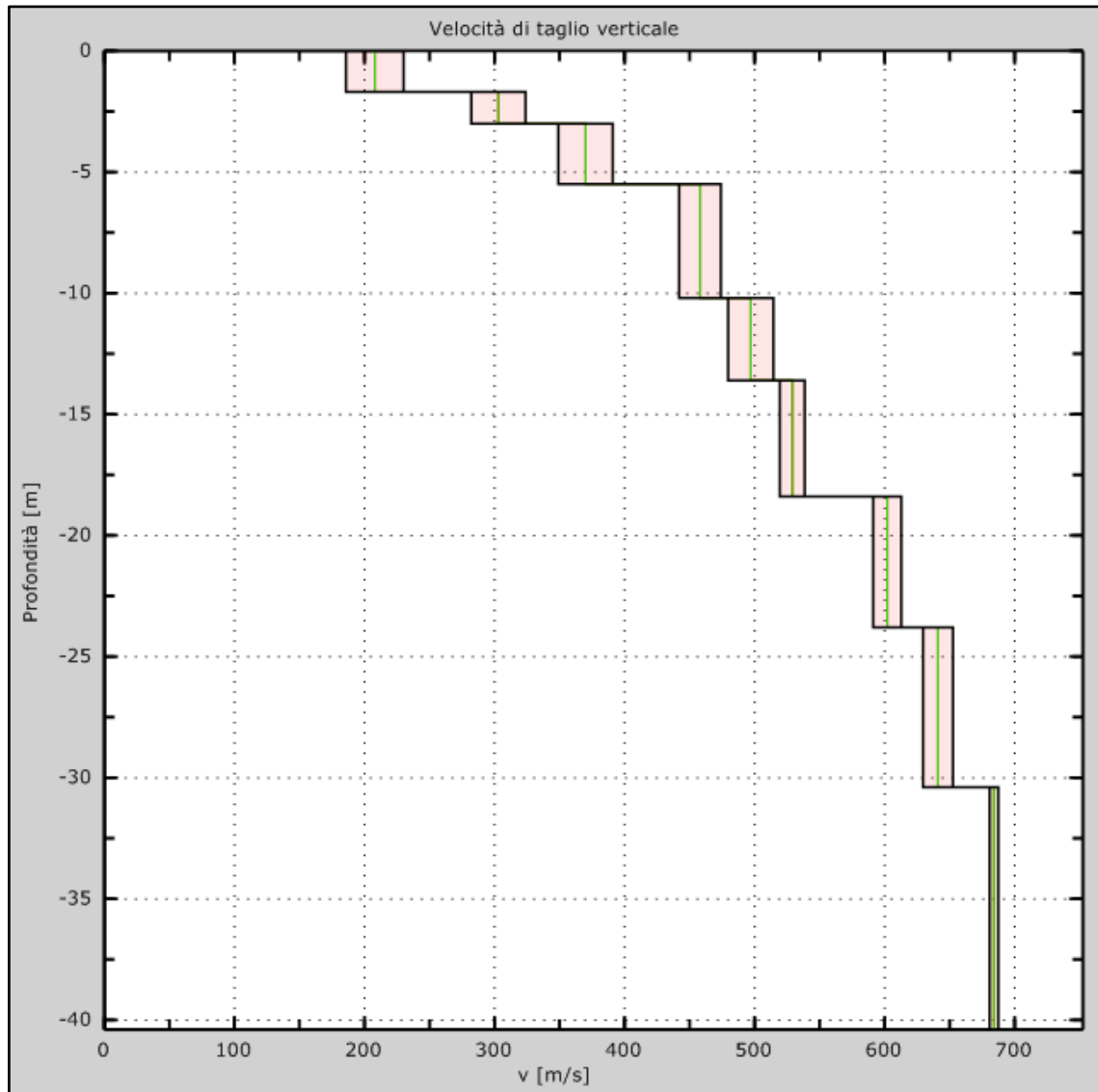


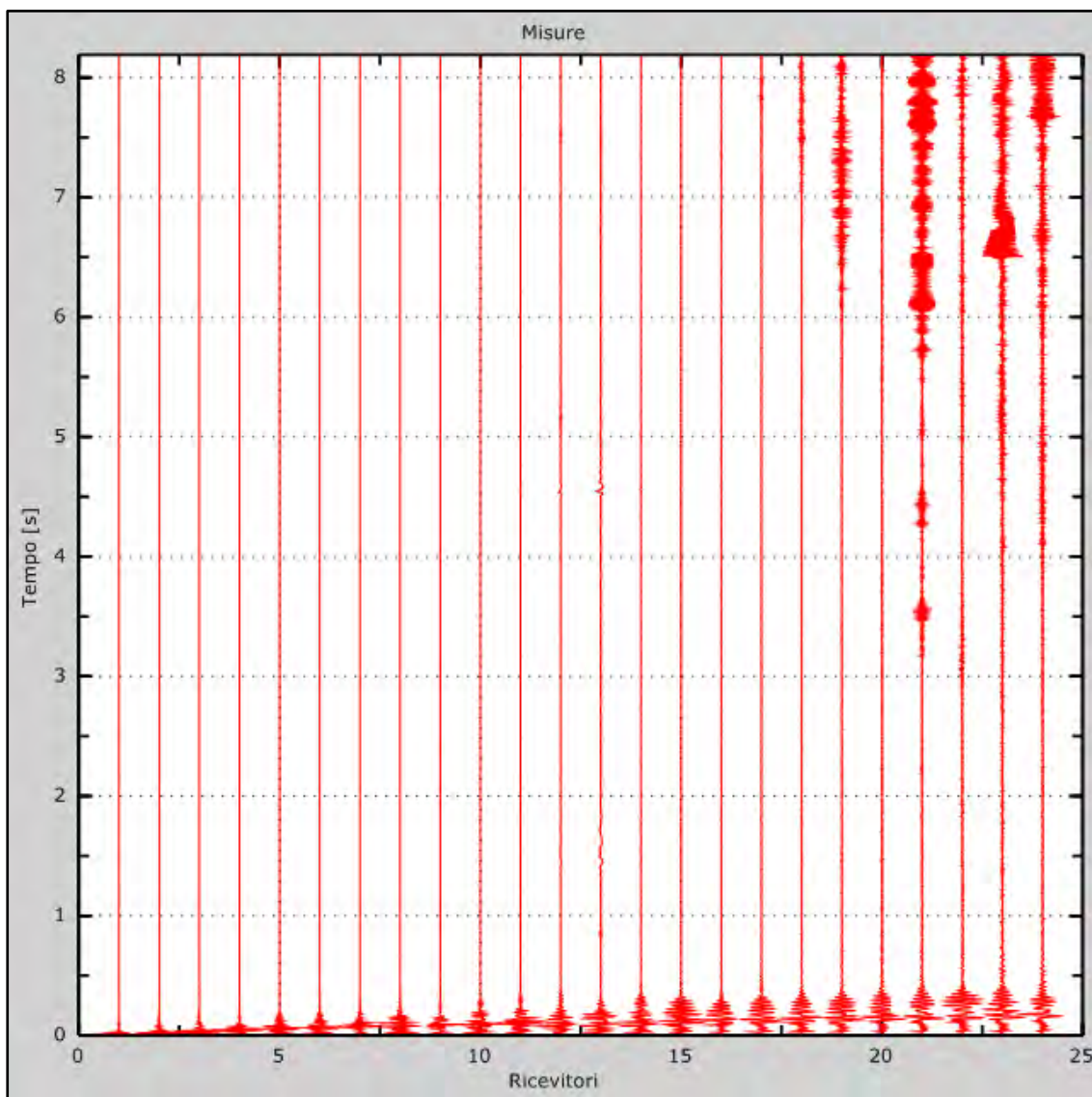
Fig. 64 – Profilo verticale delle  $V_s$  (in verde velocità iniziale, in rosso velocità finale) ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh



**Prospezione sismica M.A.S.W. Mw5**

**Dati sperimentali Mw5**

Distanza tra i sensori:.....1,50 m  
 Numero di campioni temporali ..... 4096  
 Passo temporale di acquisizione .....2 ms  
 Numero di ricevitori usati per l'analisi ..... 24  
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a .....0 ms  
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... 8190 ms



*Fig. 65 – Sismogrammi relativi all'indagine MASW Mw05 (tracce sperimentali)*

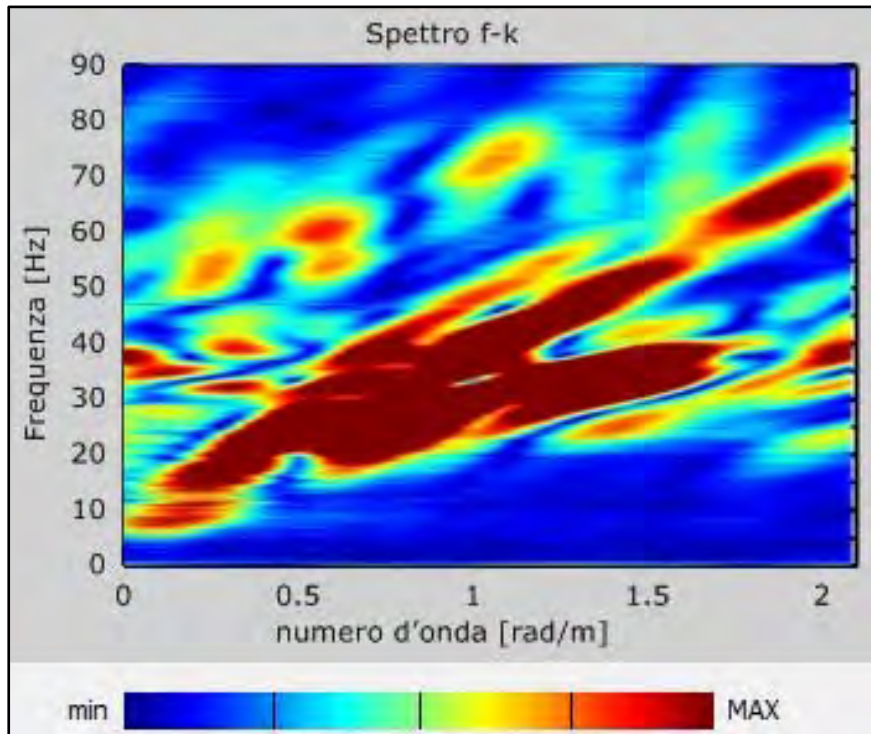


Fig. 66 – Curve di livello dello spettro di risposta sperimentale del suolo

**Risultati delle analisi Mw5**

Frequenza finale ..... 70Hz

Frequenza iniziale ..... 2Hz

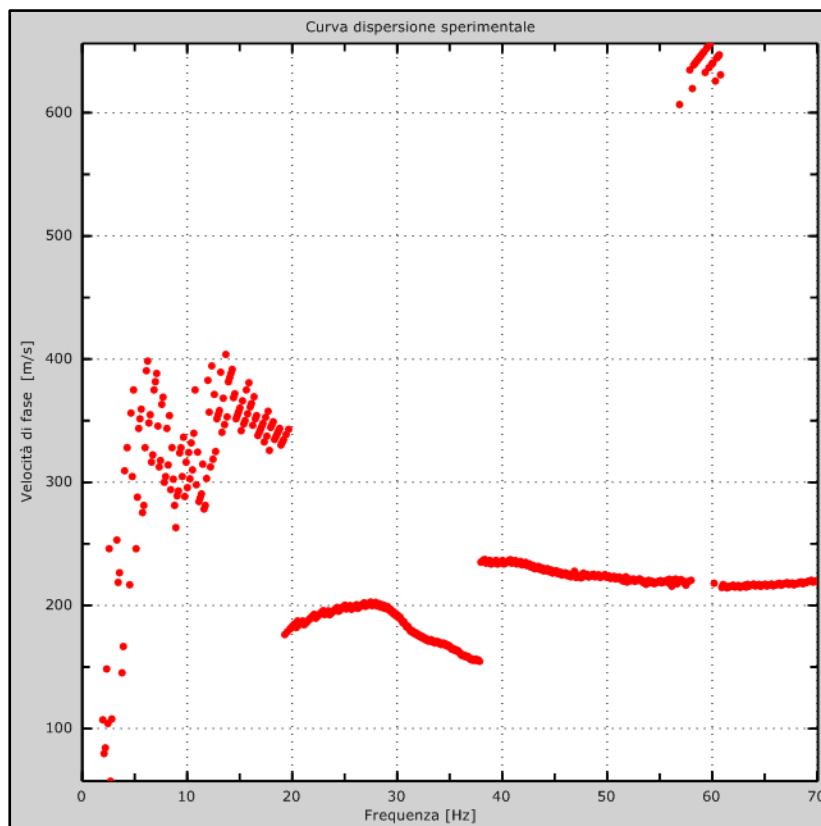


Fig. 67 – Curva di dispersione sperimentale



### Curva di dispersione Mw5

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
2.29486	447.555	443.623	451.487
4.47551	421.34	414.787	427.894
6.56893	397.748	396.437	399.058
10.6685	375.466	370.223	380.708
13.8087	350.562	349.251	351.873
17.9955	326.969	323.037	330.901
28.1137	271.919	267.987	275.851
38.4064	236.53	232.598	240.462
47.129	227.355	222.112	232.598
54.7176	220.801	216.869	224.733
63.1785	215.558	212.937	218.18

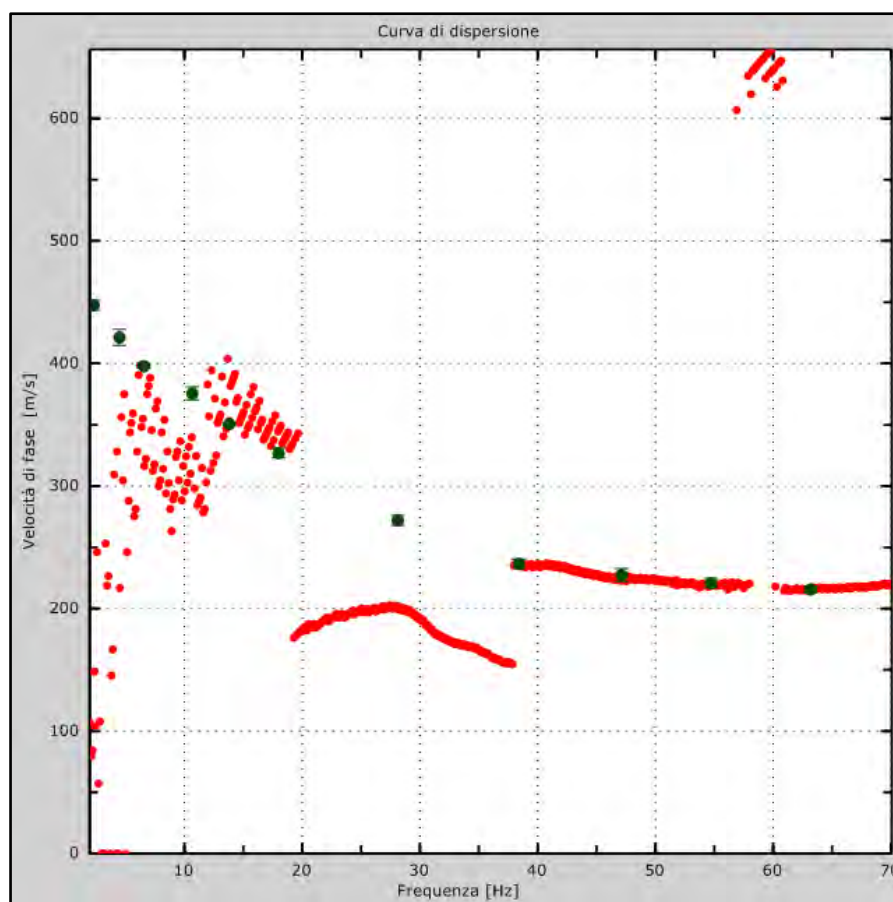


Fig. 68 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW

### Profilo in sito Mw5

Prospetto delle determinazioni dei valori di  $V_s$  per i sismostrati riscontrati nella Mw 2

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	$V_s$ finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 – 1,90	1,90	226	Non presente
S2	1,90 – 3,60	1,70	302	Non presente
S3	3,60 – 6,20	2,60	373	Non presente
S4	6,20 – 10,00	3,80	390	Non presente
S5	10,00 – 14,50	4,50	417	Non presente
S6	14,50 – 19,90	5,40	436	Non presente
S7	19,90 – 24,60	4,70	442	Non presente
S8	24,60 – 30,70	6,10	488	Non presente

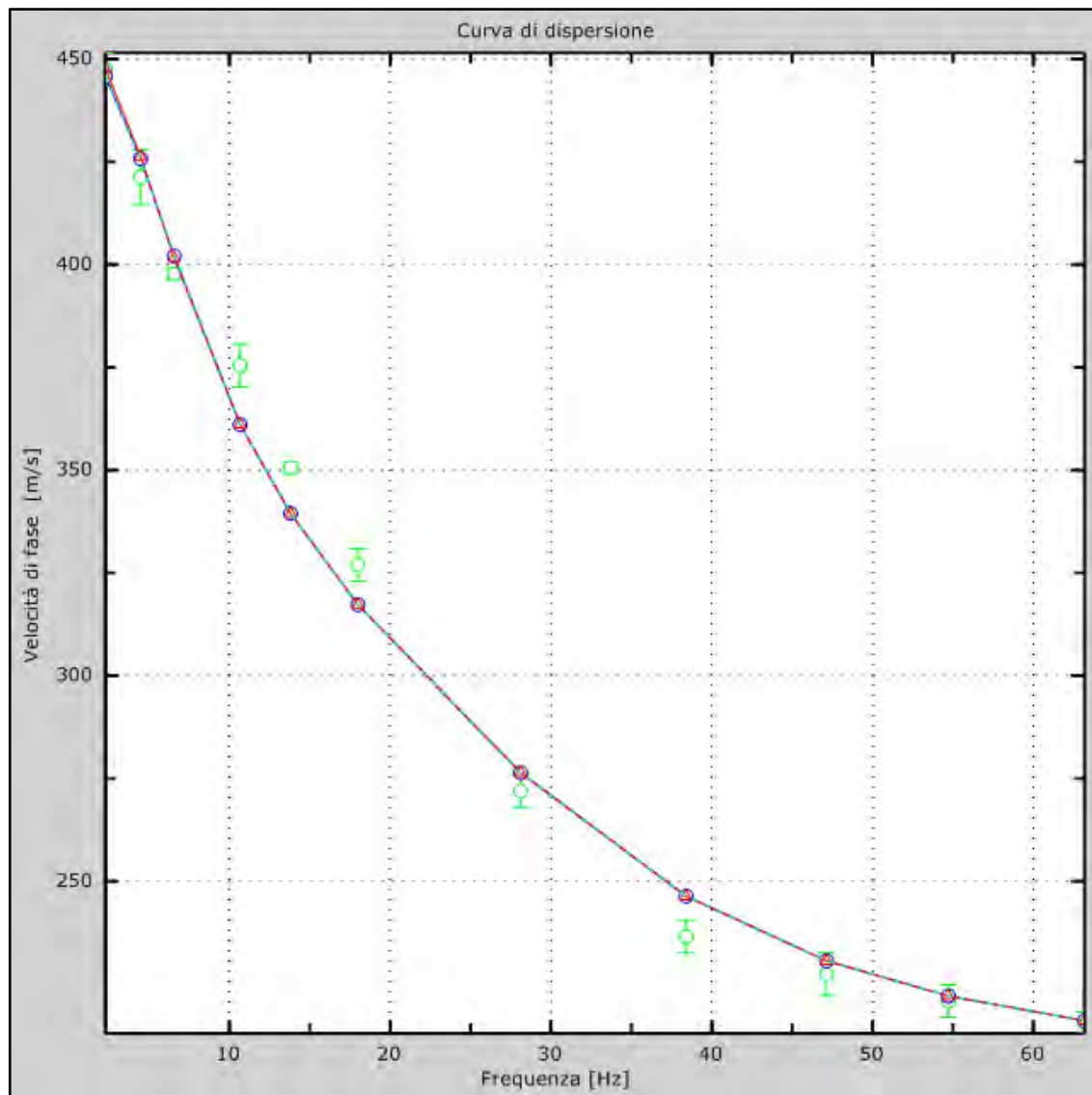
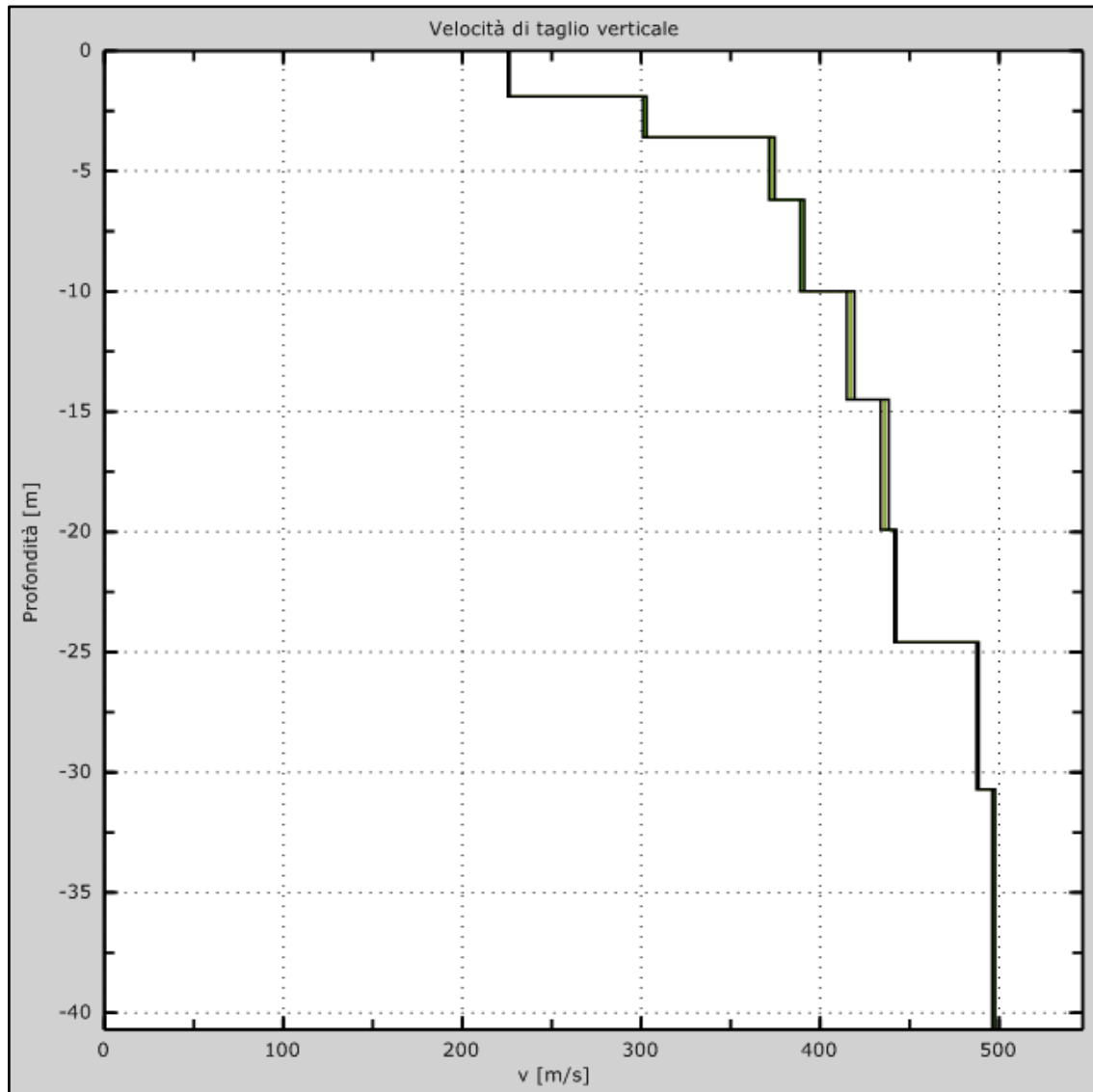


Fig. 69 – Velocità numeriche-punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)





*Fig. 70 – Profilo verticale delle  $V_s$  (in verde velocità iniziale, in rosso velocità finale) ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh*

### Prospezione sismica M.A.S.W. Mw6

#### Dati sperimentali Mw6

Distanza tra i sensori:.....1,50 m  
 Numero di campioni temporali ..... 4096  
 Passo temporale di acquisizione .....2 ms  
 Numero di ricevitori usati per l'analisi ..... 24  
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a .....0 ms  
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... 2047 ms

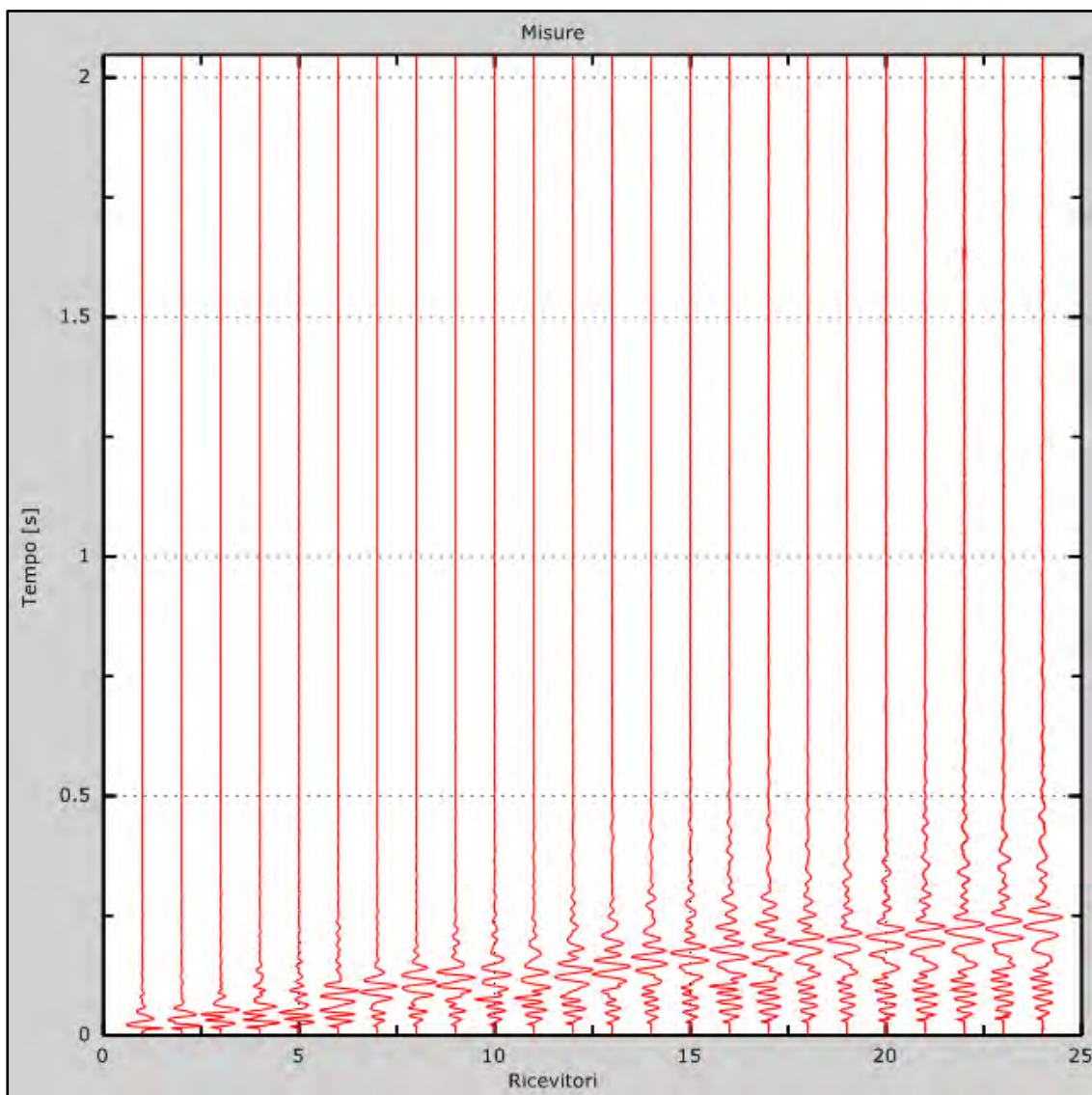


Fig. 71 – Sismogrammi relativi all'indagine MASW Mw05 (tracce sperimentali)



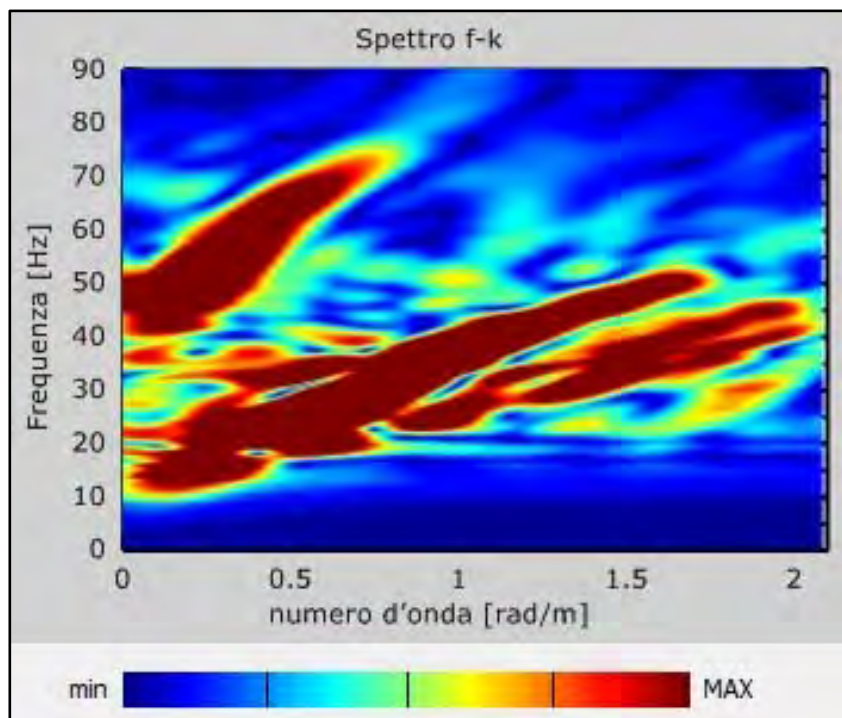


Fig. 72 – Curve di livello dello spettro di risposta sperimentale del suolo

### Risultati delle analisi Mw6

Frequenza finale ..... 70Hz

Frequenza iniziale ..... 2Hz

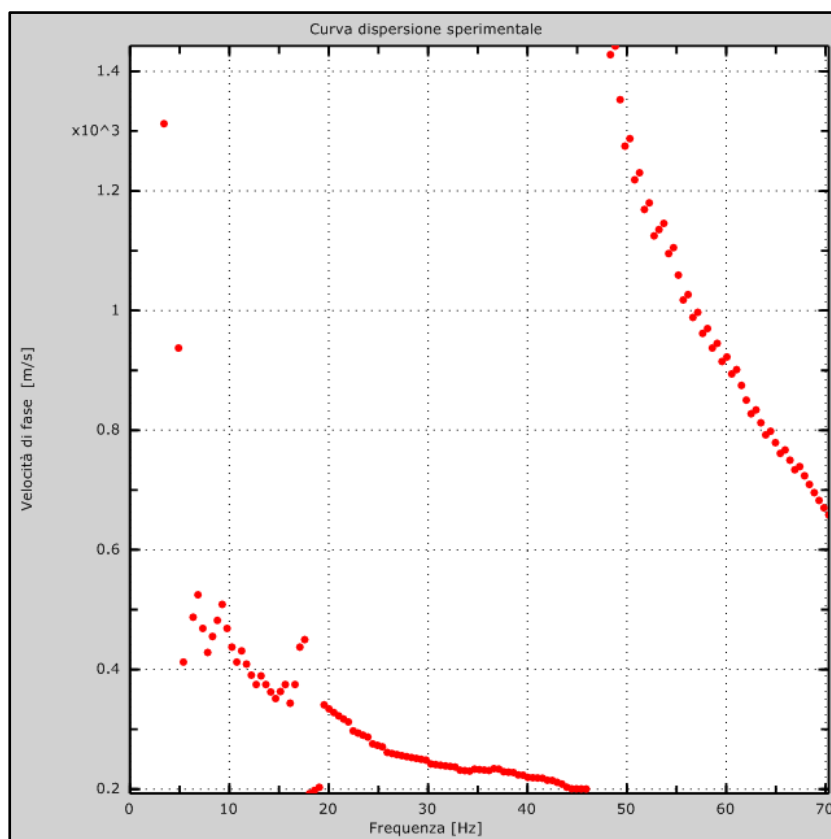


Fig. 73 – Curva di dispersione sperimentale

### Curva di dispersione Mw6

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
2.28195	615.935	609.398	622.472
4.13735	563.643	553.838	573.447
7.05298	514.619	498.277	530.96
10.2337	452.521	445.985	459.058
13.326	387.156	377.351	396.961
16.8601	361.01	357.741	364.278
20.6593	325.059	318.522	331.595
24.7235	276.035	266.23	285.839
30.113	246.62	236.815	256.425
36.0326	230.279	223.742	236.815
43.8959	204.133	191.06	217.206

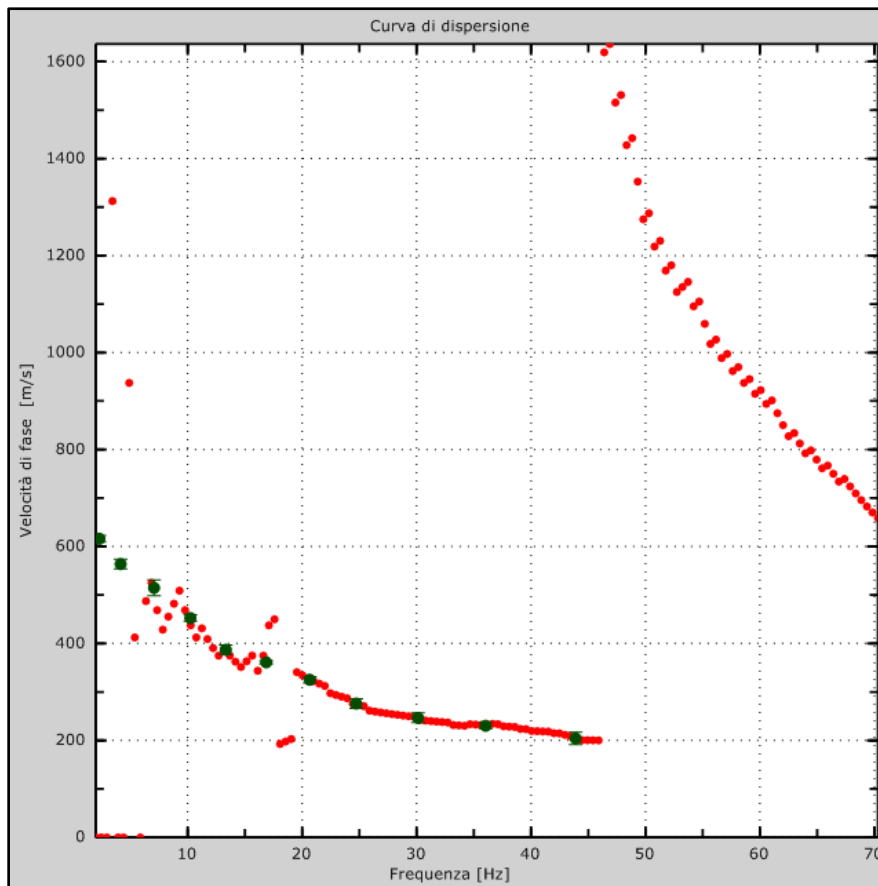


Fig. 74 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW



### Profilo in sito Mw6

Prospetto delle determinazioni dei valori di  $V_s$  per i sismostrati riscontrati nella Mw 2

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	$V_s$ finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 – 1,50	1,50	208	Non presente
S2	1,50 – 3,80	2,30	256	Non presente
S3	3,80 – 5,40	1,60	387	Non presente
S4	5,40 – 8,60	3,20	490	Non presente
S5	8,60 – 12,70	4,10	515	Non presente
S6	12,70 – 18,60	5,90	531	Non presente
S7	18,60 – 24,20	5,60	566	Non presente
S8	24,20 – 30,50	6,30	613	Non presente

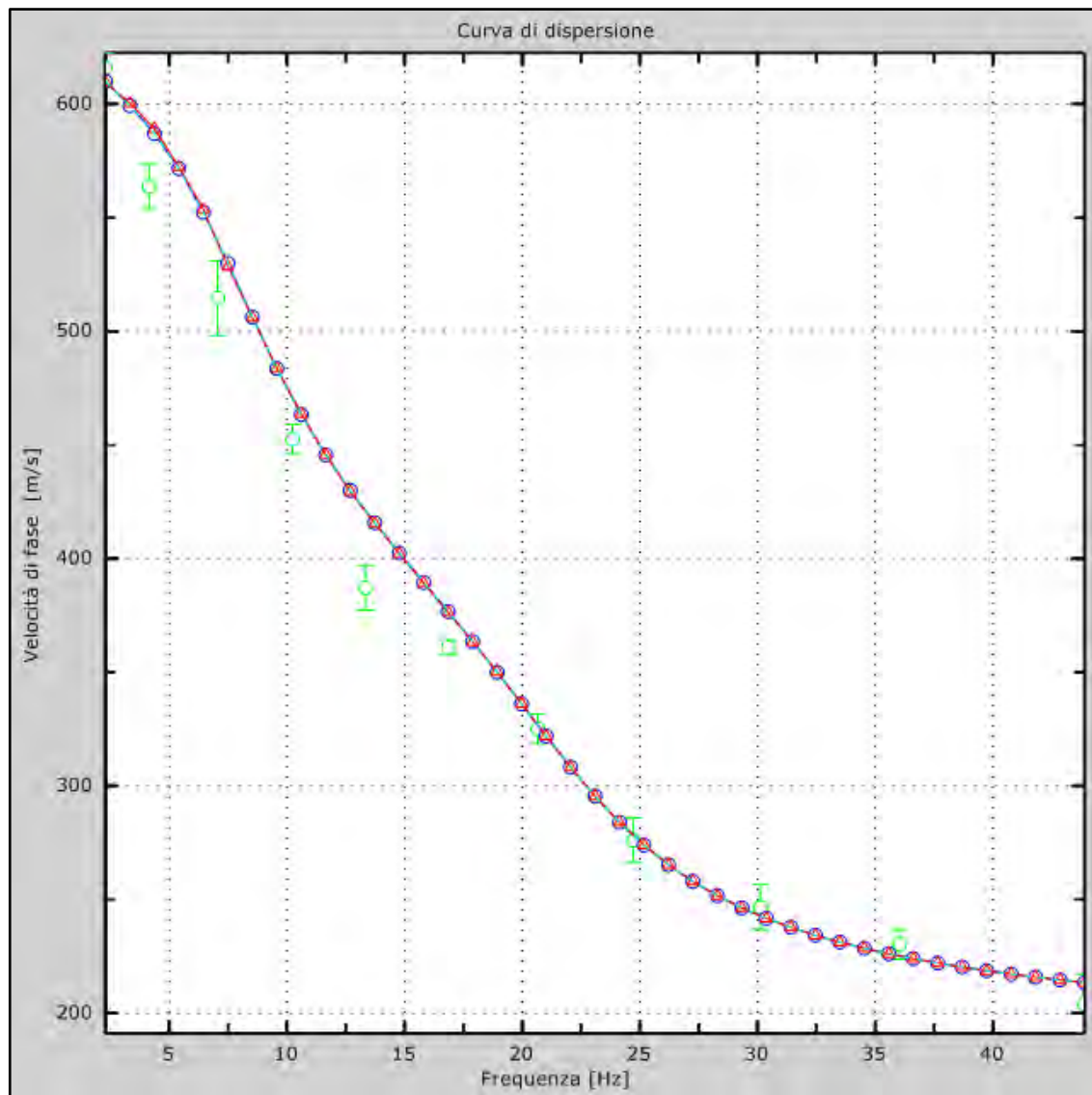


Fig. 75 – Velocità numeriche-punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

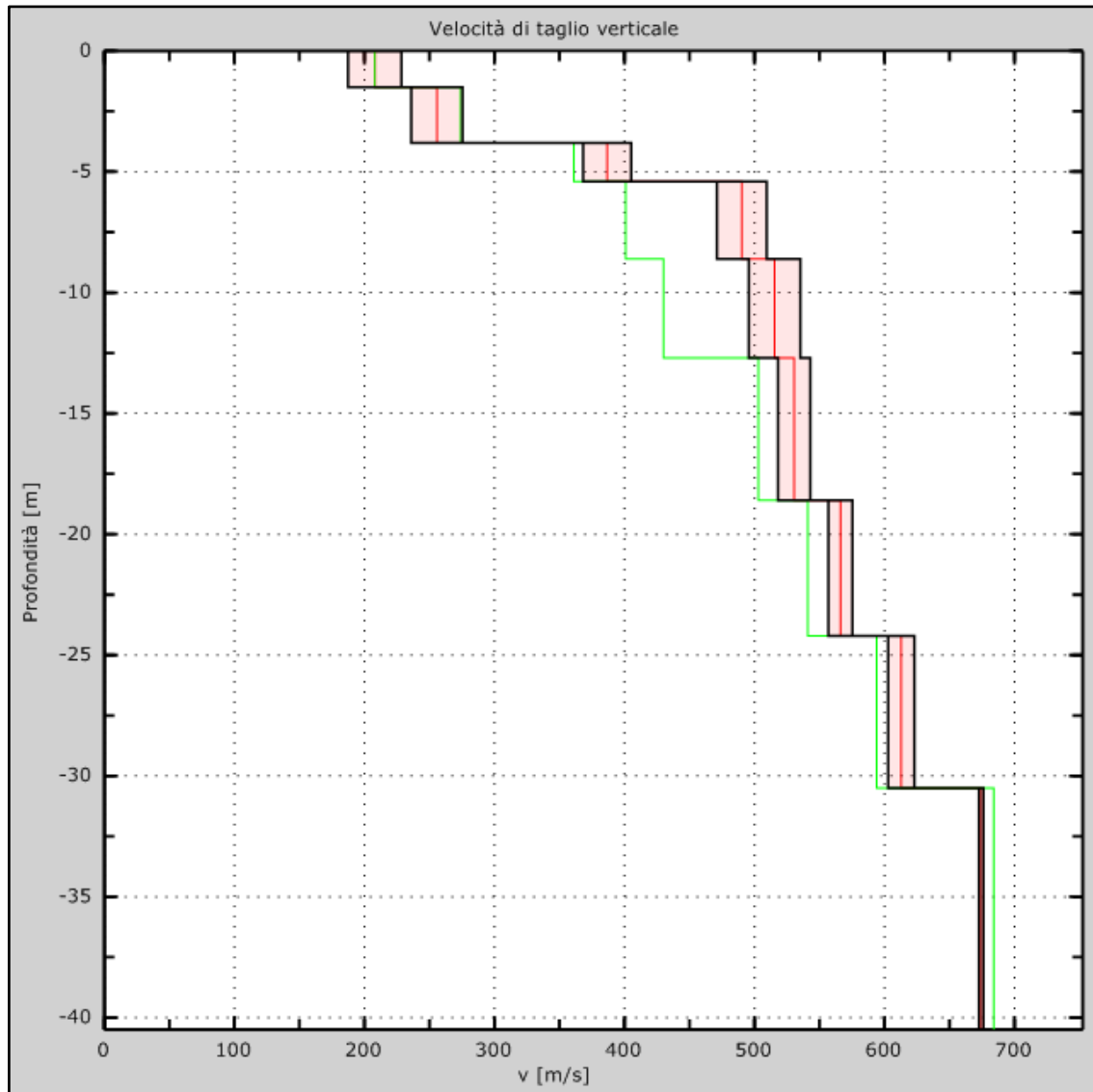


Fig. 76 – Profilo verticale delle  $V_s$  (in verde velocità iniziale, in rosso velocità finale) ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh



## 8. Considerazioni sul rischio sismico

### 8.1 Indicazione della zona sismogenetica


La Zonazione sismogenetica per il territorio nazionale, denominata ZS9, è stata eseguita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Meletti e G. Valensise - marzo 2004) che rappresenta il risultato di modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone della precedente *Zonazione sismogenetica ZS4* (Scandone e Stucchi, 2000) e dell'introduzione di nuove zone (Fig. 77).



Fig. 77 – Zonazione sismogenetica ZS4

#### Legenda

**C. Zone legate al recente sollevamento della catena appenninica, successivo ad una lunga storia di migrazione spazio-temporale del sistema catena-avampaese.**

-  **3.1.** Fascia appenninica principale. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip e subordinatamente strike-slip

L'obiettivo di questa ricerca è stato la realizzazione di un modello più coerente con i nuovi dati e con il quadro sismotettonico oggi disponibile, tenendo in considerazione soprattutto le indicazioni e gli spunti che derivano dall'analisi dei dati relativi ai terremoti più importanti verificatisi successivamente alla predisposizione di ZS4, alcuni dei quali (tra gli altri Bormio 2000, Monferrato 2001, Merano 2001, Palermo 2002, Molise 2002) localizzati al di fuori delle zone-sorgente in essa definite.

La zonazione sismogenetica ZS9 è stata disegnata in maniera tale da soddisfare i seguenti requisiti:

- a) *essere basata sul pregresso modello ZS4;*
- b) *ricepire le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche italiane alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni;*
- c) *considerare ed analizzare i dati relativi a terremoti localizzati al di fuori delle zone sorgente definite in ZS4;*
- d) *essere utilizzabile con i dati di CPTI2;*
- e) *fornire una stima di profondità "efficace", definita come l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti in ogni zona sorgente, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale;*
- f) *fornire per ogni ZS un meccanismo di fagliazione prevalente, utilizzabile con le relazioni di attenuazione classiche modificate secondo le procedure di Bommer et al., (2003).*

La Zonazione sismogenetica ZS9 è costituita da 36 zone-sorgente identificate con un numero (da 901 a 936) o con una lettera (da A ad F) (Fig. 78).





Fig. 78 – Zonazione sismogenetica ZS9

Oltre alla riduzione del numero di zone rispetto alla ZS4, la ZS9 è caratterizzata anche da modifiche dei limiti delle zone, che sono state effettuate tenendo conto dei nuovi dati relativi alle geometrie di singole sorgenti o di insiemi di queste. Si deve però tener presente che i confini geografici di molte zone di ZS9 rappresentano il frutto di un compromesso tra numerosi parametri, di conseguenza, sono affetti da un certo margine di incertezza.

Per far fronte a questa problematica, nella redazione di ZS9 si è fatto ricorso ai "bordi morbidi", cioè ad una fascia (definita in chilometri) di dimensioni variabili, nella quale si produce uno

smussamento della distribuzione della pericolosità, producendo così gradienti meno accentuati ai confini tra le diverse ZS. La geometria delle sorgenti sismogenetiche della Basilicata e, più in generale, l'Appennino Meridionale (zone da 56 a 64 in ZS4 e zone da 924 a 928 in ZS9), in seguito alla realizzazione della zonazione sismogenetica ZS9, è stata sensibilmente modificata rispetto a ZS4 (Rapolla, 2005).

La zona 927 include l'area caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, a partire da ca. 0.7 Ma, ha interessato l'Appennino meridionale (es. Patacca et al., 1990). Tale zona comprende tutte le precedenti zone di ZS4 coincidenti con il settore assiale della catena, fino al confine calabro-lucano (massiccio del Pollino).

La zona 57 di ZS4, corrispondente alla fascia costiera tirrenica, è stata in gran parte cancellata. Infatti si ritiene che, in caso di zonazione della fascia tirrenica, la sismicità non sarebbe tale da consentire una definizione affidabile dei tassi di sismicità. Peraltro, il contributo che verrebbe alla PGA sarebbe del tutto trascurabile rispetto agli effetti che su questa stessa zona verrebbero dall'attivazione di sorgenti nella zona 927.

La parte rimanente della zona 57, insieme alla zona 56 sono attualmente rappresentate dalla zona 928 (Ischia-Vesuvio), che include l'area vulcanica napoletana, con profondità ipocentrali comprese nei primi 5 km.

Nell'area al confine tra la catena e la Puglia, cioè l'area dell'avanfossa e dell'avampaese apulo, le nuove conoscenze sulla sismicità locale, suggerite dalla sequenza sismica del Molise del 2002 (Di Bucci e Mazzoli, 2003; Valensise et al., 2004), hanno comportato scelte che cambiano notevolmente le caratteristiche sismogenetiche dell'area ed hanno permesso di identificare sorgenti con direzione EW, caratterizzate da cinematica trascorrente.

E' stata così identificata (Fig. 79):

- nell'area garganica una zona 924 (Molise-Gargano) orientata E-W, che include tutta la sismicità dell'area e la faglia di Mattinata, generalmente ritenuta attiva;
- una zona 925 (Ofanto) la cui geometria trae in parte spunto dalla zona 62 di ZS4, ad andamento WNW-ESE;
- la zona 926 (Basento) ad andamento E-W, definita dall'allineamento di terremoti a sismicità medio-bassa nell'area di Potenza.

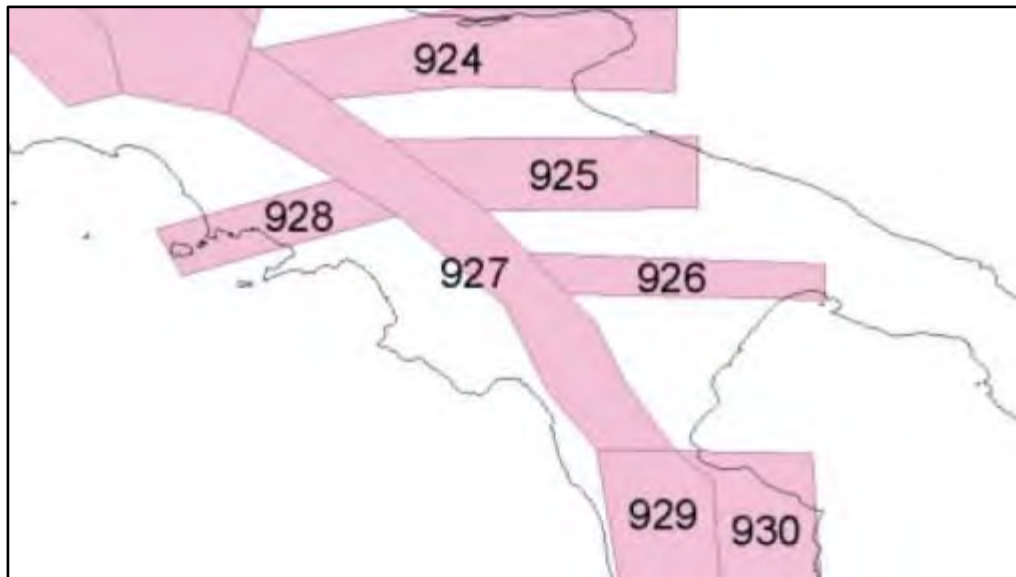


Fig. 79 – Zonazione sismogenetica ZS9 dell'Appennino Meridionale

L'area di studio è prossima alla **Zona 927**. La *profondità efficace*, vale a dire quella profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti che determina la pericolosità della zona, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale, per la zona 927 è di 10 Km (Fig. 80).

Il *meccanismo di fagliazione* prevalente per la zona 927, dove per meccanismo prevalente si intende quello che ha la massima probabilità di caratterizzare i futuri terremoti significativi, è di tipo diretto (Fig. 81).



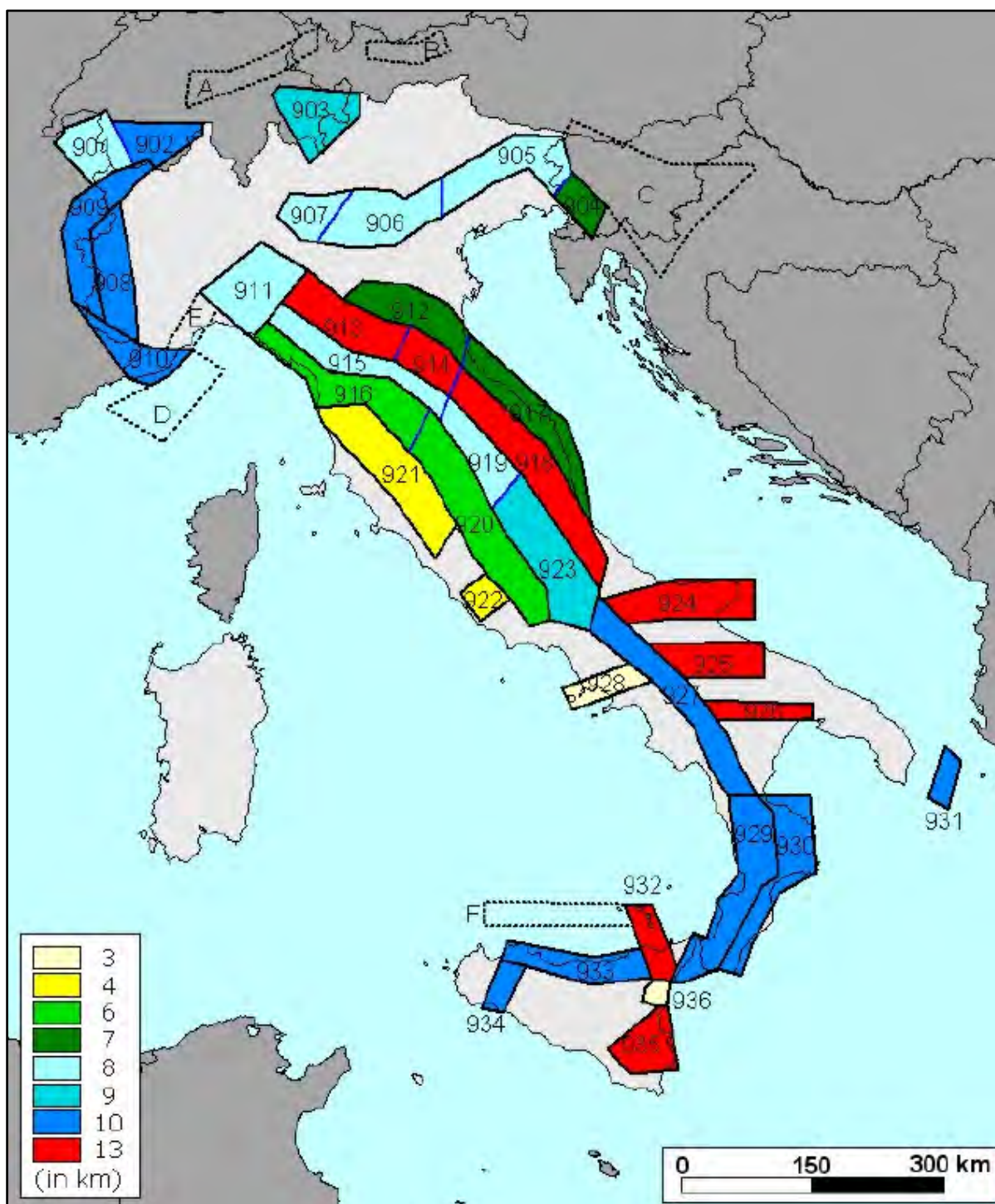


Fig. 80 - Moda delle distribuzioni di frequenza in funzione della profondità dei terremoti riportati nel catalogo strumentale INGV (1983-2002) per tutte le ZS di ZS9

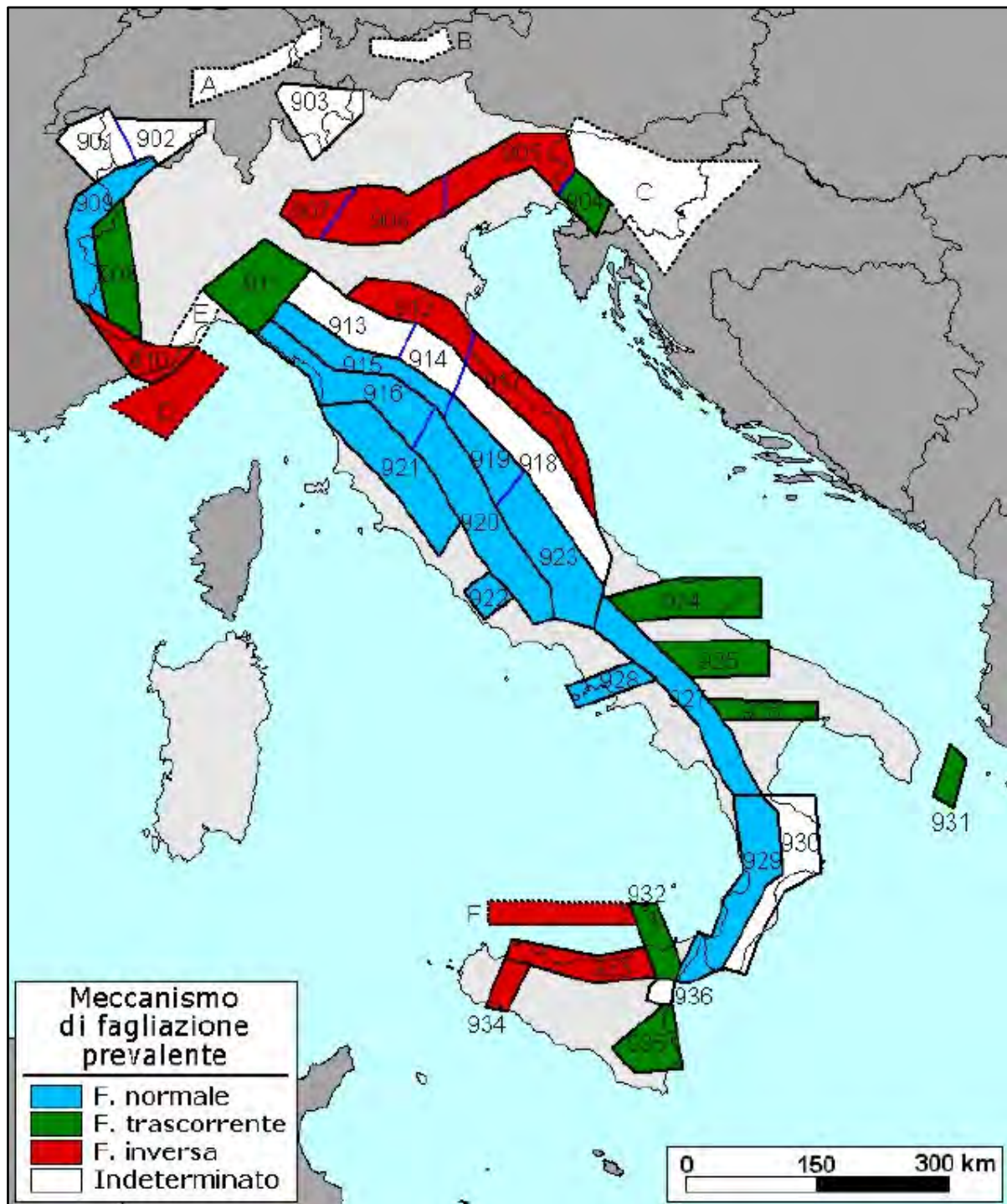


Fig. 81 – Meccanismo di fagliazione prevalente atteso per le diverse zone sismogenetiche che compongono ZS9.



## 8.2 Sismicità storica della Regione Basilicata

I maggiori terremoti storici risentiti nella Regione hanno area epicentrale lungo la dorsale appenninica, al confine con la Campania. La sismicità strumentale degli ultimi 35 anni è concentrata anch'essa lungo la catena appenninica; in particolare emergono le sequenze del 1990-1992 nell'area del potentino, e quelle del 1998 e del 2012 nell'area del Pollino (Fig. 82).

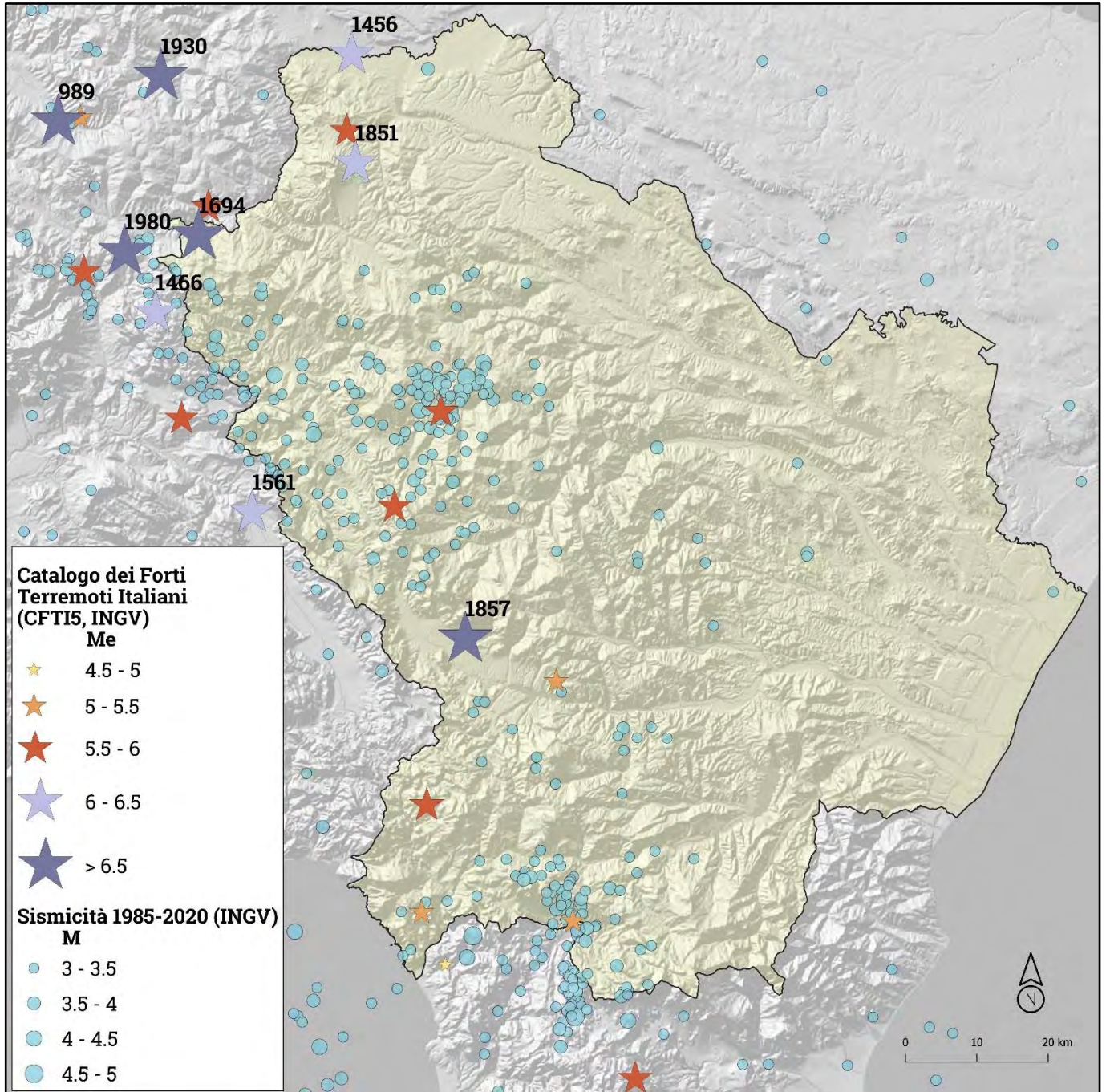


Fig. 82 – Maggiori terremoti storici risentiti nella Regione Basilicata



Nel data-base dell'Istituto Nazionale di Geofisica (che memorizza eventi verificatisi in Italia a partire dal 1450 a.C.), è riportato il primo sisma, con epicentro in Basilicata, soltanto nel 300 d.C. (terremoto di Atella, nel Vulture), con un salto di circa 1000 anni rispetto all'evento successivo, accaduto a Potenza, nel 1273. Prima dell'anno 1000, sono, infatti, scarse le notizie sui terremoti della Basilicata.

Dopo questa data la documentazione diviene più ricca, anche se certamente imprecisa. Marcello Bonito in "Terra Tremante", attingendo notizie dall' Archivio della Zecca di Napoli, afferma che un forte terremoto nel 1273 causò rovine in gran parte della Basilicata, talché Carlo D'Angiò commise al Regio Giustiziere di verificare gli immensi danni per proporgli soccorsi adeguati. A questo stesso terremoto si riferisce certamente il Moroni il quale scrive che nel 1268, secondo il Collenuccio, Potenza fu distrutta da un fortissimo sisma.

Il terremoto del 5 dicembre 1456, indicato anch'esso come terremoto del napoletano, fu certamente uno dei maggiori che scosse l'Italia Meridionale. Il Baratta, nella sua pregevole opera in precedenza citata, ripor a di quest' importante evento un "sismocartogramma" (come egli stesso definisce quella che oggi è una mappa con le isosisme), da cui si vede chiaramente come la nostra regione ne sia stata completamente coinvolta, con effetti rovinosi risentiti addirittura sino a Brindisi e Lecce. Questo terremoto, che colpì l'intera area centro-meridionale (dall'Aquila a Lecce), provocò anche un maremoto a Napoli, tanto che l'Ambasciatore Senese scriveva in proposito che *"tutte le galee e navi che erano in porto parevano che fossero combattute da mille diavoli"* e che *"tutta l'acqua dei pozzi e delle cisterne, era sì grande la tempesta che spingeva l'acqua di fuori"*. Lo stesso Bonito, ci parla del terremoto del luglio (o agosto) 1561 (indicato impropriamente come terremoto di Vallo di Diano). A Balvano crollò il castello e metà dell'intero abitato causando 11 morti, a Tito si contarono addirittura 100 morti con quasi tutto il paese distrutto, a Pignola 8 morti con crollo di 20 case, a Potenza crollarono 10 case, per fortuna senza alcuna vittima. A Ruoti ed Avigliano furono distrutte 15 case, anche qui senza vittime.

Del grande terremoto del 1694 (8 settembre, ore 17:45), il Baratta riporta una mappa con le isosisme, ed è impressionante vedere come questo evento è l'esatta fotocopia di quello occorso 286 anni dopo, nel novembre 1980. A Potenza crollarono 300 case, il resto fu completamente danneggiato, rimasero lesionati il Castello e la Chiesa della Trinità. Per fortuna i morti furono soltanto 5, pochi per la violenza del sisma in relazione alle caratteristiche costruttive degli edifici, probabilmente a causa dell'orario, per cui la maggior parte delle persone era fuori casa.

Il 1° febbraio 1826 un altro forte terremoto colpì Potenza e Tito (ove probabilmente va localizzato l'epicentro). Crollarono diverse abitazioni private, furono ridotti a mal partito il Palazzo dell'Intendenza, il Vescovado, il Monastero dei Riformati e l'Ospedale. Il campanile della cattedrale uscì di piombo.

Dei terremoti del 14 agosto 1851 e 16 dicembre 1857 ne parla Raffaele Riviello nel libro "Cronaca Potentina". Sul primo terremoto (quello del 1851) il Riviello ci dice che *"solo in Basilicata vi furono 671 morti e circa 1 milione e 200 mila ducati di danni"...."Ma di gran lunga più terribile rovinoso fu il terremoto del 1857, per gravità di fenomeni e durata e frequenza di scosse,*

estensione di paesi distrutti, copia incalcolabile di danni, numero di morti e di feriti, straziante scene di sofferenze e di dolori, squallore di fame e di miseria, mancanza di ricoveri e rigidità di stagione".

Il terremoto del 1857 causò danni notevoli in un'area eccezionalmente grande: la regione caratterizzata da intensità macrosismiche (MCS) pari al X grado o superiore si estende per circa 900 km<sup>2</sup>. La maggior concentrazione dei danni fu riscontrata nell'Alta Val d'Agri a monte della diga del Pertusillo, ma intensità di IX e X grado MCS furono registrate in una regione estesa della parte settentrionale del Vallo di Diano fino al bacino di Sant'Arcangelo (Fig. 83).

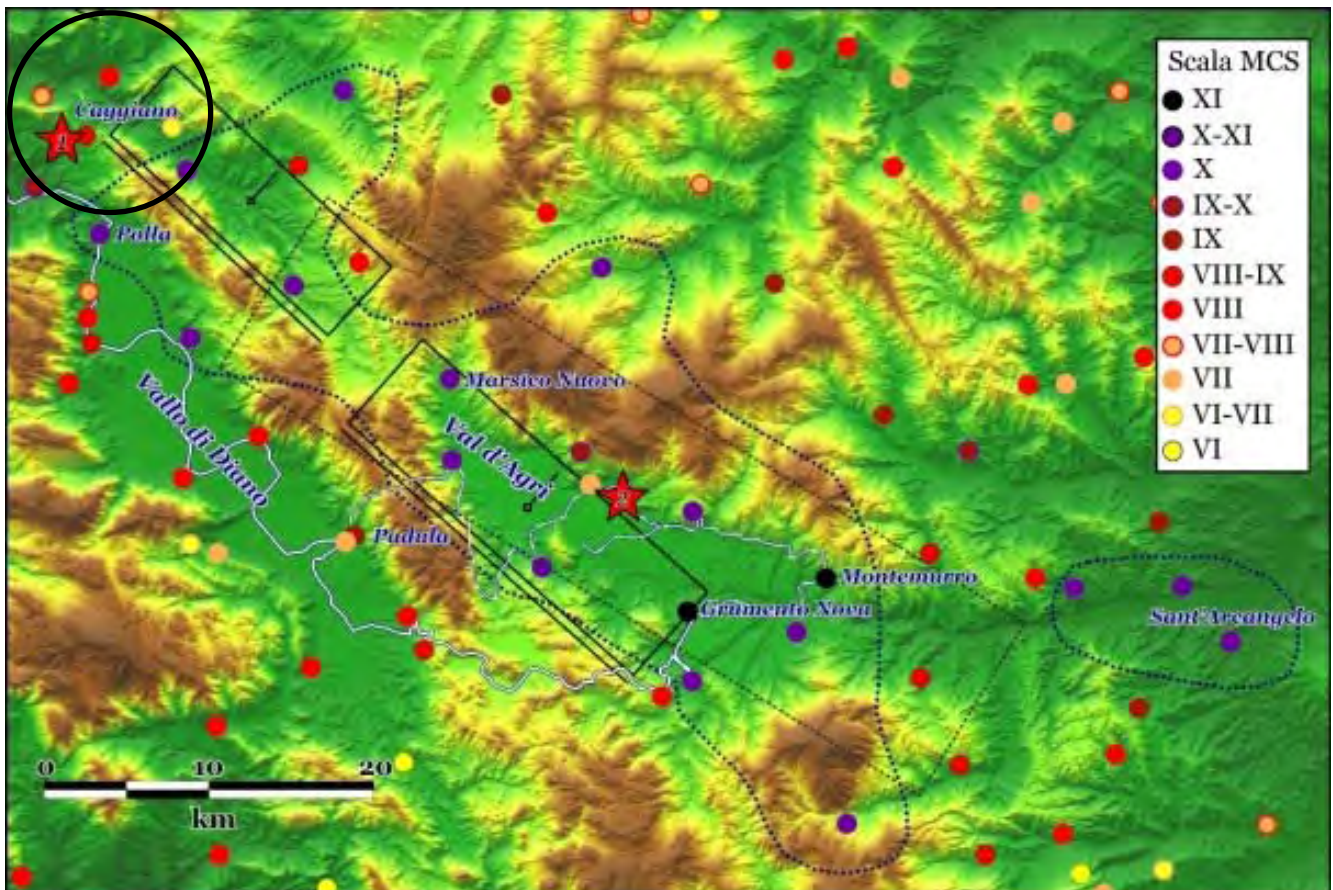


Fig. 83 – Intensità macrosismiche del terremoto del 16 dicembre 1857 (scala MCS) riprese dal Catalogo CPTI11 (Rovida et al., 2011) e basate su di uno studio nel Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (Guidoboni et al., 2007). In nero è rappresentata la proiezione in superficie delle sorgenti sismogenetiche Melandro-Pergola (a nord-ovest) e Agri Valley (a sud-est) del database DISS . La zona che ha subito intensità di X grado o superiori è definita dalla linea blu a tratteggio. Il rettangolo nero tratteggiato è la sorgente macrosismica derivata dalle analisi automatiche dei dati di intensità (Gasperini et al., 1999). Le stelle rosse con i numeri 1 e 2 indicano rispettivamente l'epicentro proposto da Mallet e quello ottenuto dalle analisi automatiche (Gasperini et al., 1999).

Un esame attento delle fonti storiche mette in evidenza che la scossa principale del terremoto del 16 dicembre 1857 che sconvolse l'Alta Val d'Agri era stata preceduta di circa due minuti da un'altra scossa significativa. Uno studio di dettaglio condotto da Branno et al. (1983) sui danni causati dal terremoto del 1857 riporta una osservazione di Leopoldo Del Re, l'allora direttore

dell'Osservatorio Astronomico di Napoli, secondo cui "... alle ore 10 e minuti 10 di Francia si è sentita una prima scossa di terremoto della durata di quattro in cinque secondi, la quale è stata dopo due minuti seguita da altra di assai maggiore intensità e della durata di circa venticinque secondi...".

La loro ricostruzione (Fig. 84) mostra che la prima scossa colpì la parte nord dell'area mesosismica cartografata da Mallet, tra i paesi di Balvano e Marsico Nuovo. Si trattò quindi di una fortissima premonitrice, un terremoto di magnitudo tra 5.5. e 6.0 che produsse danni in un'area situata a nord della Val d'Agri in corrispondenza della Valle del Melandro. Quest'area all'interno dell'area di X grado MCS riportata in Guidoboni et al. (2007) (Figura 81).

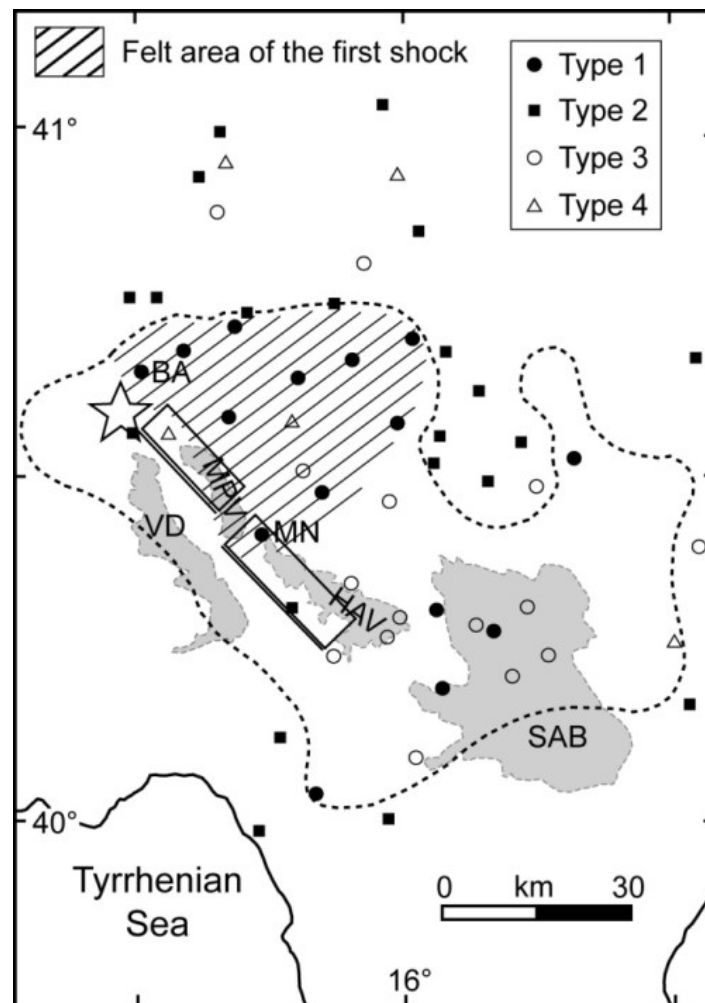


Fig. 84 – Confronto tra l'area colpita con intensità VIII grado e superiore e l'area, evidenziata con le linee diagonali, dove la prima scossa fu chiaramente distinta (da Branno et al., 1983, ridisegnato). Le località di Tipo 1 e 2 sono quelle dove la popolazione fu in grado di distinguere le due scosse (cerchi e quadrati pieni); le località di Tipo 3 sono quelle dove solo una grande scossa fu avvertita; le località di Tipo 4 sono quelle non valutate. La figura mostra anche i bacini quaternari, le sorgenti sismogenetiche del DISS e l'epicentro di Mallet (stella bianca). Bacini: HAV, Alta Val d'Agri; MPV, Valle del Melandro; SAB, Bacino di Sant'Arcangelo; VD, Vallo di Diano. Località: BA, Balvano; MN, Marsico Nuovo.



Come già accennato, fino al 2007, il terremoto del 1857 veniva considerato dalla maggior parte di quanti lo hanno studiato, come un evento semplice generato da una faglia lunga 20-25 km posta al di sotto dell'Alta Val d'Agri.

Al contrario, la faglia lunga 15-20 km posta lungo l'asse estensionale dell'Appennino meridionale in corrispondenza della Valle del Melandro, a nord-ovest dell'Alta Val d'Agri, veniva considerata una struttura quiescente, non legata cioè ad alcun terremoto storico o strumentale, e dunque da trattare con cautela per i calcoli di pericolosità sismica.

Burrato e Valensise (2008) hanno invece proposto che il terremoto del 1857 sia stato in realtà un evento complesso, causato dalla rottura di entrambe le faglie citate, da lungo tempo quiescenti. Come già osservato, l'epicentro calcolato da Mallet cade qualche km a nord della sorgente sismogenetica Melandro-Pergola. Queste osservazioni suggeriscono che il terremoto del 1857 sia stato generato dalla rottura in rapida successione delle sorgenti sismogenetiche Melandro-Pergola e della Alta Val d'Agri (Fig. 85): la rottura potrebbe essere iniziata nel triangolo Caggiano-Vietri di Potenza-Savoia di Lucania, non lontano dal bordo nord-ovest della sorgente Melandro-Pergola, ed essersi propagata unilateralmente verso sud-est, innescando poi la sorgente dell'Alta Val d'Agri.

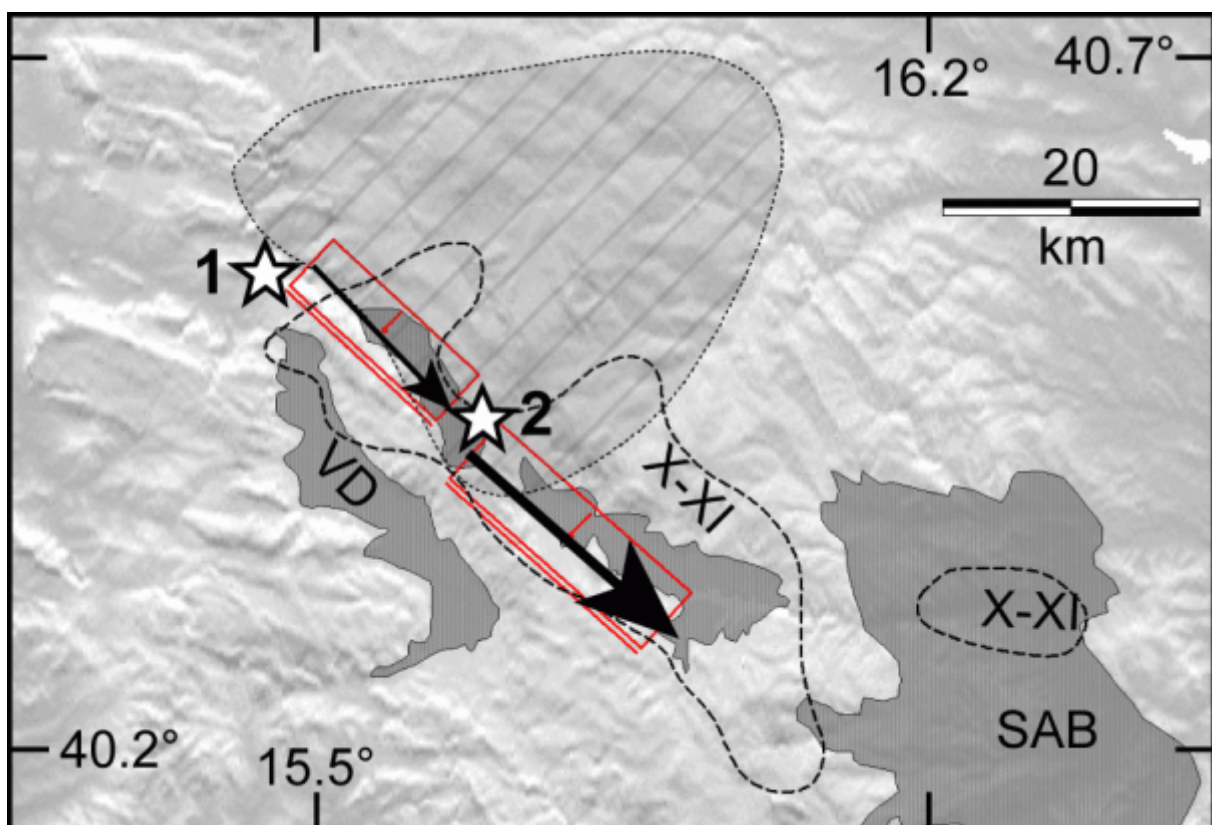


Fig. 85 – Schema della sequenza delle scosse proposte da Burrato e Valensise (2008) per il terremoto del 1857. Le frecce mostrano la direzionalità della rottura ipotizzata, che spiega i maggiori danni riscontrati nella parte sudorientale dell'area di risentimento. Le stelle indicate con "1" e "2" rappresentano rispettivamente la localizzazione epicentrale della prima scossa, come proposta da Mallet e in accordo con gli studi di Baratta e Branno, e il punto di nucleazione della seconda forte scossa, in accordo con Burrato e Valensise (2008).

Assumendo che lo spessore dello strato sismogenetico nella regione colpita dal terremoto del 1857 sia lo stesso di quello dell'area irpina colpita dal terremoto del 1980 e che il movimento cosismico sul piano di faglia nel 1857 sia stato lo stesso o comparabile con quello del terremoto del 1980 (1.0-2.0 m), si ottiene per il sistema di faglie dell'Alta Val d'Agri una stima della magnitudo del massimo terremoto potenzialmente generabile pari rispettivamente a 6.5-6.7 e 6.3-6.6 ; i valori più alti si ottengono utilizzando la relazione di Hanks e Kanamori (1979) per convertire il momento sismico  $M_0$  nella magnitudo momento  $M_w$ , quelli più bassi utilizzando le relazioni di Wells e Coppersmith (1994) a partire dalla lunghezza delle due faglie.

La Basilicata è direttamente interessata da due faglie appenniniche (la faglia irpino-lucana e la faglia cosiddetta della Val d'Agri), che esprimono la sismicità di magnitudo più elevata, e da una serie di faglie minori in direzione antiappennica, che sono responsabili di numerosi eventi di più bassa intensità, ma con periodi di ritorno più brevi.

Esaminando, infatti, con una certa attenzione le figure 86 e 87, si può agevolmente riscontrare come la zona circostante Potenza, lungo l'allineamento Tito-Potenza-Vaglio riporta il numero più elevato di terremoti occorsi nella regione, che, però, complessivamente esprimono un'energia abbastanza contenuta.

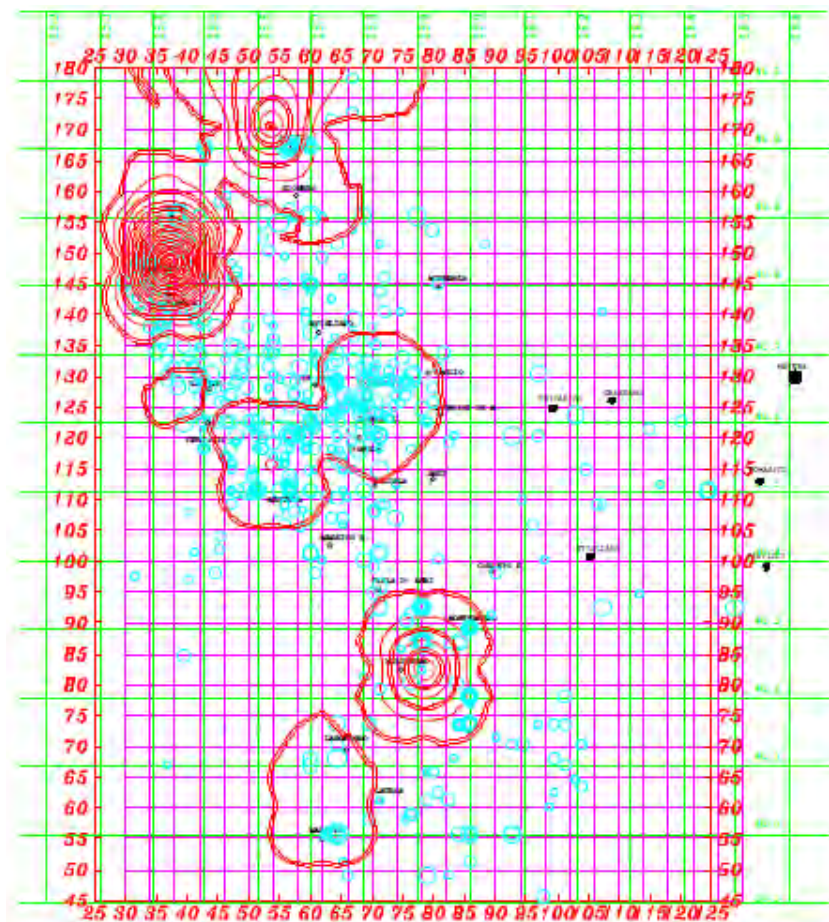


Fig. 86 – Contour map bidimensionale delle energie liberate in un periodo di 1700 anni (circa 500 eventi).



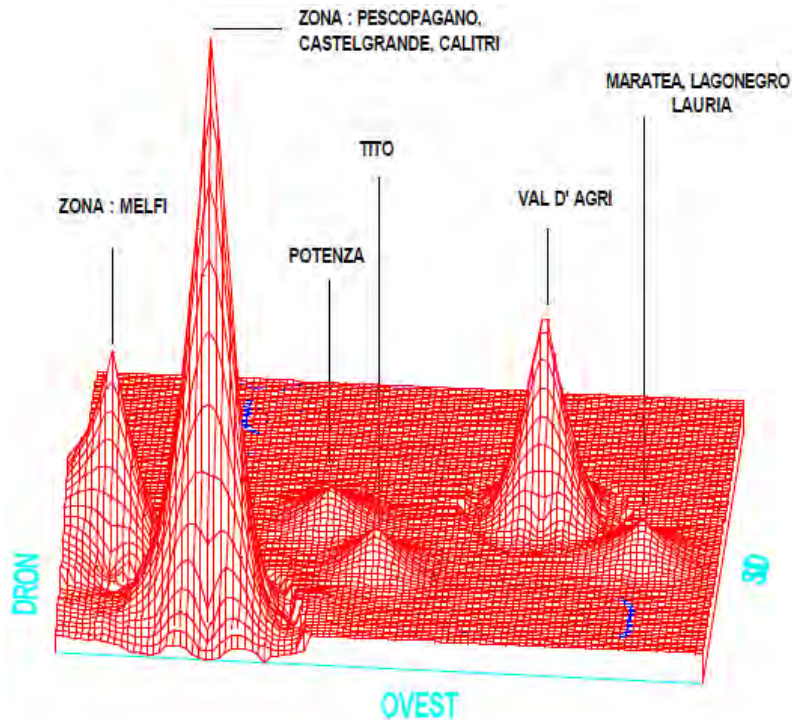


Fig. 87 – Contour map tridimensionale delle energie liberate in un periodo di 1700 anni (circa 500 eventi)

Una valutazione delle **PGA** (Peak Ground Acceleration, cioè "accelerazione massima del terreno") in Basilicata-Irpinia per gli eventi degli ultimi 500 anni (soglia minima epicentrale pari al 6° grado della scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg) e soglia minima dell'effetto calcolato per i diversi siti 5° grado), conduce al grafico di figura 88, nel quale le accelerazioni sono state trasformate in "Grado di Sismicità S".

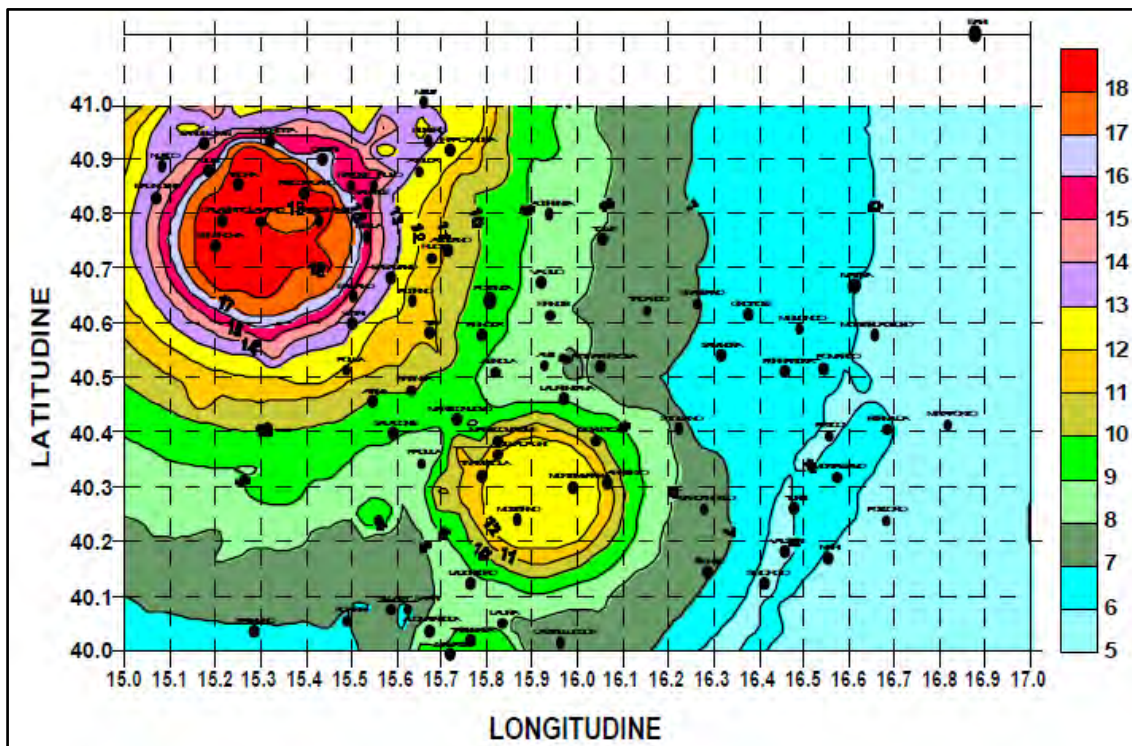


Fig. 88 – Grado di sismicità delle diverse aree della Basilicata per le quali sono stati considerati gli eventi sismici degli ultimi 500 anni che corrispondono ad una probabilità di superamento dei valori del 10% in 50 anni.



In termini di massima intensità macrosismica avvertibile in seguito ad eventi sismici, la zona in esame risente gli effetti in forma piuttosto accentuata come è confermato dai campi macrosismici dei maggiori eventi storici per i quali nell'area di studio è stato registrato l'8° grado della scala MCS. Tale valore è in accordo con le intensità dei terremoti registrate a Montalbano Jonico e Craco, evidenziata dalla storia sismica e dai cataloghi di terremoti consultati.

Appare, pertanto, che l'8° grado MCS può essere considerato come il massimo grado di danneggiamento per i Comuni di Montalbano Jonico e Craco (Fig. 89).

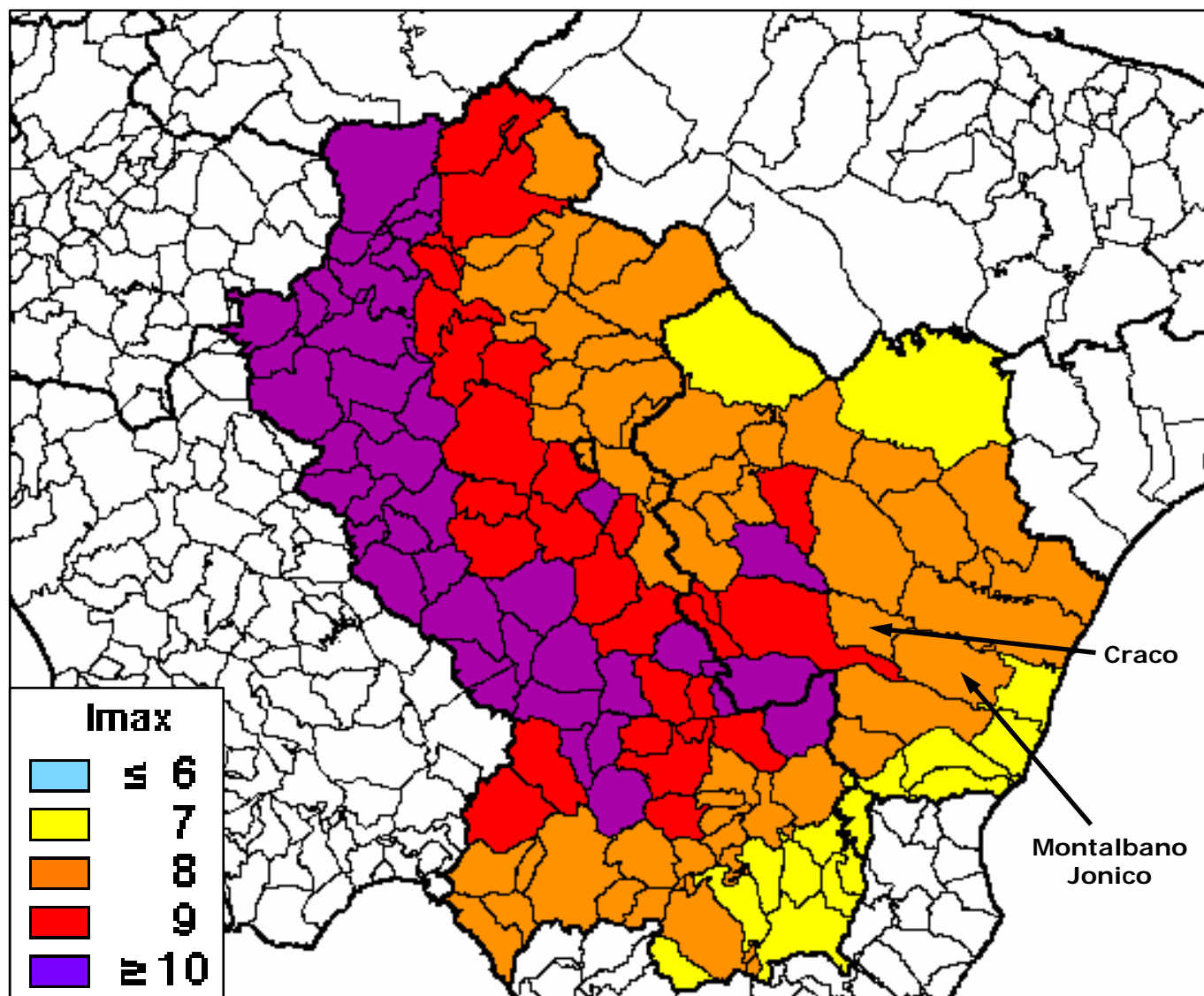


Fig. 89 – Massime intensità macrosismiche (MCS) registrate in Basilicata

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	I <sub>max</sub>
CRACO	17	77	7	40.37723	16.43947	8
MONTALBANO JONICO	17	77	16	40.28963	16.56741	8

I Comuni di Montalbano Jonico e Craco in provincia di Matera, dunque, rientrano **nella Zona 2** e sono considerati a media pericolosità sismica (Fig. 90)

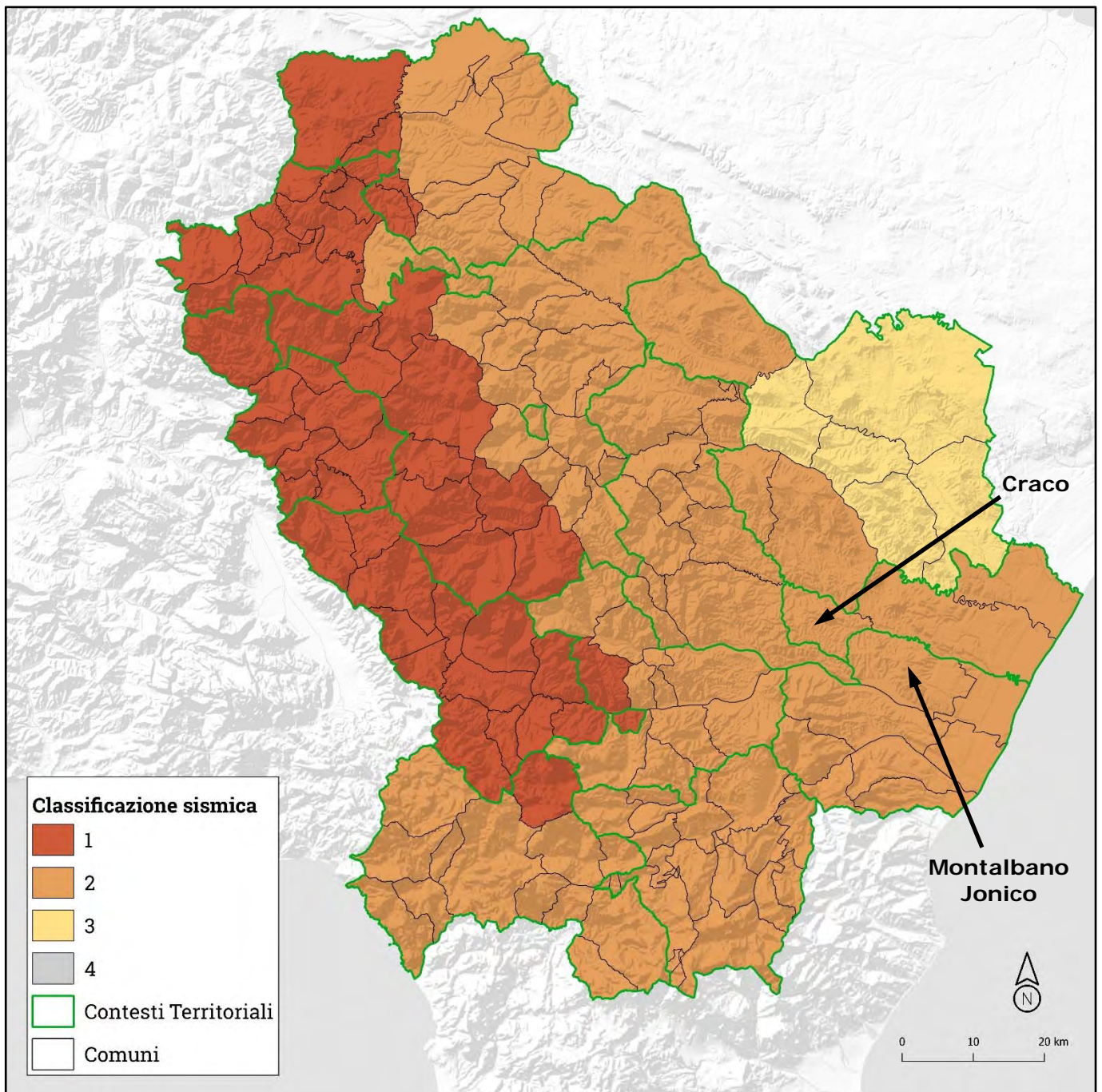


Fig. 90 – Classificazione sismica della Basilicata

### 8.3 Classificazione sismica di Montalbano Jonico e Craco

Il **Database Macrosismico Italiano** permette di visionare la storia sismica delle località italiane. La versione **DBMI 15** è stato realizzato nell'ambito della linea di attività INGV T3 "Pericolosità sismica e contributi alla definizione del rischio" e quale contributo alle attività dell'Allegato A dell'Accordo quadro INGV-DPC 2012-2021.

La versione 2015 del Database Macrosismico Italiano (DBMI15), è consultabile liberamente all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>. L'utilizzo, anche parziale, del database è consentito a condizione che la fonte sia sempre citata come segue: *Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>.*

L'ultima versione del Database Macrosismico Italiano, chiamata DBMI15 v4.0, è stata rilasciata nel 2022 e aggiorna e sostituisce le precedenti. DBMI fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2014. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

I dati di intensità macrosismica (MDP, Macroseismic Data Point) sono raccolti e organizzati da DBMI per diverse finalità. La principale è fornire una base di dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima di magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI).

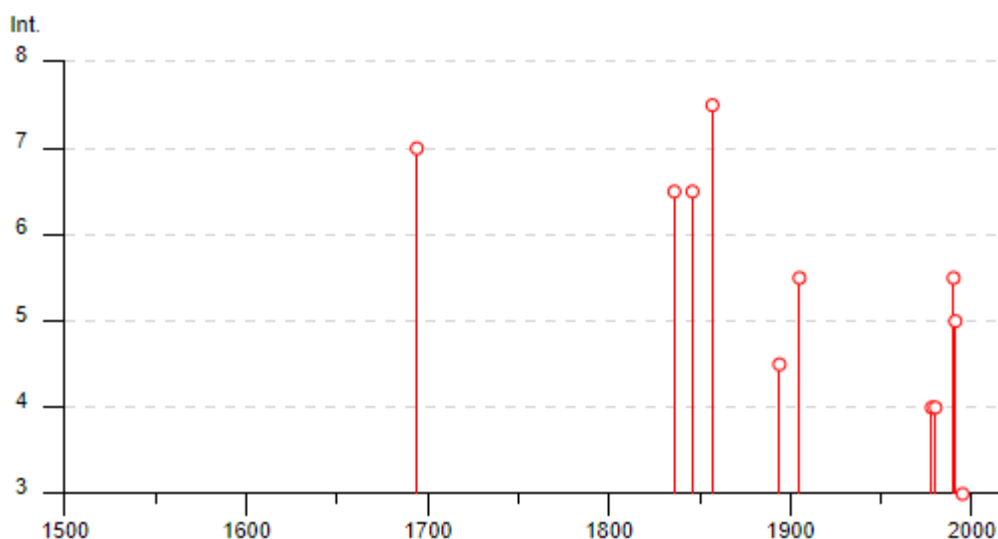
L'insieme di questi dati consente inoltre di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane, vale a dire l'elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti. DBMI15 contiene 122701 dati di intensità relativi a 3212 terremoti.

Le storie sismiche dei Comuni di **Craco (MT)** e di **Montalbano Jonico (MT)** sono riportate nelle pagine che seguono (Figg. 91-92).



## Craco Peschiera

PlaceID IT\_63405  
Coordinate (lat, lon) 40.357, 16.495  
Comune (ISTAT 2015) Craco  
Provincia Matera  
Regione Basilicata  
Numero di eventi riportati 14



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
6-7	1836	04	25	00	20		Calabria settentrionale	44	9	6.18
6-7	1846	08	08				Potentino	13	6-7	5.18
7-8	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
4-5	1894	05	28	20	15		Pollino	122	7	5.01
5-6	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
4	1978	09	24	08	07	4	Materano	121	6	4.75
4	1980	05	14	01	41		Alta Val d'Agri	26	5-6	4.83
NF	1988	04	13	21	28	2	Golfo di Taranto	272	6-7	4.86
5-6	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
5	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
3	1995	05	29	20	44	2	Val d'Agri	103	5	4.18
NF	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
NF	2006	06	22	19	34	5	Costa calabra settentrionale	161		4.70

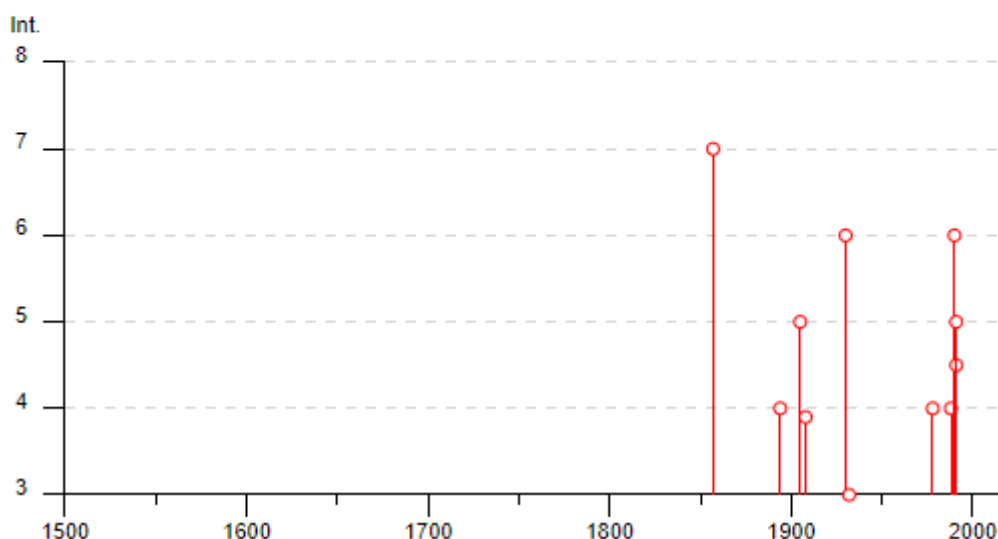
Fig. 91 – Storia sismica del Comune di Craco

dove:

Int. = Intensità al sito (scala MCS); NMDP = Numero di osservazioni macrosismiche del terremoto; Io = Intensità massima (scala MCS); Mw = Magnitudo momento

## Montalbano Jonico

PlaceID IT\_63436  
Coordinate (lat, lon) 40.290, 16.567  
Comune (ISTAT 2015) Montalbano Jonico  
Provincia Matera  
Regione Basilicata  
Numero di eventi riportati 14



Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
7	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11 7.12
4	1894	05	28	20	15		Pollino	122	7 5.01
5	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11 6.95
F	1908	03	26	13	49		Materano	21	5 4.31
6	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10 6.67
3	1932	03	30	09	56	2	Bassa Murgia	28	5 4.54
NF	1963	02	13	12	45		Potentino	31	7 5.19
4	1978	09	24	08	07	4	Materano	121	6 4.75
4	1988	04	13	21	28	2	Golfo di Taranto	272	6-7 4.86
6	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375	5.77
4-5	1991	04	18	19	24	0	Piana di Metaponto	26	4.13
5	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7 5.08
NF	1994	01	05	13	24	1	Tirreno meridionale	148	5.82
NF	1994	01	07	18	30	1	Golfo di Taranto	26	4.03

Fig. 92 – Storia sismica del Comune di Montalbano Jonico

dove:

*Int.* = Intensità al sito (scala MCS); *NMDP* = Numero di osservazioni macrosismiche del terremoto; *Io* = Intensità massima (scala MCS); *Mw* = Magnitudo momento

Con l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/03 è cambiato il livello energetico attribuito alle classi sismiche, per cui la "**Pericolosità Sismica**", espressa come intensità sismica in termini di accelerazione al suolo ( $ag/g$ ), mette in luce nuovi valori di riferimento, notevolmente superiori rispetto a quelli precedentemente vigenti.

Di seguito è evidenziata la variazione di intensità sismica in termini di  $ag/g$ , a parità di classe sismica a scala nazionale (Gruppo di Lavoro MPS, 2001; 2004). La Regione Campania ha anticipato l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/03 con la classificazione del territorio attuata dalla DGRC 5447/02 (Tab. 3).

Tab. 3 – Variazione di intensità sismica in termini di  $ag/g$

Classificazione Sismica (O.P.C.M. 3274/03)	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $ag/g$	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) $ag/g$	Classificazione Sismica (D.M. 19/01/96)	Coefficiente Sismico (S)
1	>0,25	0,35	1	0,1
2	0,15 – 0,25	0,25	2	0,09
3	0,05 – 0,15	0,15	3	0,06
4	<0,05	0,05	4	0

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica, disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, redatta secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008), indica che il territorio comunale di **Craco (MT)** rientra nelle celle contraddistinte da valori di  $ag$  di riferimento compresi tra **0.075 e 0.125** (Fig. 93), mentre il territorio comunale di **Montalbano Jonico (MT)** rientra nelle celle contraddistinte da valori di  $ag$  di riferimento compresi tra **0.075 e 0.100** (Fig. 94) (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $ag$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).



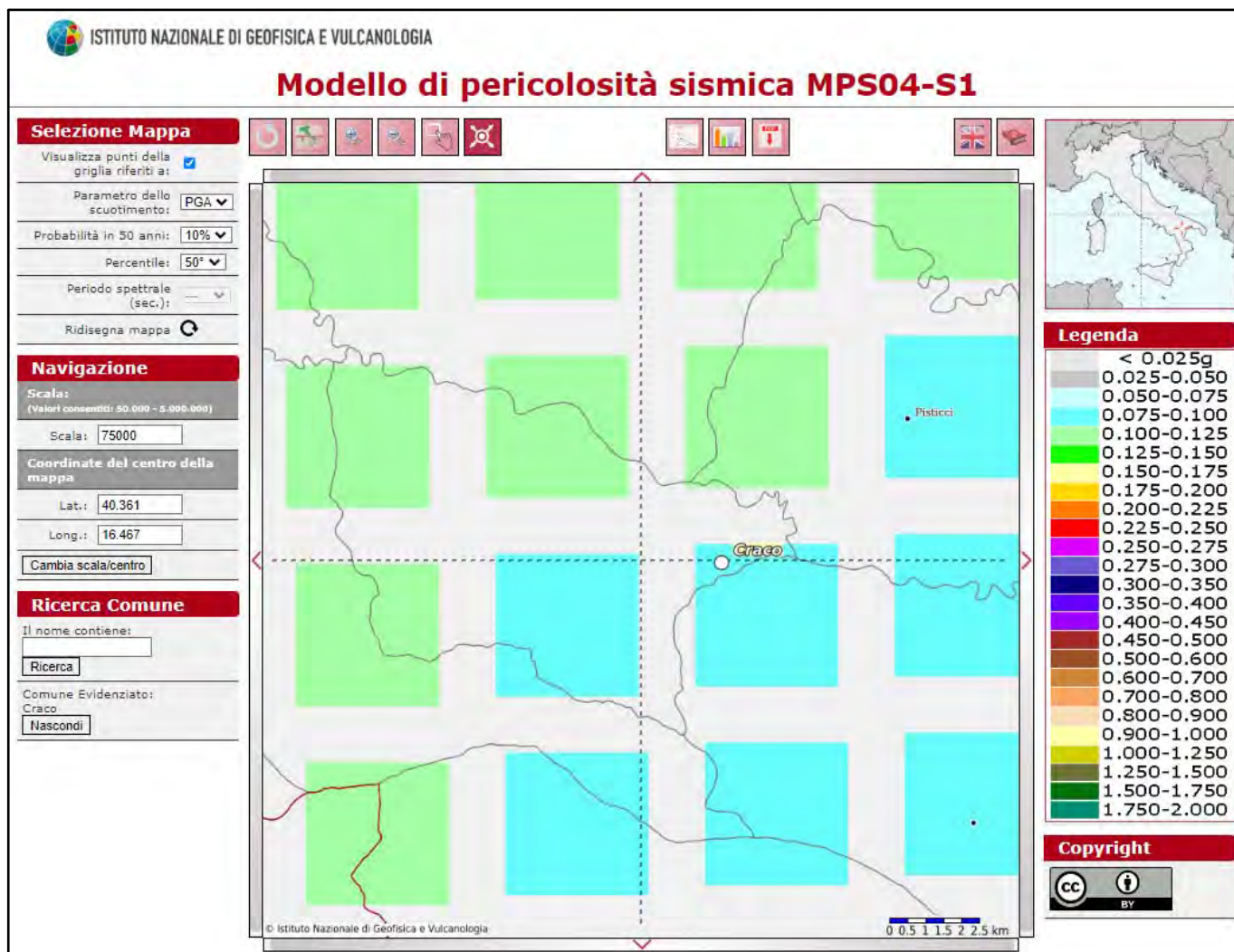


Fig. 93 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano secondo le N.T.C./2018. Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a(g)$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50. – Comune di Craco (MT)

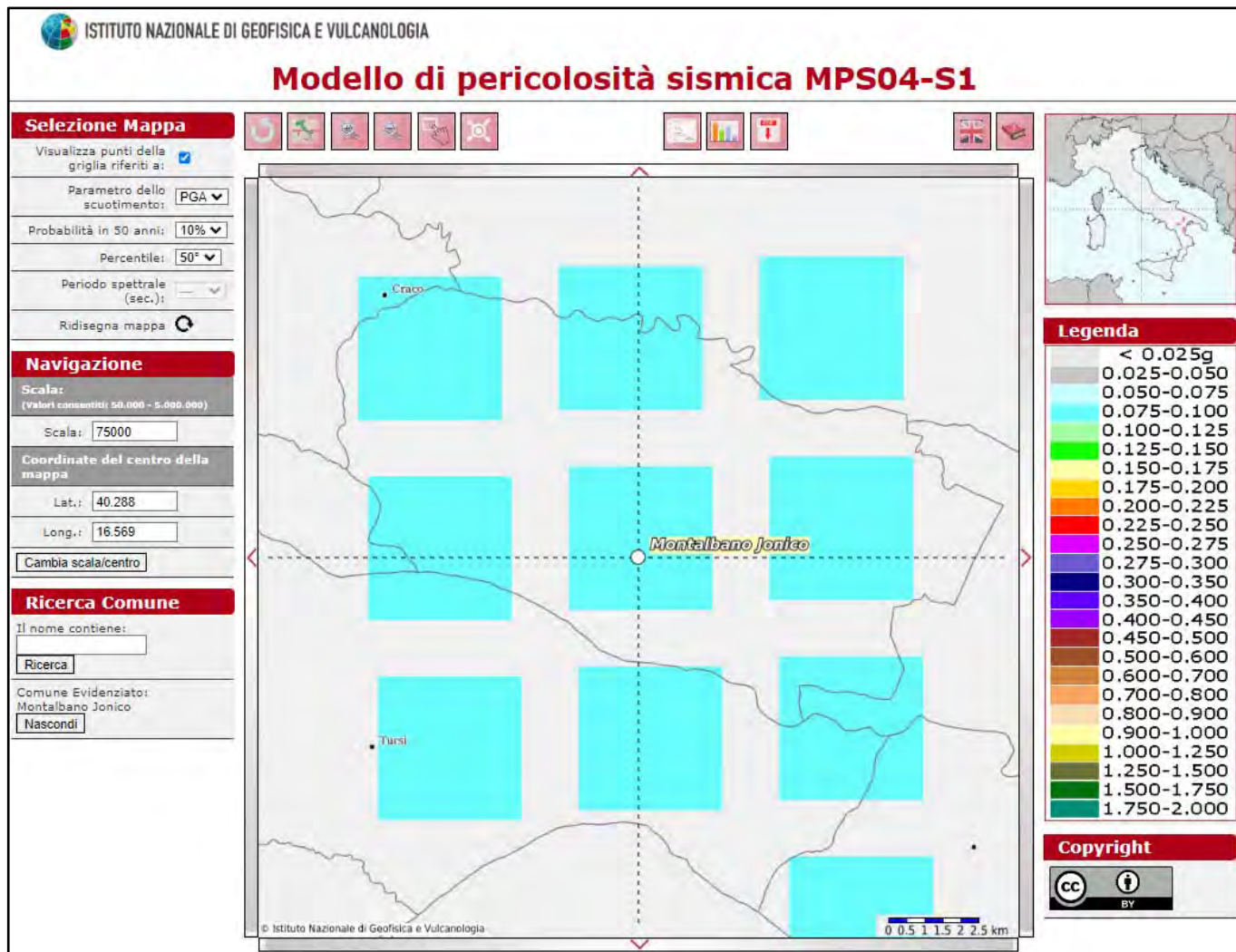


Fig. 94 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano secondo le N.T.C./2018. Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a(g)$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50. – Comune di Montalbano Jonico (MT)

## 9. Risposta sismica locale

Lo studio sugli effetti di sito è un aspetto fondamentale nella valutazione e mitigazione del rischio sismico. Tale studio si effettua in termini di risposta sismica locale, partendo dal concetto di amplificazione del moto sismico che si origina dal basamento roccioso (definito *bedrock* sismico) e che si propaga all'interno di un deposito sino a raggiungere la superficie.

Valutare questi effetti non è sempre del tutto facile anche perché, in molti casi, l'amplificazione è dovuta ai cosiddetti fenomeni di risonanza nei terreni stratificati posti al di sopra del *bedrock*, di riflessione e rifrazione delle onde sismiche nelle interfacce di discontinuità e tra mezzi a diversa densità, dove le onde vengono per così dire "intrappolate" e successivamente trasmesse allo strato più superficiale generando così onde di tipo Love e di Rayleigh. A questi, poi, si aggiunge l'effetto di focalizzazione del raggio sismico nelle zone morfologicamente più acclive.

Sul territorio italiano la valutazione degli effetti della risposta sismica locale viene fatta sulla base delle vigenti norme tecniche per le costruzioni pubblicate in *GU n.42 del 20/02/2018 - Suppl. Ordinario n. 8*.

Le condizioni del sito di riferimento rigido in generale non corrispondono, dunque, a quelle effettive. È necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, perché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale.

Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della *risposta sismica locale*, cioè l'azione sismica quale emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido. Le modifiche sopra citate corrispondono a:

- *effetti stratigrafici*, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno (coefficienti  $S_s$  e  $C_c$ );
- *effetti topografici*, legati alla configurazione topografica del piano campagna. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza (coefficiente  $S_T$ ).

Gli effetti della risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati. In tal caso si attribuisce il sito ad una delle categorie di sottosuolo definite nella Tabella 3.2.II delle NTC e ad una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.IV delle NTC.



## 9.1 Categoria di sottosuolo

Il D.M. 17 gennaio 2018, al *Capitolo 3.2.2 (Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche)*, prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde *S* nella copertura che dello spessore della stessa. Esso propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque tipologie di suoli (*A, B, C, D, E* - Tabella 3.2.II), per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare, da individuare in relazione ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ( $V_{S,eq}$ ).

Per situazioni riconducibili alle categorie definite in Tab. 3.2.II di cui al § 3.2.2 si può fare riferimento ad un approccio semplificato basato sui valori di velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ , che costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo di cui al § 6.2.2.

*Tabella 3.2.II delle NTC – Categorie di sottosuolo*

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

In tal caso si calcola la velocità equivalente con la seguente espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ (m/s)}$$

con:

$h_i$ : spessore in metri dell' $i$ -esimo strato di terreno;

$V_{s,i}$ : velocità dell'onda di taglio media nell' $i$ -esimo strato;

$N$ : numero di strati;

$H$ : profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Mentre per tutti quei casi non rientranti è richiesta una specifica analisi della risposta sismica locale, così come previsto al § 7.11.3 (Fig. 95).

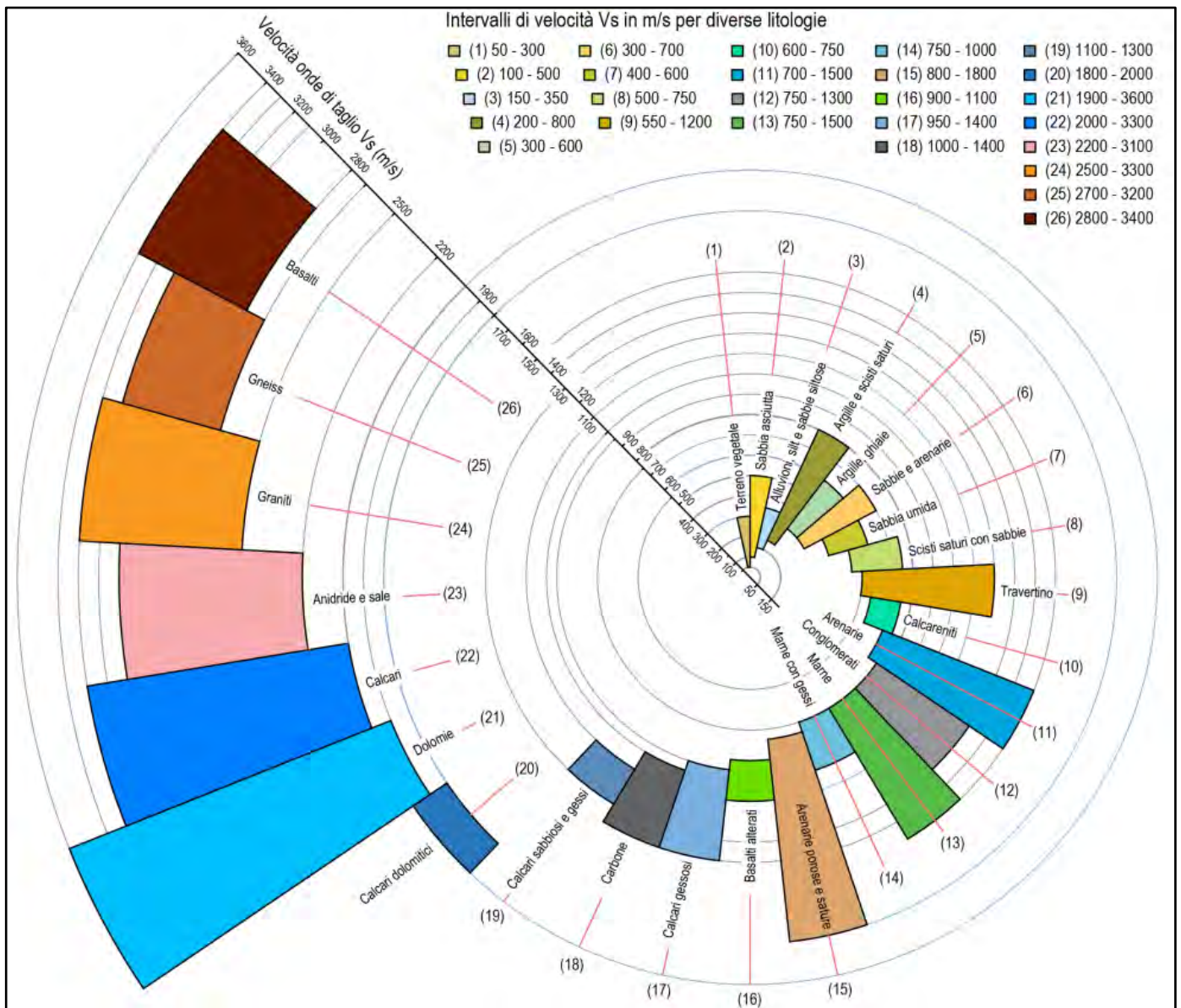


Fig. 95 - Intervalli tipici di velocità delle  $V_s$  per le diverse litologie

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione (Fig. 96).

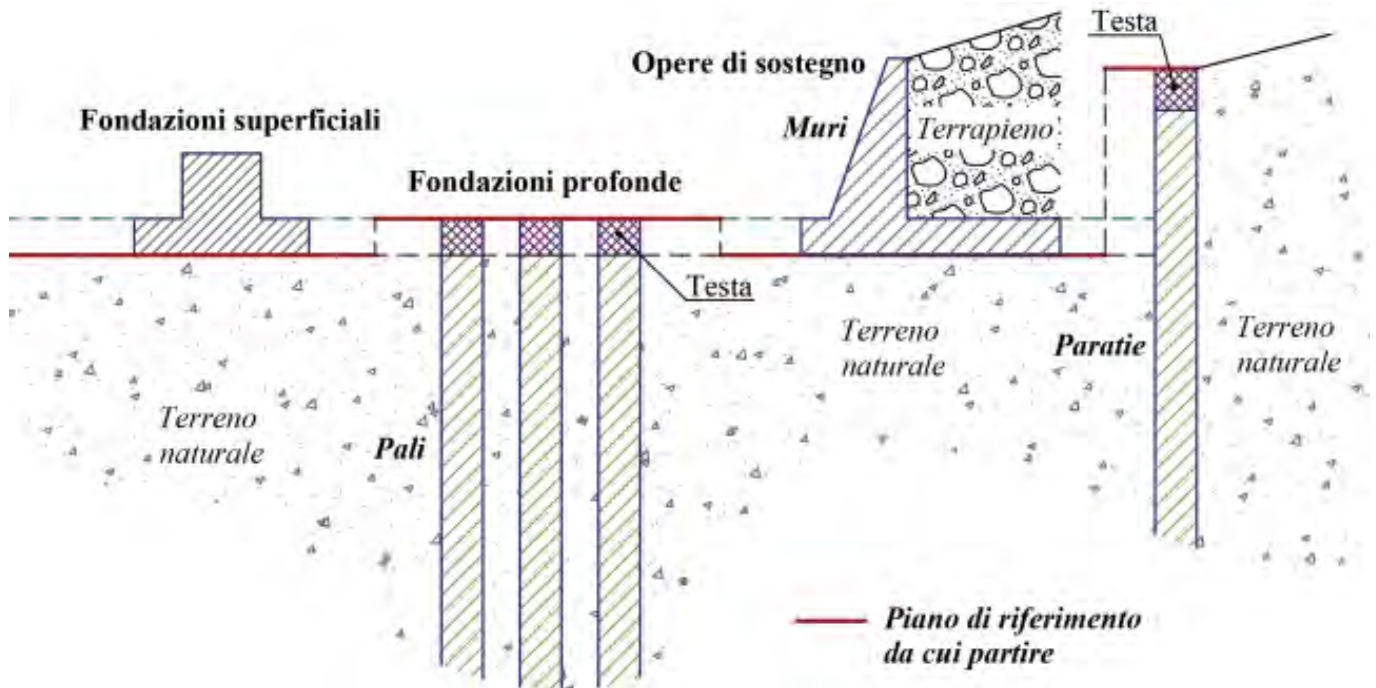


Fig. 96 – Piano di riferimento per la determinazione della categoria di sottosuolo  
Schemi di riferimento richiamati al § 3.2.2 delle NTC 2018.

Di seguito sono riportate, secondo le indicazioni predisposte dalla normativa vigente, le operazioni di calcolo effettuate sulla base delle elaborazioni delle prospezioni sismiche M.A.S.W. eseguite nelle aree esaminate e precisamente:

- M.A.S.W.1 (sito aerogeneratore T5a): Comune di Montalbano Jonico (Fig. 97);
- M.A.S.W.2 (sito aerogeneratore T7b1): Comune di Montalbano Jonico (Fig. 98);
- M.A.S.W.3 (sito aerogeneratore T1a): Comune di Montalbano Jonico (Fig. 99);
- M.A.S.W.4 (sito aerogeneratore T10b1): Comune di Craco (Fig. 100);
- M.A.S.W.5 (nei pressi del sito aerogeneratore T8a1): Comune di Craco (Fig. 101);
- M.A.S.W.6 (sito aerogeneratore T9a1): Comune di Craco (Fig. 102).

La profondità del piano di fondazione per la determinazione della categoria di suolo è stata considerata corrispondente a quella del piano campagna attuale, ossia 0,00 m dal p.c.



### Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw1

*Nr* = numero progressivo per ciascun sismostrato, *H* = profondità, *hi* = spessori, *V<sub>s</sub>* = velocità onde di taglio, *H<sub>calc</sub>* e *hi<sub>calc</sub>* sono rispettivamente la profondità e gli spessori ricalcolati partendo dal piano d'imposta delle fondazioni.

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V <sub>s</sub> (m/s)	H <sub>calc</sub> (m)	hi <sub>calc</sub> (m)	hi <sub>calc</sub> /V <sub>s</sub> (s)
1	1,80	1,80	209,00	1,80	1,80	0,008612
2	3,50	1,70	283,00	3,50	1,70	0,006007
3	5,80	2,30	340,00	5,80	2,30	0,006765
4	10,60	4,80	398,00	10,60	4,80	0,012060
5	14,20	3,60	417,00	14,20	3,60	0,008633
6	18,90	4,70	448,00	18,90	4,70	0,010491
7	24,40	5,50	533,00	24,40	5,50	0,010319
8	30,00	5,60	622,00	30,00	5,60	0,009003

V<sub>s,eq</sub> = 417,30 m/s

Categoria di sottosuolo: **B**

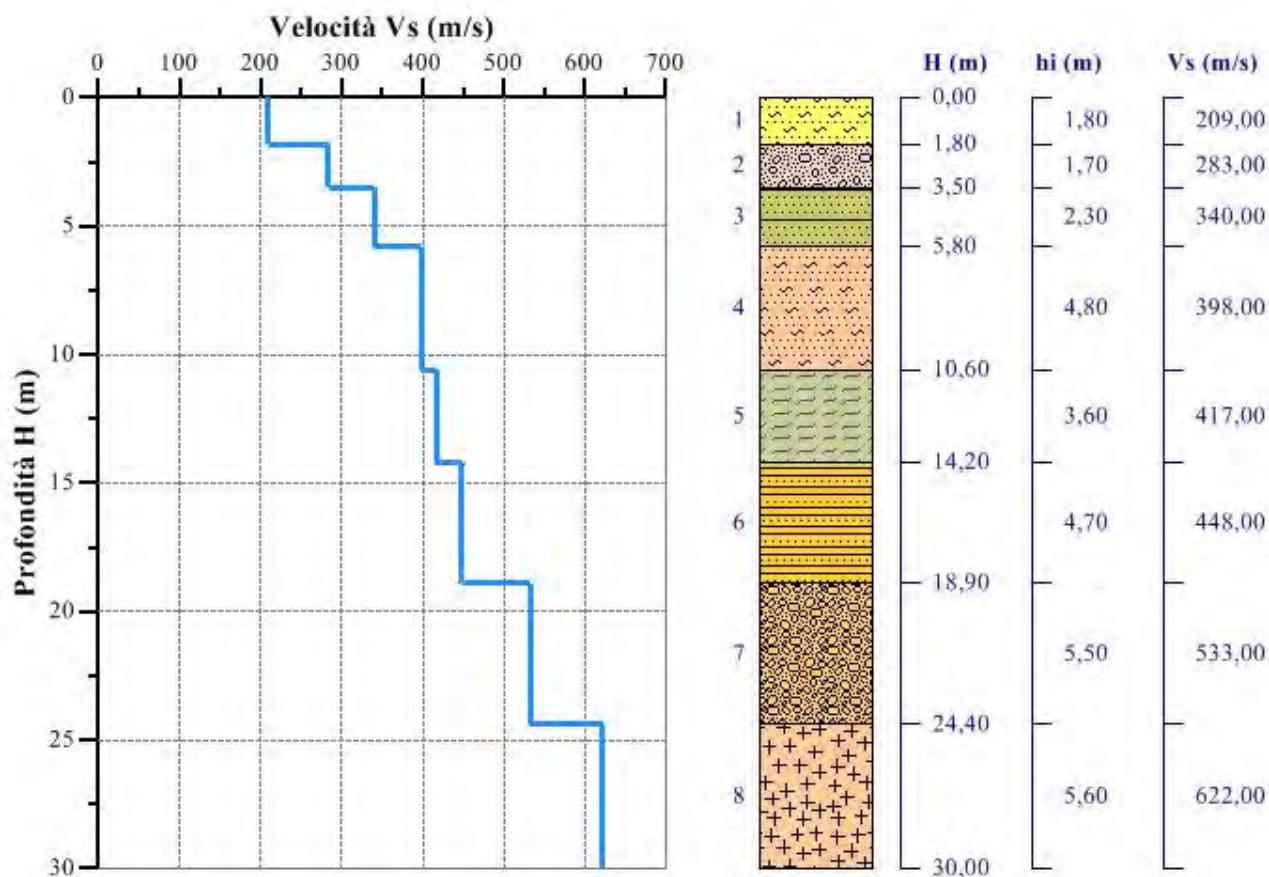


Fig. 97 – Sismostratigrafia dell'area di studio ottenuta dalla prospezione sismica superficiale M.A.S.W. Mw1

### Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw2

*Nr* = numero progressivo per ciascun sismostrato, *H* = profondità, *hi* = spessori, *V<sub>s</sub>* = velocità onde di taglio, *H<sub>calc</sub>* e *hi<sub>calc</sub>* sono rispettivamente la profondità e gli spessori ricalcolati partendo dal piano d'imposta delle fondazioni.

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V <sub>s</sub> (m/s)	H <sub>calc</sub> (m)	hi <sub>calc</sub> (m)	hi <sub>calc</sub> /V <sub>s</sub> (s)
1	2,20	2,20	210,00	2,20	2,20	0,010476
2	5,30	3,10	222,00	5,30	3,10	0,013964
3	6,70	1,40	316,00	6,70	1,40	0,004430
4	10,20	3,50	376,00	10,20	3,50	0,009309
5	14,40	4,20	403,00	14,40	4,20	0,010422
6	19,00	4,60	435,00	19,00	4,60	0,010575
7	24,30	5,30	495,00	24,30	5,30	0,010707
8	30,00	5,70	584,00	30,00	5,70	0,009760

V<sub>s,eq</sub> = **376,88** m/s

Categoria di sottosuolo: **B**

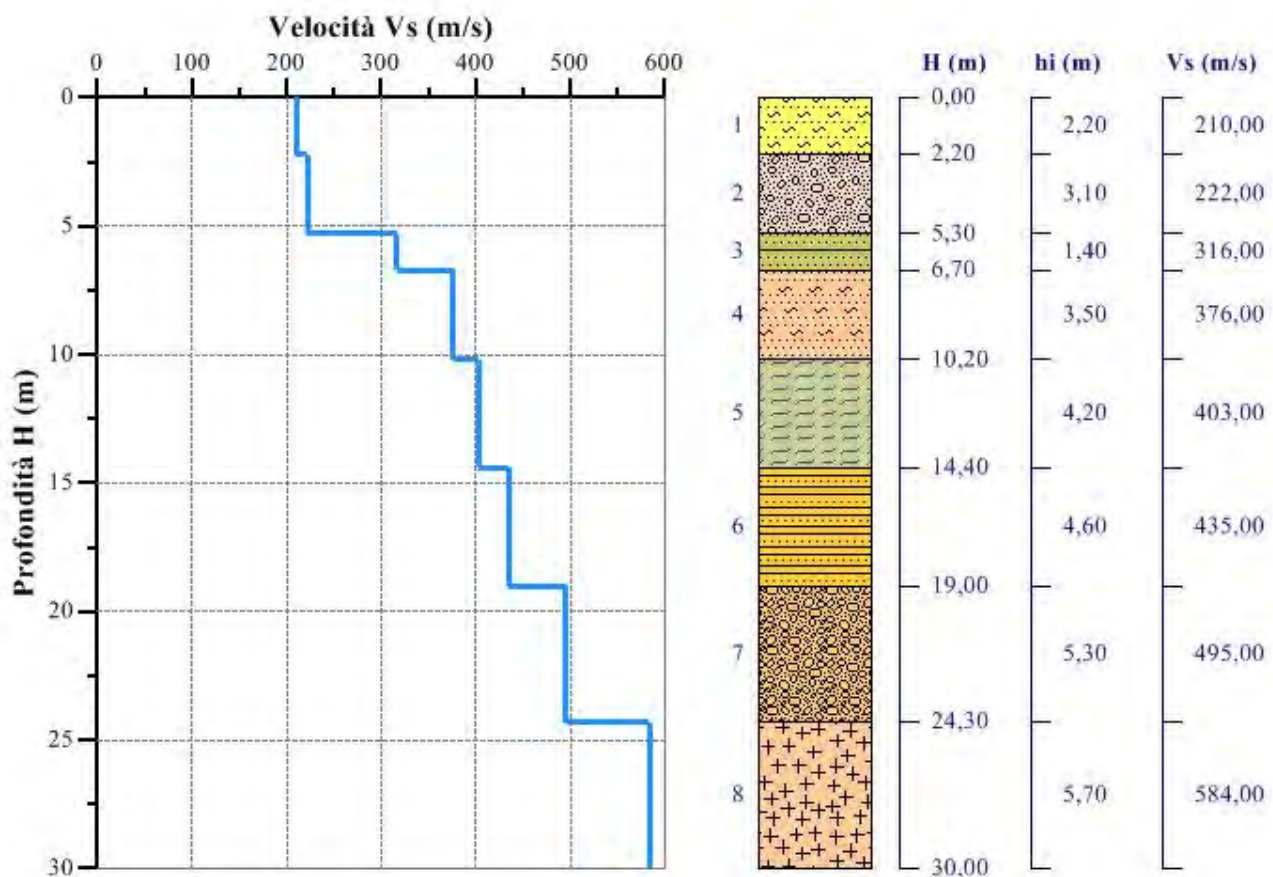


Fig. 98 – Sismostratigrafia dell'area di studio ottenuta dalla prospezione sismica superficiale M.A.S.W. Mw2

### Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw3

*Nr* = numero progressivo per ciascun sismostrato, *H* = profondità, *hi* = spessori, *V<sub>s</sub>* = velocità onde di taglio, *H<sub>calc</sub>* e *hi<sub>calc</sub>* sono rispettivamente la profondità e gli spessori ricalcolati partendo dal piano d'imposta delle fondazioni.

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V <sub>s</sub> (m/s)	H <sub>calc</sub> (m)	hi <sub>calc</sub> (m)	hi <sub>calc</sub> /V <sub>s</sub> (s)
1	1,50	1,50	231,00	1,50	1,50	0,006494
2	3,70	2,20	380,00	3,70	2,20	0,005789
3	5,60	1,90	392,00	5,60	1,90	0,004847
4	9,40	3,80	415,00	9,40	3,80	0,009157
5	13,70	4,30	432,00	13,70	4,30	0,009954
6	18,90	5,20	462,00	18,90	5,20	0,011255
7	23,70	4,80	504,00	23,70	4,80	0,009524
8	30,00	6,30	524,00	30,00	6,30	0,012023

V<sub>s,eq</sub> = 434,52 m/s

Categoria di sottosuolo: **B**

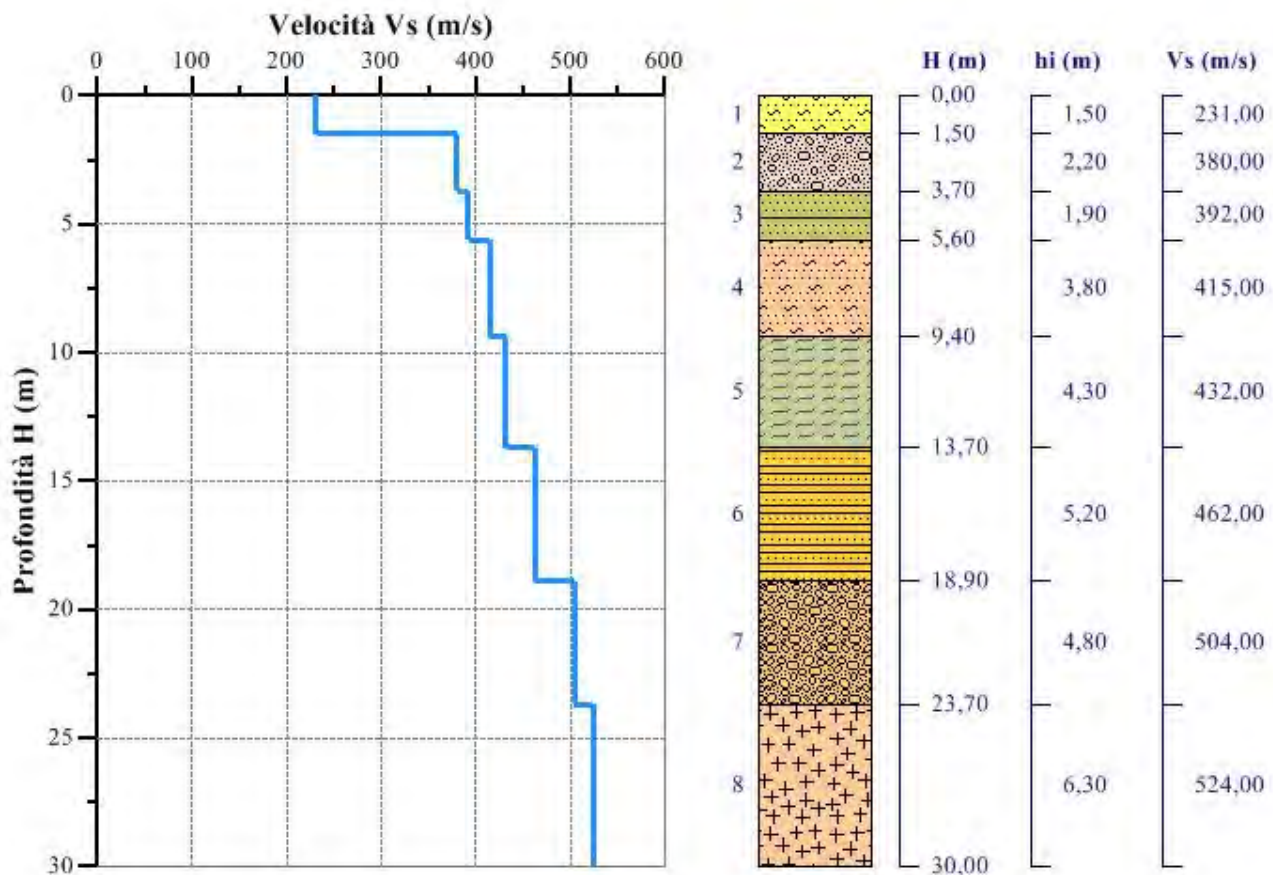


Fig. 99 – Sismostratigrafia dell'area di studio ottenuta dalla prospezione sismica superficiale M.A.S.W. Mw3



### Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw4

*Nr* = numero progressivo per ciascun sismostrato, *H* = profondità, *hi* = spessori, *V<sub>s</sub>* = velocità onde di taglio, *H<sub>calc</sub>* e *hi<sub>calc</sub>* sono rispettivamente la profondità e gli spessori ricalcolati partendo dal piano d'imposta delle fondazioni.

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V <sub>s</sub> (m/s)	H <sub>calc</sub> (m)	hi <sub>calc</sub> (m)	hi <sub>calc</sub> /V <sub>s</sub> (s)
1	1,70	1,70	208,00	1,70	1,70	0,008173
2	3,00	1,30	303,00	3,00	1,30	0,004290
3	5,50	2,50	370,00	5,50	2,50	0,006757
4	10,20	4,70	458,00	10,20	4,70	0,010262
5	13,60	3,40	497,00	13,60	3,40	0,006841
6	18,40	4,80	529,00	18,40	4,80	0,009074
7	23,80	5,40	602,00	23,80	5,40	0,008970
8	30,00	6,20	641,00	30,00	6,20	0,009672

V<sub>s,eq</sub> = **468,46** m/s

Categoria di sottosuolo: **B**

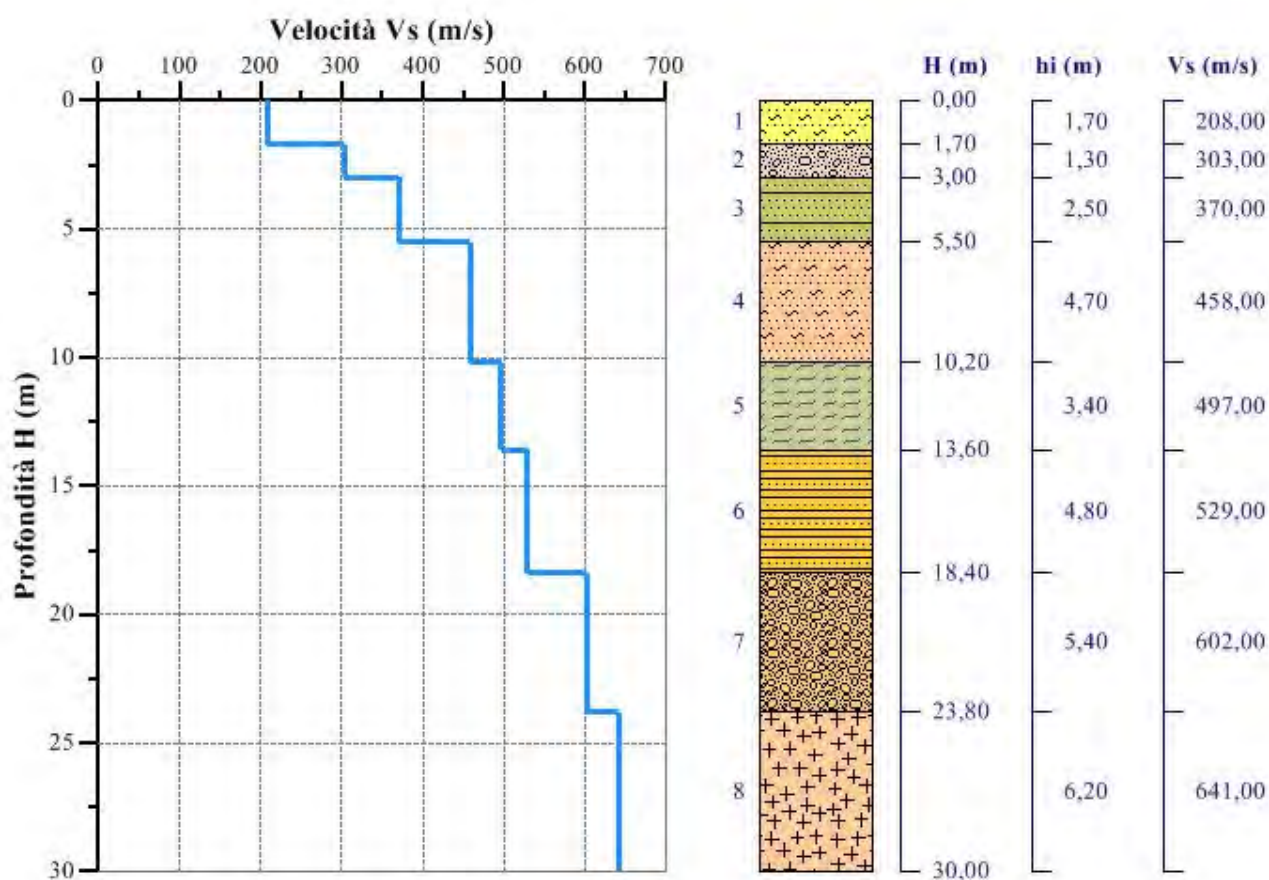


Fig. 100 – Sismostratigrafia dell'area di studio ottenuta dalla prospezione sismica superficiale M.A.S.W. Mw4

**Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw5**

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato, H = profondità, hi = spessori, Vs = velocità onde di taglio, H<sub>calc</sub> e h<sub>calc</sub> sono rispettivamente la profondità e gli spessori ricalcolati partendo dal piano d'imposta delle fondazioni.*

*Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).*

Nr.	H (m)	hi (m)	Vs (m/s)	H <sub>calc</sub> (m)	h <sub>calc</sub> (m)	h <sub>calc</sub> /Vs (s)
1	1,90	1,90	226,00	1,90	1,90	0,008407
2	3,60	1,70	302,00	3,60	1,70	0,005629
3	6,20	2,60	373,00	6,20	2,60	0,006971
4	10,00	3,80	390,00	10,00	3,80	0,009744
5	14,50	4,50	417,00	14,50	4,50	0,010791
6	19,90	5,40	436,00	19,90	5,40	0,012385
7	24,60	4,70	442,00	24,60	4,70	0,010633
8	30,00	5,40	488,00	30,00	5,40	0,011066

Vs,eq = **396,69** m/s

Categoria di sottosuolo: **B**

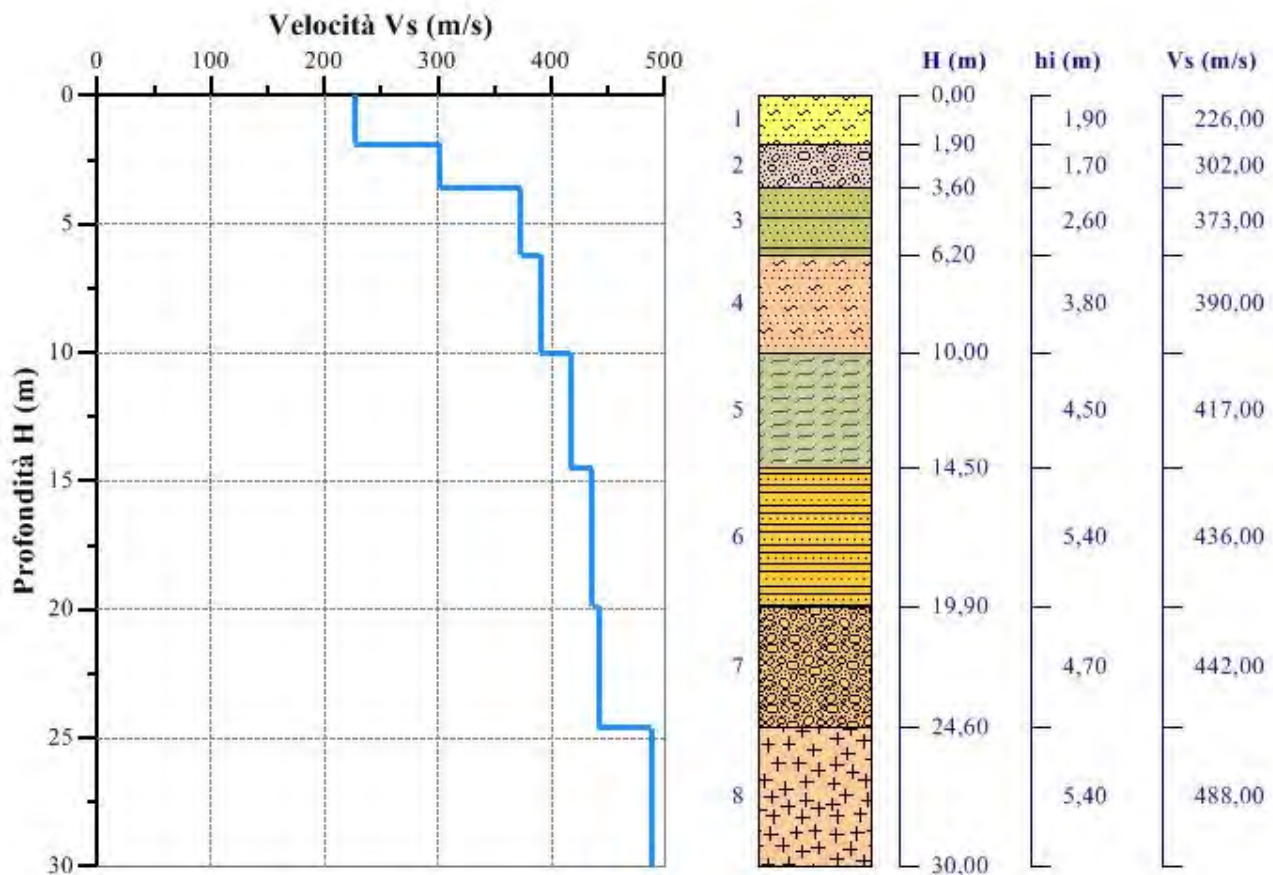


Fig. 101 – Sismostratigrafia dell'area di studio ottenuta dalla prospezione sismica superficiale M.A.S.W. Mw5

**Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw6**

*Nr* = numero progressivo per ciascun sismostrato, *H* = profondità, *hi* = spessori, *V<sub>s</sub>* = velocità onde di taglio, *H<sub>calc</sub>* e *hi<sub>calc</sub>* sono rispettivamente la profondità e gli spessori ricalcolati partendo dal piano d'imposta delle fondazioni.

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V <sub>s</sub> (m/s)	H <sub>calc</sub> (m)	hi <sub>calc</sub> (m)	hi <sub>calc</sub> /V <sub>s</sub> (s)
1	1,50	1,50	208,00	1,50	1,50	0,007212
2	3,80	2,30	256,00	3,80	2,30	0,008984
3	5,40	1,60	387,00	5,40	1,60	0,004134
4	8,60	3,20	490,00	8,60	3,20	0,006531
5	12,70	4,10	515,00	12,70	4,10	0,007961
6	18,60	5,90	531,00	18,60	5,90	0,011111
7	24,20	5,60	566,00	24,20	5,60	0,009894
8	30,00	5,80	613,00	30,00	5,80	0,009462

V<sub>s,eq</sub> = 459,50 m/s

Categoria di sottosuolo: **B**

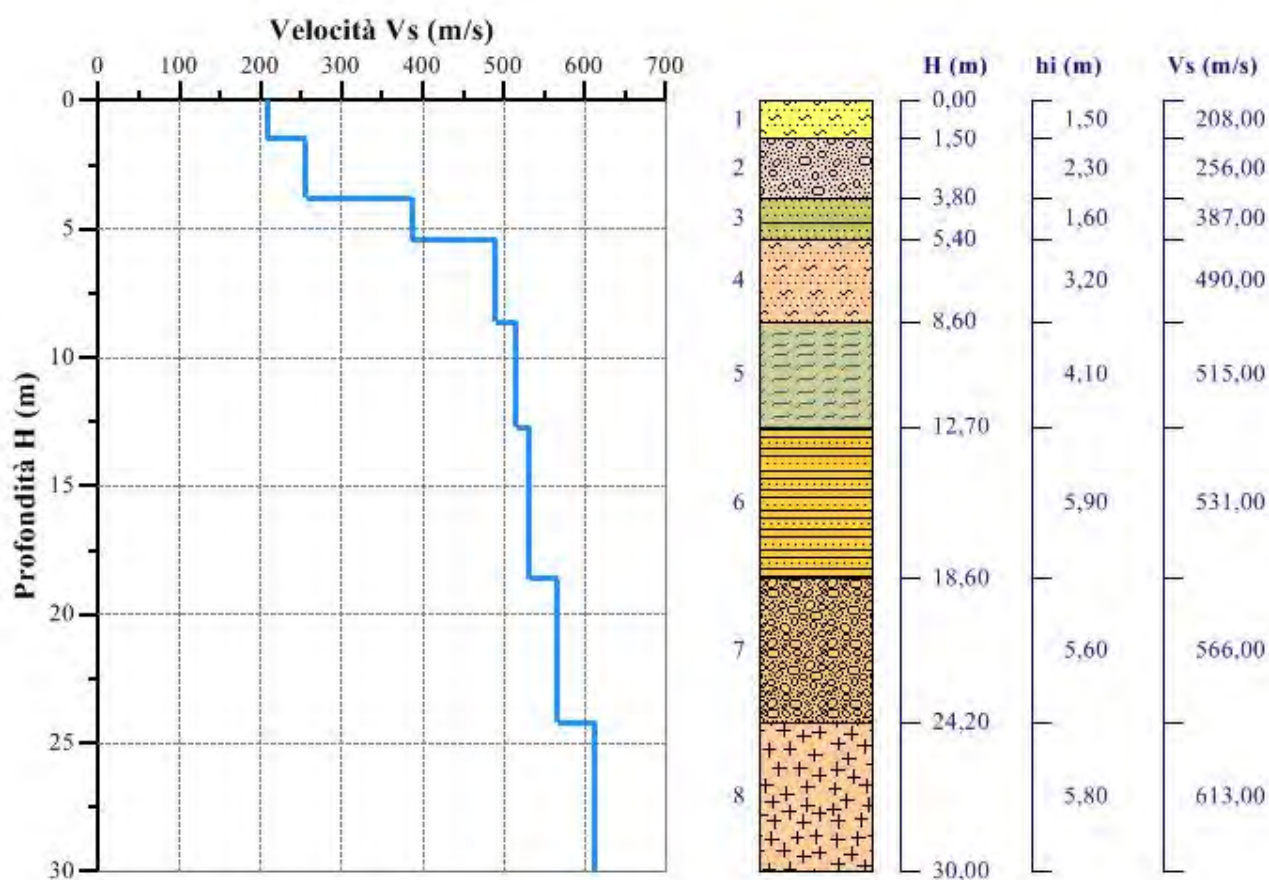


Fig. 102 – Sismostratigrafia dell'area di studio ottenuta dalla prospezione sismica superficiale M.A.S.W. Mw6



Nella tabella che segue si riepilogano le categorie di sottosuolo determinate per i siti investigati:

M.A.S.W.	$V_s$ (m/s)	Sito investigato	Categoria di sottosuolo
Mw 1	417,30	Aerogeneratore T5a	<b>B</b>
Mw 2	376,88	Aerogeneratore T7b1	<b>B</b>
Mw 3	434,52	Aerogeneratore T1a	<b>B</b>
Mw 4	468,46	Aerogeneratore T10b1	<b>B</b>
Mw 5	396,69	Aerogeneratore T8a1	<b>B</b>
Mw 6	459,50	Aerogeneratore T9a1	<b>B</b>

Come si può evincere da quanto sopra riportato i valori delle velocità delle onde di taglio ricavati dalle prospezioni sismiche M.A.S.W. eseguite nei siti che saranno interessati dalla realizzazione degli aerogeneratori hanno evidenziato che essi rientrano tutti nella categoria di sottosuolo **B** – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s* (Fig. 103).

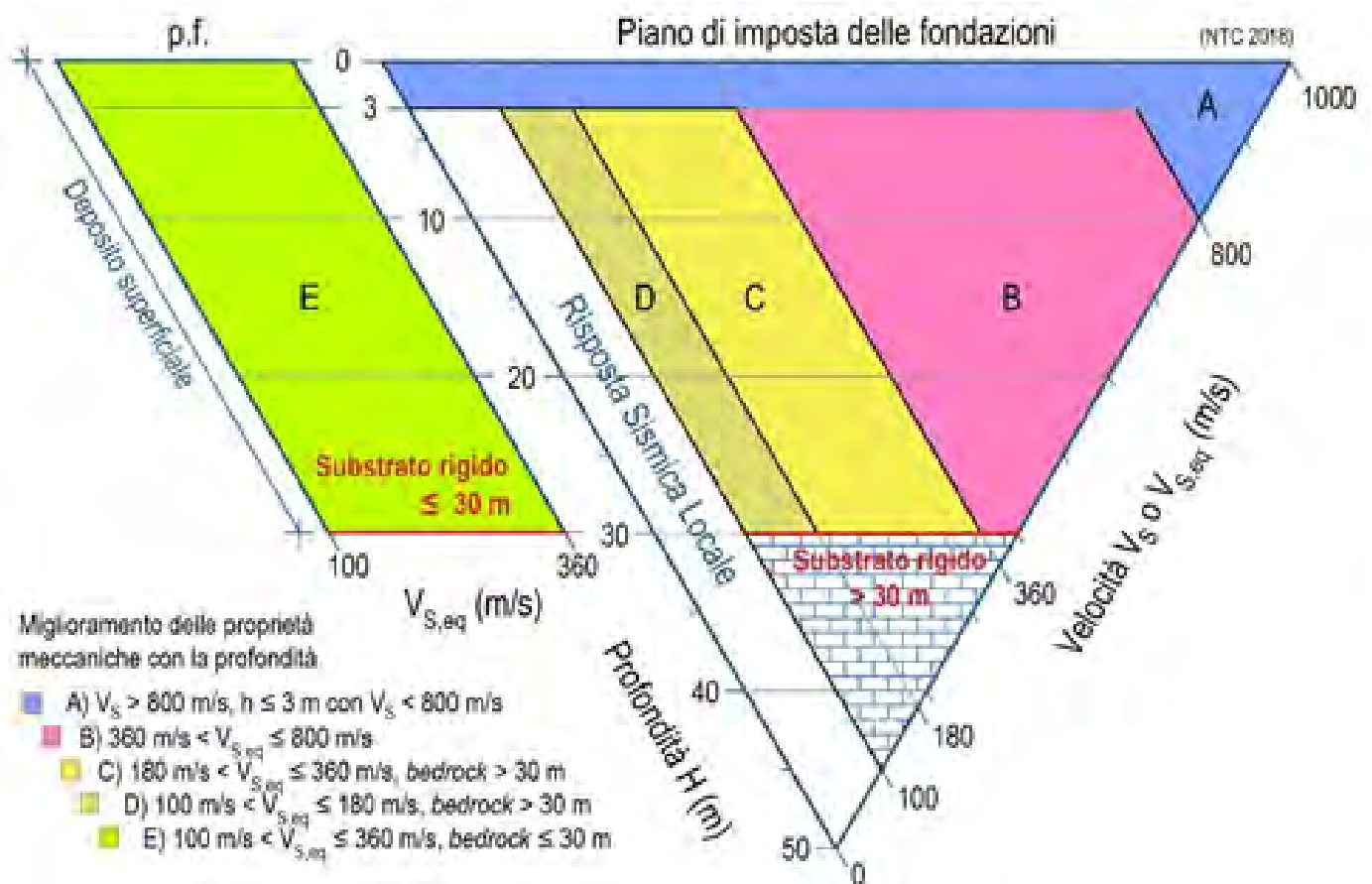


Fig. 103 - Diagramma per le categorie di sottosuolo secondo i riferimenti del § 3.2.2 delle NTC 2018.

## 9.2 Categoria topografica

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

**Tabella 3.2.IV delle NTC – Categorie topografiche**

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

I siti interessati dalla realizzazione dell'impianto eolico sono posti in prossimità creste di rilievi collinari che si sviluppano a diverse quote sul livello del mare.

In particolare si è determinato quanto di seguito riportato:

### Aerogeneratore T9a1

- caratteristiche superficie topografica = pendio
- quota sito aerogeneratore = 239 s.l.m.
- quota massima rilievo = 240 s.l.m.
- quota minima rilievo = 170 s.l.m.
- lunghezza su massima pendenza = 743 m
- inclinazione media rilievo =  $5,38^\circ$
- categoria topografica= **T1**

### Aerogeneratore T3b1

- caratteristiche superficie topografica = pendio
- quota sito aerogeneratore = 218 s.l.m.
- quota massima rilievo = 230 s.l.m.
- quota minima rilievo = 150 s.l.m.
- lunghezza su massima pendenza = 367 m
- inclinazione media rilievo =  $12,30^\circ$
- categoria topografica= **T1**

### Aerogeneratore T10b1

- caratteristiche superficie topografica = pendio
- quota sito aerogeneratore = 201 s.l.m.
- quota massima rilievo = 211 s.l.m.
- quota minima rilievo = 175 s.l.m.
- lunghezza su massima pendenza = 231 m
- inclinazione media rilievo =  $8,86^\circ$
- categoria topografica= **T1**

### Aerogeneratore T6c

- caratteristiche superficie topografica = pendio
- quota sito aerogeneratore = 187 s.l.m.
- quota massima rilievo = 210 s.l.m.
- quota minima rilievo = 165 s.l.m.
- lunghezza su massima pendenza = 86 m
- inclinazione media rilievo = 27,62°
- categoria topografica= **T2**

### Aerogeneratore T12b

- caratteristiche superficie topografica = pendio
- quota sito aerogeneratore = 233 s.l.m.
- quota massima rilievo = 267 s.l.m.
- quota minima rilievo = 155 s.l.m.
- lunghezza su massima pendenza = 387 m
- inclinazione media rilievo = 16,14°
- categoria topografica= **T2**

### Aerogeneratore T8a1

- caratteristiche superficie topografica = pendio
- quota sito aerogeneratore = 197 s.l.m.
- quota massima rilievo = 205 s.l.m.
- quota minima rilievo = 160 s.l.m.
- lunghezza su massima pendenza = 198 m
- inclinazione media rilievo = 12,80°
- categoria topografica= **T1**

### Aerogeneratore T1a

- caratteristiche superficie topografica = pendio
- quota sito aerogeneratore = 210 s.l.m.
- quota massima rilievo = 211 s.l.m.
- quota minima rilievo = 185 s.l.m.
- lunghezza su massima pendenza = 146 m
- inclinazione media rilievo = 10,10°
- categoria topografica= **T1**



### Aerogeneratore T7b1

- caratteristiche superficie topografica = pendio
- quota sito aerogeneratore = 193 s.l.m.
- quota massima rilievo = 199 s.l.m.
- quota minima rilievo = 160 s.l.m.
- lunghezza su massima pendenza = 333 m
- inclinazione media rilievo = 6,68°
- categoria topografica= **T1**

### Aerogeneratore T3-1

- caratteristiche superficie topografica = pendio
- quota sito aerogeneratore = 167 s.l.m.
- quota massima rilievo = 173 s.l.m.
- quota minima rilievo = 120 s.l.m.
- lunghezza su massima pendenza = 254 m
- inclinazione media rilievo = 11,79°
- categoria topografica= **T1**

### Aerogeneratore T5a

- caratteristiche superficie topografica = pendio
- quota sito aerogeneratore = 159 s.l.m.
- quota massima rilievo = 160 s.l.m.
- quota minima rilievo = 148 s.l.m.
- lunghezza su massima pendenza = 79 m
- inclinazione media rilievo = 8,64°
- categoria topografica= **T1**

### 9.3 Condizioni di amplificazione stratigrafica e topografica

Come già specificato nelle pagine precedenti, la pericolosità sismica di base viene determinata facendo riferimento alle ipotesi di sito di riferimento rigido, superficie topografica orizzontale e campo libero (*free field*). Le condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera e le condizioni topografiche determinano una modifica delle onde sismiche in superficie (Fig. 104), in termini di ampiezza dell'oscillazione, durata e contenuto in frequenza.

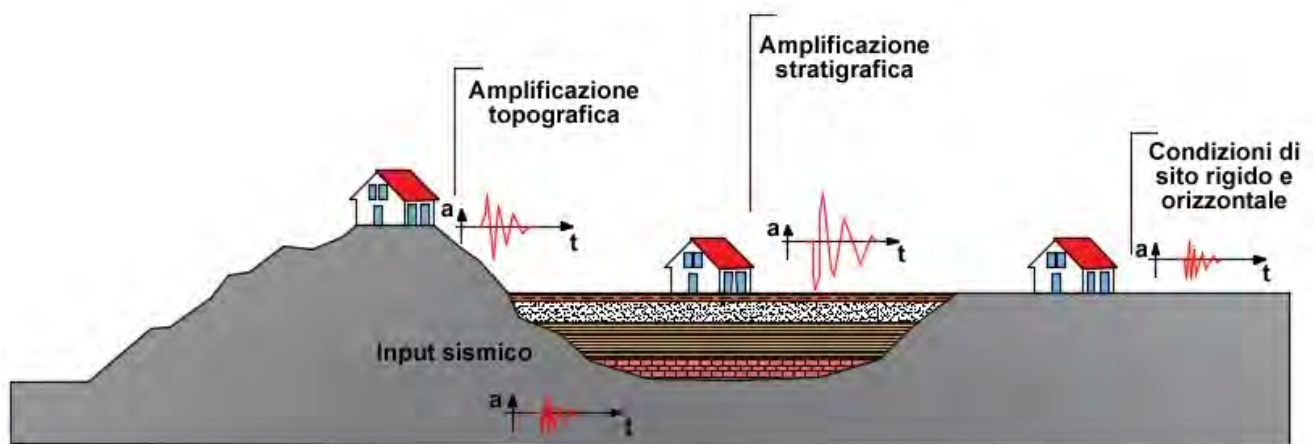


Fig. 104 – Effetto dell'amplificazione stratigrafica e topografica sull'azione sismica

Per tenere conto di questo aspetto, la normativa identifica cinque categorie di sottosuolo **A**, **B**, **C**, **D**, **E** e quattro categorie 104topografiche **T1**, **T2**, **T3**, **T4**.

La categoria di sottosuolo viene determinata, come visto, in funzione del valore che assume la velocità delle onde di taglio  $V_s$  nel sottosuolo (Tab. 3.2.II delle NTC), mentre la categoria topografica dalla morfologia che assume la superficie topografica (Tab. 3.2.IV delle NTC).

In merito all'amplificazione stratigrafica per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti  $S_s$  e  $C_c$  valgono **1,00** mentre per le categorie di sottosuolo **B**, **C**, **D**, ed **E** tali coefficienti possono essere calcolati, in funzione dei valori di  $F_0$  e  $T^*c$  relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V delle NTC, nelle quali  $g$  è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2.V delle NTC – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$

Categoria Sottosuolo	$S_s$	$C_c$
<b>A</b>	1,00	1,00
<b>B</b>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot ag/g \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T^*c)^{-0,20}$
<b>C</b>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot ag/g \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T^*c)^{-0,33}$
<b>D</b>	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot ag/g \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T^*c)^{-0,50}$
<b>E</b>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot ag/g \leq 1,60$	$1,10 \cdot (T^*c)^{-0,20}$

Nei casi in esame, avendo determinato una categoria di suolo **B** per solo n°6 aree di sedime degli aerogeneratori, considerato che l'intero impianto eolico si svilupperà sulla stessa formazione geologica, è possibile assegnare a tutte le aree di sedime degli aerogeneratori la medesima categoria di sottosuolo B.

Di conseguenza, il coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$  ed il coefficiente  $C_c$  assumono, per ogni sito, i seguenti valori:

<b>Aerogeneratore</b>	<b>Stato Limite</b>	<b>Coefficiente <math>S_s</math></b>	<b>Coefficiente <math>C_c</math></b>
<b>T9a1</b> Coordinate ED50 LAT. 40,352014 Long. 16,440567	<b>SLO</b>	1,200	1,371
	<b>SLD</b>	1,200	1,359
	<b>SLV</b>	1,200	1,305
	<b>SLC</b>	1,200	1,298

<b>Aerogeneratore</b>	<b>Stato Limite</b>	<b>Coefficiente <math>S_s</math></b>	<b>Coefficiente <math>C_c</math></b>
<b>T3b1</b> Coordinate ED50 LAT. 40,347499 Long. 16,456618	<b>SLO</b>	1,200	1,374
	<b>SLD</b>	1,200	1,351
	<b>SLV</b>	1,200	1,283
	<b>SLC</b>	1,200	1,264

<b>Aerogeneratore</b>	<b>Stato Limite</b>	<b>Coefficiente <math>S_s</math></b>	<b>Coefficiente <math>C_c</math></b>
<b>T10b1</b> Coordinate ED50 LAT. 40,333348 Long. 16,454874	<b>SLO</b>	1,200	1,374
	<b>SLD</b>	1,200	1,350
	<b>SLV</b>	1,200	1,281
	<b>SLC</b>	1,200	1,262

<b>Aerogeneratore</b>	<b>Stato Limite</b>	<b>Coefficiente <math>S_s</math></b>	<b>Coefficiente <math>C_c</math></b>
<b>T6c</b> Coordinate ED50 LAT. 40,328519 Long. 16,465825	<b>SLO</b>	1,200	1,374
	<b>SLD</b>	1,200	1,350
	<b>SLV</b>	1,200	1,281
	<b>SLC</b>	1,200	1,261

<b>Aerogeneratore</b>	<b>Stato Limite</b>	<b>Coefficiente <math>S_s</math></b>	<b>Coefficiente <math>C_c</math></b>
<b>T12b</b> Coordinate ED50 LAT. 40,322262 Long. 16,469591	<b>SLO</b>	1,200	1,373
	<b>SLD</b>	1,200	1,363
	<b>SLV</b>	1,200	1,310
	<b>SLC</b>	1,200	1,303

<b>Aerogeneratore</b>	<b>Stato Limite</b>	<b>Coefficiente <math>S_s</math></b>	<b>Coefficiente <math>C_c</math></b>
<b>T8a1</b> Coordinate ED50 LAT. 40,329952 Long. 16,475318	<b>SLO</b>	1,200	1,374
	<b>SLD</b>	1,200	1,350
	<b>SLV</b>	1,200	1,281
	<b>SLC</b>	1,200	1,261



<b>Aerogeneratore</b>	<b>Stato Limite</b>	<b>Coefficiente <math>S_s</math></b>	<b>Coefficiente <math>C_c</math></b>
<b>T1a</b> Coordinate ED50 LAT. 40,327415 Long. 16,482886	<b>SLO</b>	1,200	1,374
	<b>SLD</b>	1,200	1,350
	<b>SLV</b>	1,200	1,280
	<b>SLC</b>	1,200	1,261

<b>Aerogeneratore</b>	<b>Stato Limite</b>	<b>Coefficiente <math>S_s</math></b>	<b>Coefficiente <math>C_c</math></b>
<b>T7b1</b> Coordinate ED50 LAT. 40,330126 Long. 16,497700	<b>SLO</b>	1,200	1,375
	<b>SLD</b>	1,200	1,350
	<b>SLV</b>	1,200	1,281
	<b>SLC</b>	1,200	1,261

<b>Aerogeneratore</b>	<b>Stato Limite</b>	<b>Coefficiente <math>S_s</math></b>	<b>Coefficiente <math>C_c</math></b>
<b>T3-1</b> Coordinate ED50 LAT. 40,317074 Long. 16,491231	<b>SLO</b>	1,200	1,374
	<b>SLD</b>	1,200	1,350
	<b>SLV</b>	1,200	1,279
	<b>SLC</b>	1,200	1,259

<b>Aerogeneratore</b>	<b>Stato Limite</b>	<b>Coefficiente <math>S_s</math></b>	<b>Coefficiente <math>C_c</math></b>
<b>T5a</b> Coordinate ED50 LAT. 40,313423 Long. 16,503798	<b>SLO</b>	1,200	1,374
	<b>SLD</b>	1,200	1,350
	<b>SLV</b>	1,200	1,279
	<b>SLC</b>	1,200	1,259

Relativamente all'amplificazione topografica, per tener conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella Tab. 3.2.VI delle NTC, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera.

**Tabella 3.2.VI delle NTC – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
<b>T1</b>		1,00
<b>T2</b>	In corrispondenza della sommità del pendio	1,20
<b>T3</b>	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,20
<b>T4</b>	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,40

Nel caso specifico, n°8 siti di impianto degli aerogeneratori sono posti su pendii con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$  e n°2 invece sono posti su pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$ .

Per tale motivo i primi rientrano nella categoria topografica **T1**, a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  pari a **1,00**, diversamente i secondi nella categoria topografica **T2**, a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica massimo  $S_T$  pari a **1,20**.

Nel dettaglio, il coefficiente di amplificazione topografica determinato per i siti di impianto sono riportati nella seguente tabella:

Aerogeneratore	Ubicazione opera	Inclinazione media pendio	Coefficiente $S_T$
<i>T9a1</i>	Pendio	5,38°	1,000
<i>T3b1</i>	Pendio	12,30°	1,000
<i>T10b1</i>	Pendio	8,86°	1,000
<i>T6c</i>	Pendio	27,62°	1,178
<i>T12b</i>	Pendio	16,14°	1,174
<i>T8a1</i>	Pendio	12,80°	1,000
<i>T1a</i>	Pendio	10,10°	1,000
<i>T7b1</i>	Pendio	6,68°	1,000
<i>T3-1</i>	Pendio	11,79°	1,000
<i>T5a</i>	Pendio	8,64°	1,000

## 10. Caratterizzazione sismica secondo le N.T.C. 2018 (D.M. 17.01.2018)

L'entrata in vigore delle Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC D.M. 17.01.2018, a cui si rimanda per maggiori dettagli) ha imposto di procedere ad una diversa definizione del profilo stratigrafico dei suoli di fondazione, in funzione delle azioni sismiche di progetto (cfr. N.T.C. C3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI). La pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria **A**) (cfr. NTC § 3.1.2) con superficie topografica orizzontale (di categoria **T1**), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti. Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata *PVR*, si ritengono individuate quando se ne conosca l'accelerazione massima attesa (*ag*) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione. È possibile anche descrivere il terremoto in forma di accelerogrammi, ovviamente questi devono essere compatibili con le predette caratteristiche del moto sismico del sito.

I caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica *PVR*:

- *ag* = accelerazione massima al sito;
- *Fo* = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- *TC\** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

### 10.1 Valutazione dell'azione sismica e relativi parametri

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle *NTC*, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria **A**) con superficie topografica orizzontale (di categoria **T1**), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti. Negli sviluppi successivi il sito di riferimento sarà caratterizzato da sottosuolo di categoria **A** e superficie topografica orizzontale **T1**. Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata *P<sub>Vg</sub>*, si ritengono individuate quando se ne conosca l'accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle *NTC*, dalle accelerazioni *ag* e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle *NTC* sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

1. *ag* = accelerazione orizzontale massima del terreno;
2. *Fo* = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
3. *Tc\** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



## 10.2 Stati limite e relative probabilità di superamento

Gli stati limite, sia di *esercizio* (**SLD** – Stato Limite di **D**anno ed **SLO** – Stato Limite di immediata Operatività) che *ultimi* (**SLV** – Stato Limite della **V**ita ed **SLC** – Stato Limite di prevenzione del Collasso) consentono di individuare quattro situazioni diverse che, al crescere progressivo dell'azione sismica, ed al conseguente progressivo superamento dei quattro stati limiti ordinati per azione sismica crescente (*SLO, SLD, SLV, SLC*), fanno corrispondere una progressiva crescita del danneggiamento all'insieme della struttura.

Ai quattro stati limite sono stati attribuiti (Tabella 3.2.1 delle NTC) valori della probabilità di superamento  $P_{vg}$  pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%. La pericolosità sismica in un generico sito, dunque, deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

La pericolosità sismica di un sito, quindi, è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "*periodo di riferimento*"  $V_R$  e la probabilità è denominata "*probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento*"  $P_{vg}$ . Per i siti oggetto di studio è stata effettuata la valutazione della risposta sismica locale, secondo i dettami del D.M. del 17.01.2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale *EXCEL SPETTRI NTC 1.0.3* sviluppato e messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Questo software fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticali) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale. La definizione degli spettri di risposta relativi ad uno Stato Limite è articolata in 3 fasi, ciascuna delle quali prevede la scelta dei valori di alcuni parametri:

- *FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (sulla base del progetto S1 - INGV).*
- *FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione.*
- *FASE 3 - Determinazione dell'azione di progetto.*

## INTRO

D.M. 14 gennaio 2008 - Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

# Spettri di risposta ver. 1.0.3

Il documento Excel **SPETTRI-NTC** fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale. La definizione degli spettri di risposta relativi ad uno Stato Limite è articolata in 3 fasi, ciascuna delle quali prevede la scelta dei valori di alcuni parametri da parte dell'utente:

**FASE 1.** Individuazione della pericolosità del sito (sulla base dei risultati del progetto S1 - INGV);

**FASE 2.** Scelta della strategia di progettazione;

**FASE 3.** Determinazione dell'azione di progetto.

La schermata relativa a ciascuna fase è suddivisa in sotto-schermate: l'utente può intervenire nelle sotto-schermate con sfondo grigio scuro mentre quelle con sfondo grigio chiaro consentono un immediato controllo grafico delle scelte effettuate. In ogni singola fase l'utente può visualizzare e stampare i risultati delle elaborazioni -in forma sia grafica che numerica- nonché i relativi riferimenti alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 pubblicate nella G.U. n.29 del 04.02.2008 Suppl. Ord. n.30.

**INTRO**

**FASE 1**

**FASE 2**

**FASE 3**

Nelle pagine seguenti vengono forniti i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*_C$ , in funzione della latitudine e longitudine per ogni sito d'intervento, per i periodi di ritorno  $T_R$ , associati a ciascuno stato limite di riferimento, da utilizzare per definire l'azione sismica nei modi previsti dalle NTC, mentre i successivi grafici rappresentano gli spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento per categoria di suolo A (**FASE 1**).

Di seguito, quindi, si illustra la pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria **A** e superficie topografica orizzontale **T1**.

Le coordinate geografiche (in gradi decimali) dei siti (prese nel baricentro dei rispettivi siti investigati) sono state convertite dal sistema *WGS84* al sistema di riferimento *ED50*, in quanto il reticolo dei punti che determina la pericolosità sismica di base (*Allegato B delle NTC 2018*) è ancorata al sistema ED50 e, dato che il reticolo NTC18 è un campionamento della stessa, ne consegue che il reticolo è anche ancorato all'ellissoide ED50.

Per quanto riguarda la strategia di progettazione (**FASE 2**), su indicazione del progettista, si è valutato il periodo di riferimento  $V_R$  delle opere da realizzare in **50 anni**, ottenuto come prodotto tra la vita nominale  $V_N$  (**50 anni**) ed il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  (**2,0**) che compete alla classe d'uso delle opere di progetto (Classe IV). In questo modo si sono ricavati, per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza  $P_{Vg}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , il periodo di ritorno  $T_R$  del sisma ed i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*_C$ .

Infine, relativamente alla determinazione dell'azione di progetto (**FASE 3**), in questa sede ci si limita a fornire al progettista il fattore **S** di incremento dell'accelerazione sismica massima  $a_g$  che è un coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche.

A tal proposito, infatti, il moto sismico di ciascun punto del suolo al di sotto della costruzione può essere decomposto in componenti secondo tre direzioni ortogonali; per ciascuna componente dell'azione sismica può essere fornita una rappresentazione puntuale mediante la sola accelerazione massima attesa, mediante l'intero spettro di risposta o mediante storie temporali dell'accelerazione (accelerogrammi).

La rappresentazione di riferimento per le componenti dell'azione sismica è lo spettro di risposta elastico in accelerazione per uno smorzamento convenzionale del 5%. Esso fornisce la risposta massima in accelerazione del generico sistema dinamico elementare con periodo di oscillazione  $T \leq 4$  s ed è espresso come il prodotto di una forma spettrale per l'accelerazione massima del terreno.

La forma spettrale per le componenti orizzontali è definita mediante le stesse espressioni fornite dall'EN1998 nelle quali, tuttavia, non si è assunto un singolo valore per l'amplificazione massima ma si è fornita tale grandezza,  $F_0$ , in funzione della pericolosità del sito insieme alle grandezze  $ag$ ,  $T_C$  e, conseguentemente,  $T_B$ ,  $T_D$ .

Per la componente verticale, invece, le uniche grandezze fornite in funzione della pericolosità del sito sono l'accelerazione massima, posta pari alla massima accelerazione orizzontale del suolo  $ag$ , e l'amplificazione massima  $F_V$ , espressa come funzione di  $ag$ . La categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche incidono sullo spettro elastico di risposta.

Specificamente, l'accelerazione spettrale massima dipende dal coefficiente  $S = S_S \times S_T$  che comprende gli effetti delle amplificazioni stratigrafica ( $S_S$ ) e topografica ( $S_T$ ). Per le componenti orizzontali dell'azione sismica, il periodo  $T_C$  di inizio del tratto a velocità costante dello spettro, è funzione invece del coefficiente  $C_C$ , dipendente anch'esso dalla categoria di sottosuolo.

A parità di categoria di sottosuolo, l'andamento di  $S_S$  con  $F_0 \cdot ag$  è caratterizzato da due tratti orizzontali, rispettivamente per bassi ed elevati valori di pericolosità sismica; tali tratti sono raccordati da un segmento di retta che descrive il decremento lineare di  $S_S$  con  $F_0 \cdot ag$ .

In genere, a parità di pericolosità del sito ( $F_0 \cdot ag$ ), i valori di  $S_S$  si incrementano al decrescere della rigidità del sottosuolo, passando dal sottosuolo di categoria A al sottosuolo di categoria E. In particolare, per  $F_0 \cdot ag < 0.78g$ , il sottosuolo di categoria D mostra amplificazioni maggiori delle altre categorie di sottosuolo, mentre, per  $0.78g \leq F_0 \cdot ag < 1.17g$  i fenomeni di amplificazione sono più marcati per il sottosuolo di categoria C.

A parità della categoria di sottosuolo, il coefficiente  $C_C$  decresce al crescere di  $T_C^*$  e, conseguentemente, l'effetto di amplificazione massima si sposta verso periodi più brevi e si riduce l'estensione del tratto orizzontale caratterizzato da ordinata spettrale massima. In genere, a parità di  $T_C^*$ , i valori di  $C_C$  si incrementano al decrescere della rigidità del sottosuolo, ovvero passando dal sottosuolo di categoria A al sottosuolo di categoria E.

Il sottosuolo di categoria D presenta, nell'intervallo di valori di interesse, valori di  $T_C$  maggiori di quelli relativi alle altre categorie di sottosuolo.



**SITO AEROGENERATORE T9a1 - COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1**

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione:



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

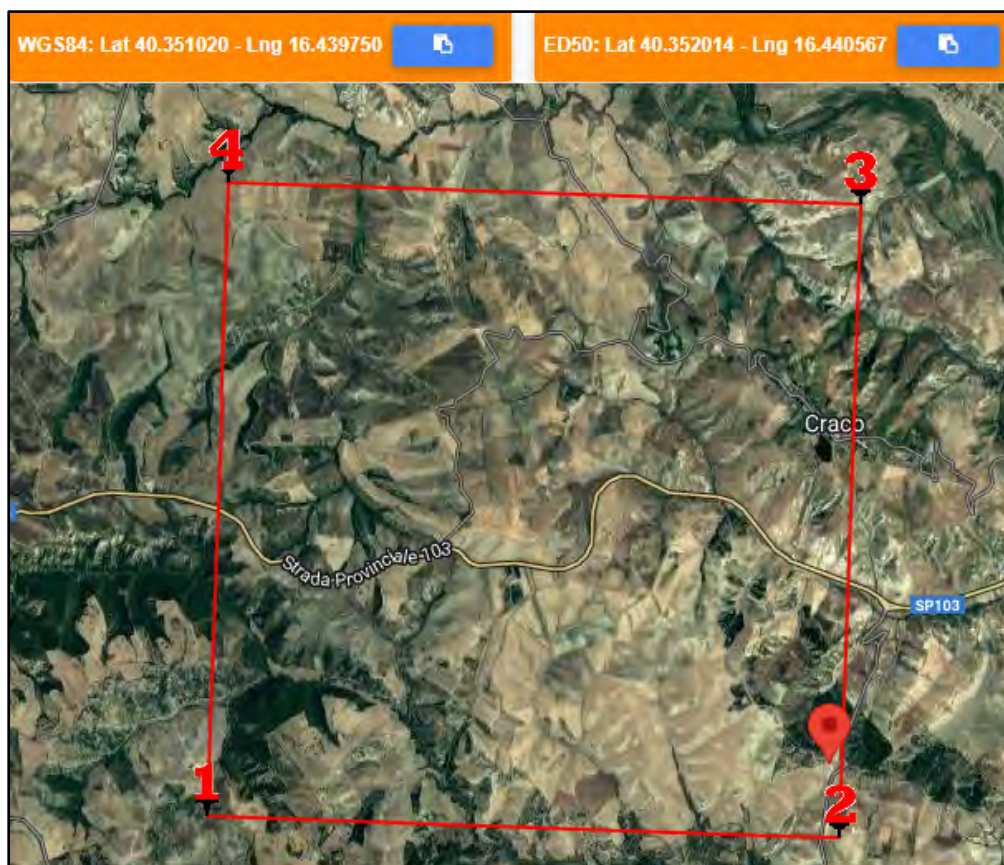


Fig. 105 - Nodi di reticolo intorno al sito Aerogeneratore T9a1 - Comune Craco (MT)

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

**Siti di riferimento per l'aerogeneratore T9a1**

Sito 1 ID: 35231	Lat: 40,3479	Lon: 16,3760	Distanza: 5491,292
Sito 2 ID: 35232	Lat: 40,3462	Lon: 16,4416	Distanza: 650,729
Sito 3 ID: 35010	Lat: 40,3962	Lon: 16,4438	Distanza: 4917,698
Sito 4 ID: 35009	Lat: 40,3979 L	on: 16,3782	Distanza: 7340,748

Latitudine = 40,352014 N

Longitudine = 16,440567 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

**Tabella dei valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$   
per i periodi di ritorno TR di riferimento.**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,038	2,425	0,280
50	0,047	2,426	0,317
72	0,054	2,472	0,340
101	0,061	2,522	0,358
140	0,068	2,540	0,372
201	0,076	2,566	0,405
475	0,098	2,666	0,440
975	0,119	2,758	0,463
2475	0,153	2,803	0,508

dove:

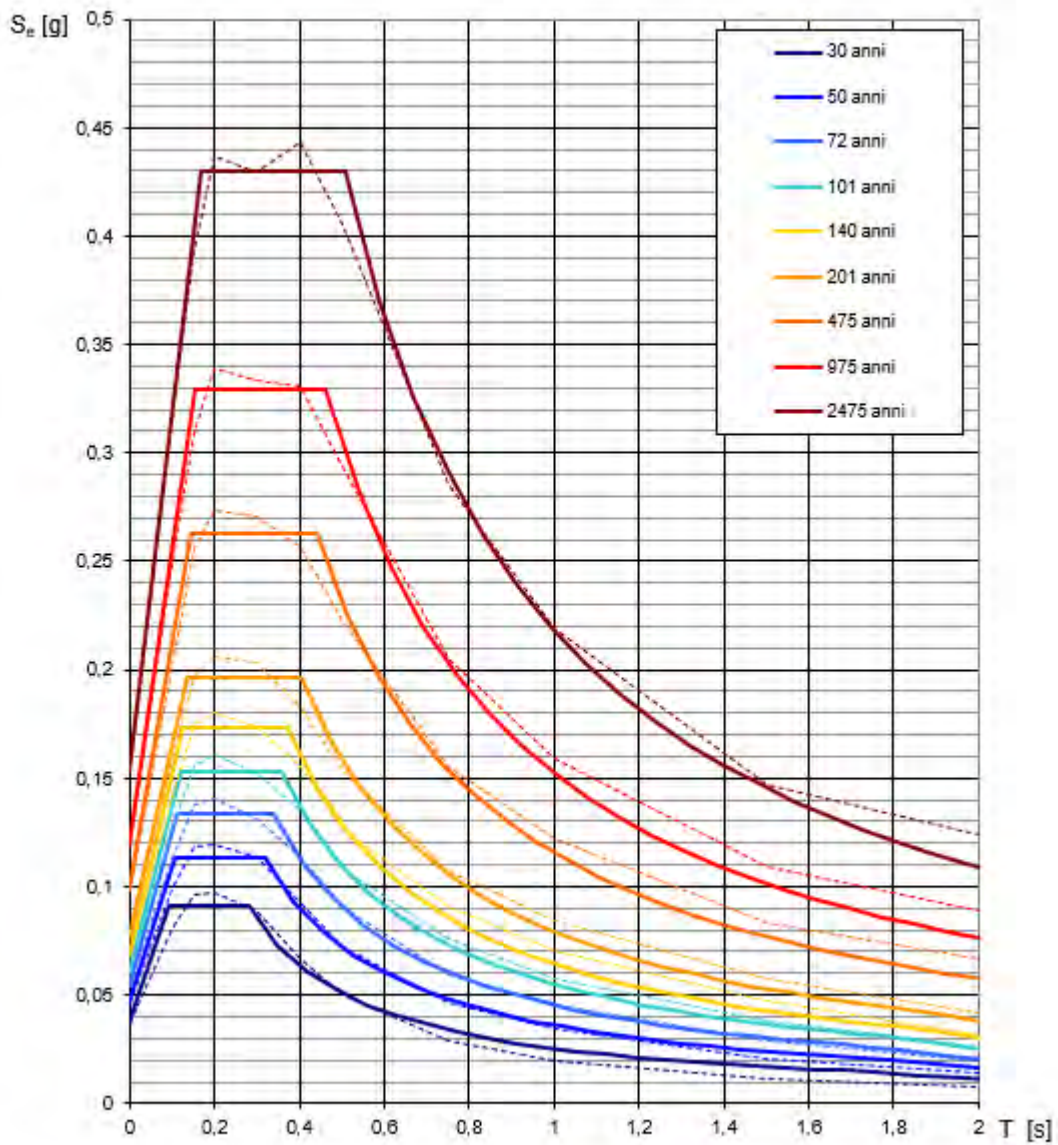
$a_g$  = accelerazione massima orizzontale del suolo della zona sismica, su sito di riferimento rigido orizzontale;

$F_0$  = 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, relativamente a sito di riferimento rigido orizzontale.

Coordinate del sito = Long. 16,440567 – Lat. 40,352014 (in gradi decimali)

### Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



NOTA:

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

Fig. 106 - Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento, per categoria di suolo A e superficie topografica T1



**SITO AEROGENERATORE T9a1 - COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione**

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

---

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

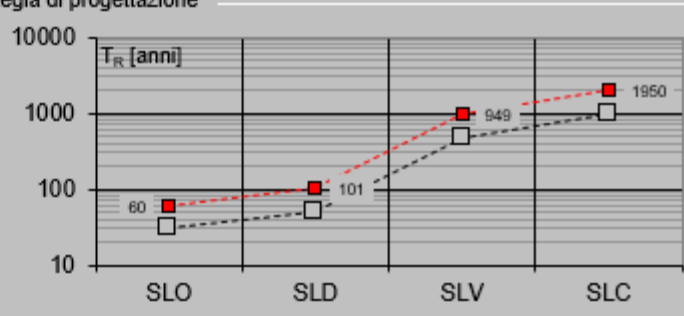
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	60
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	101
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	949
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1950

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- - - ■ - - - Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0,050	2,449	0,329
SLD	101	0,061	2,521	0,358
SLV	949	0,118	2,754	0,462
SLC	1950	0,144	2,791	0,496

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

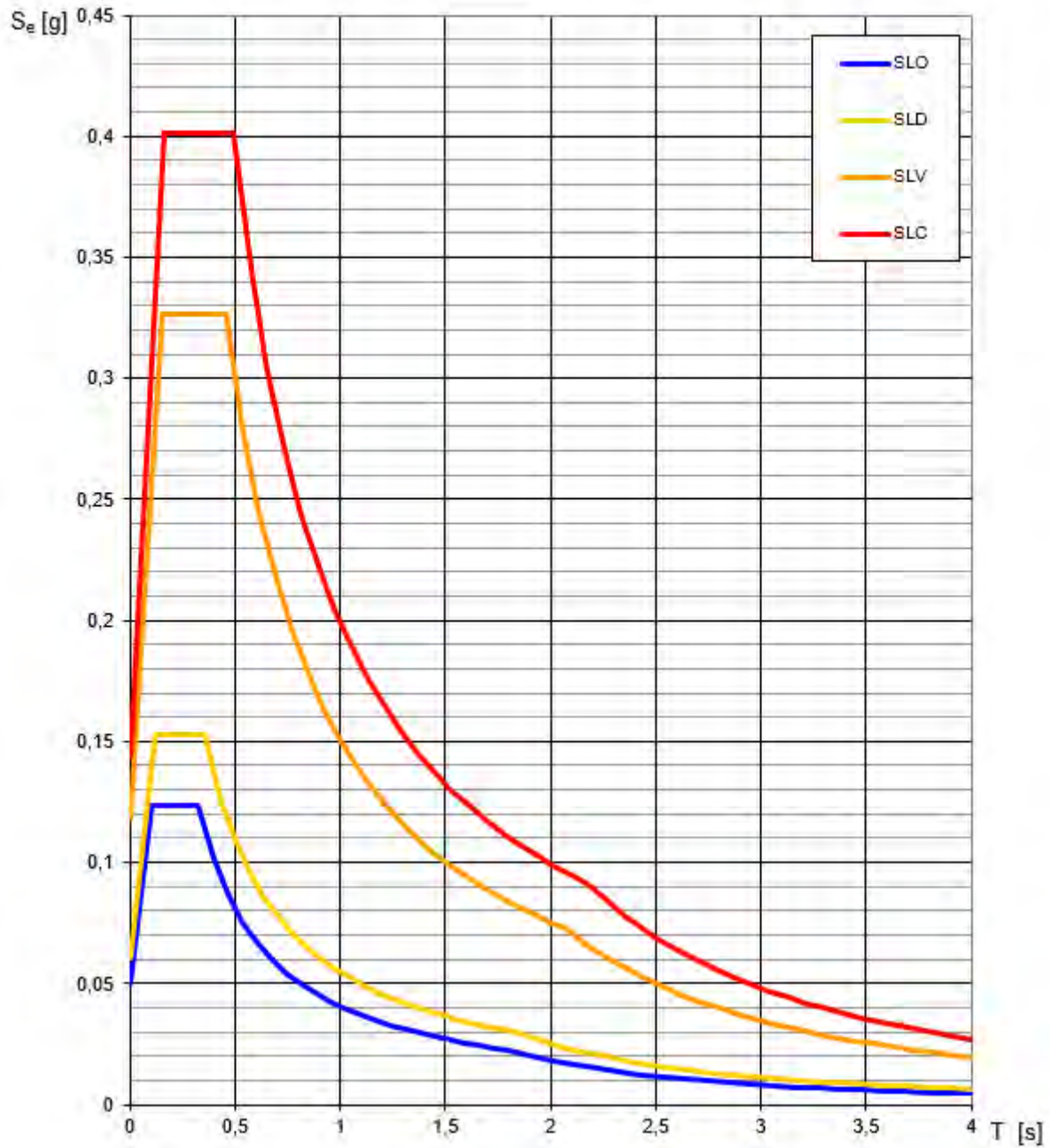


Fig. 107 - Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

**SITO AEROGENERATORE T9a1 - COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 3 – Determinazione dell'azione di progetto**

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO					
Stato Limite					
Stato Limite considerato		SLV	▼	info	
Risposta sismica locale					
Categoria di sottosuolo		B	▼	info	$S_S = 1,200$ info
Categoria topografica		T1	▼	info	$C_C = 1,284$ info
					$h/H = 0,000$ info
<small>(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)</small>					
INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3		

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero ( $a_{max}$ ), dato dal prodotto di  $ag$  per il fattore  $S$  di incremento dell'accelerazione sismica massima  $ag$  ( $S = S_S \times S_T$ ), calcolata per il sito in esame, per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

**Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero ( $a_{max}$ ) – Sito Aerogeneratore T9a1**

Stato Limite	Coefficiente $S_S$	Coefficiente $S_T$	$S = S_S \times S_T$	$ag$	$a_{max} = ag \times S$
SLO	1,200	1,000	1,200	0,050	0,0600
SLD	1,200	1,000	1,200	0,061	0,0732
SLV	1,200	1,000	1,200	0,118	0,1416
SLC	1,200	1,000	1,200	0,144	0,1728



**SITO AEROGENERATORE T3b1 - COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1**

**FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO**

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variazioni dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo:

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 2 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

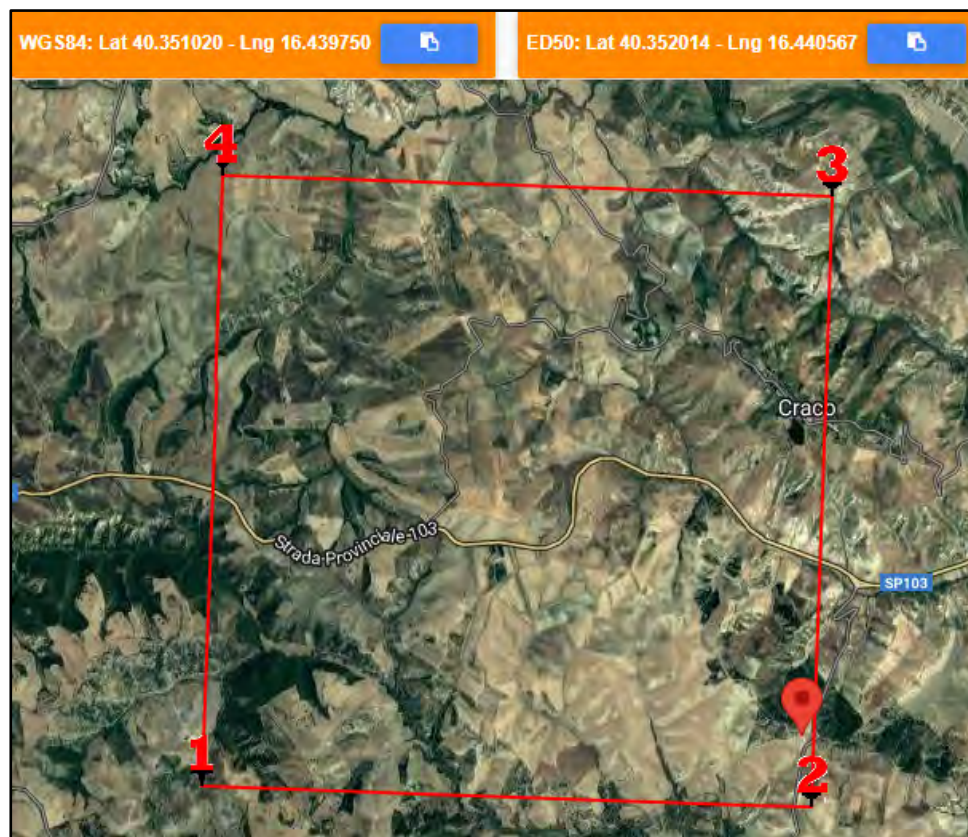


Fig. 108 - Nodi di reticolo intorno al sito Aerogeneratore T3b1 - Comune Craco (MT)

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

Siti di riferimento per l'aerogeneratore T02

Sito 1 ID: 35232	Lat: 40,3462	Lon: 16,4416	Distanza: 1284,972
Sito 2 ID: 35233	Lat: 40,3445	Lon: 16,5071	Distanza: 4288,149
Sito 3 ID: 35011	Lat: 40,3944	Lon: 16,5094	Distanza: 6869,665
Sito 4 ID: 35010	Lat: 40,3962	Lon: 16,4438	Distanza: 5519,330

Latitudine = 40,347499 N

Longitudine = 16,456618 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

**Tabella dei valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$   
per i periodi di ritorno TR di riferimento.**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,037	2,424	0,279
50	0,046	2,428	0,316
72	0,053	2,470	0,341
101	0,060	2,522	0,358
140	0,067	2,541	0,372
201	0,076	2,568	0,406
475	0,097	2,673	0,441
975	0,117	2,771	0,464
2475	0,151	2,804	0,512

dove:

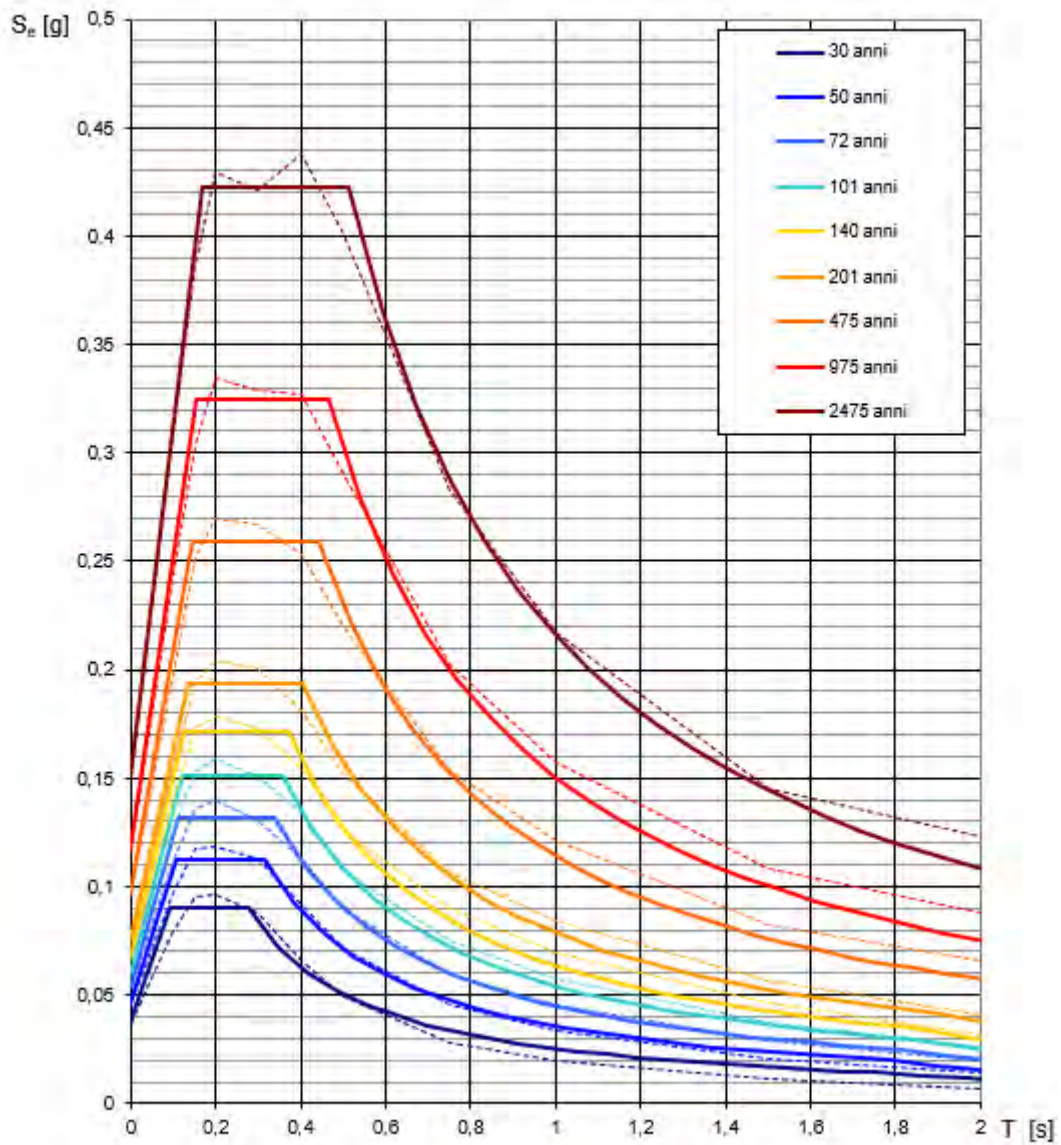
$a_g$  = accelerazione massima orizzontale del suolo della zona sismica, su sito di riferimento rigido orizzontale;

$F_0$  = 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, relativamente a sito di riferimento rigido orizzontale.

Coordinate del sito = Long. 16,456618 – Lat. 40,347499 (in gradi decimali)

### Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



NOTA:

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

Fig. 109 - Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento, per categoria di suolo A e superficie topografica T1



**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T3b1 – COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione**

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

---

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

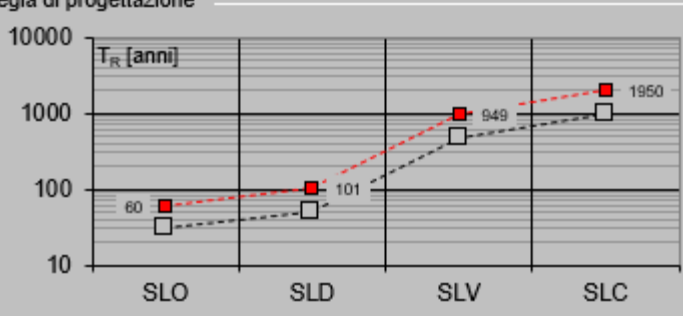
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="60"/>			
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="101"/>			
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="949"/>			
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="1950"/>			

Elaborazioni

- Grafici parametri azione →
- Grafici spettri di risposta →
- Tabella parametri azione →

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0,050	2,449	0,328
SLD	101	0,060	2,521	0,358
SLV	949	0,116	2,767	0,463
SLC	1950	0,141	2,796	0,499

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

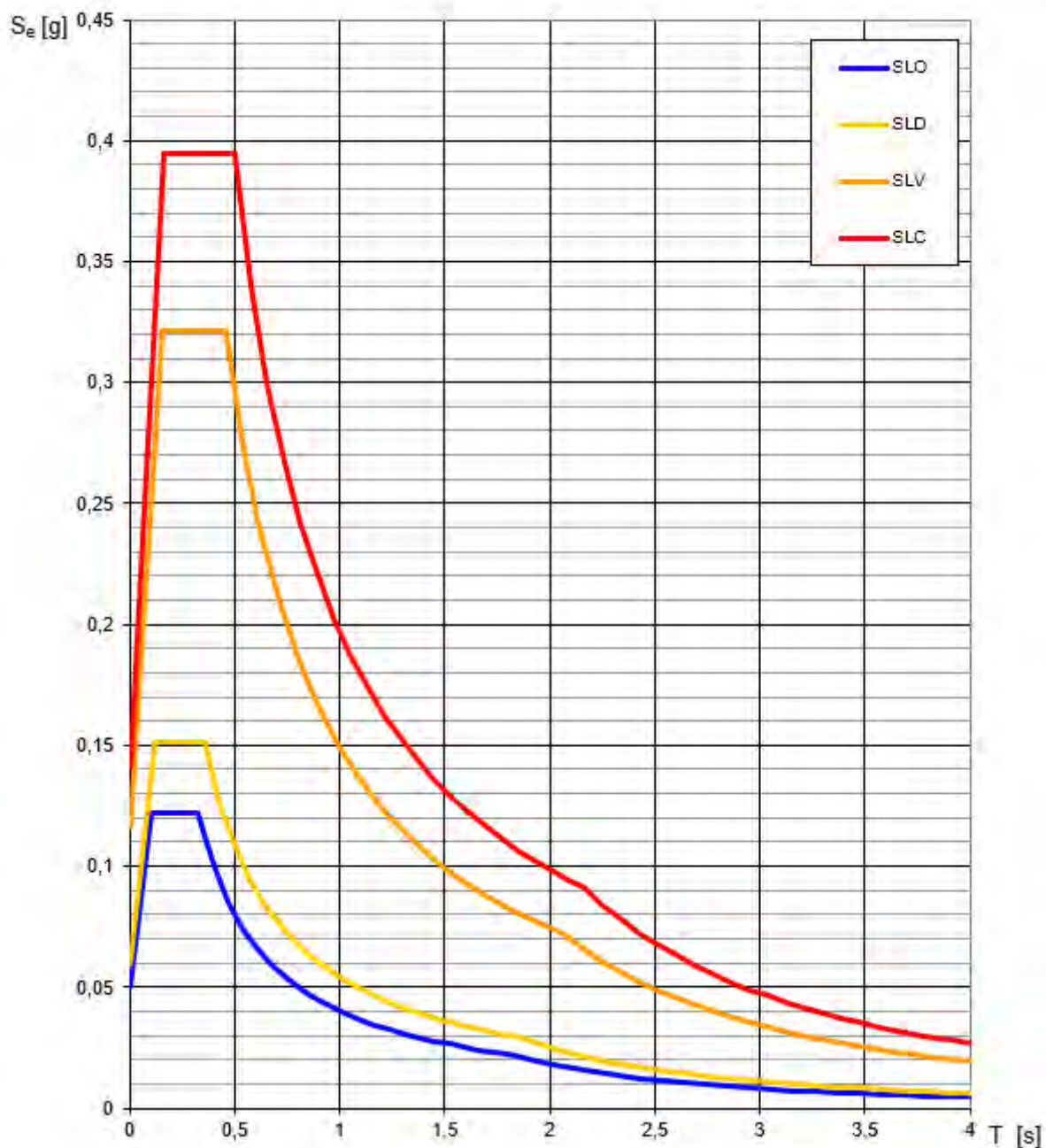


Fig. 110 - Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T3b1 – COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 3 – Determinazione dell'azione di progetto**

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO					
Stato Limite					
Stato Limite considerato		SLV	info		
Risposta sismica locale					
Categoria di sottosuolo		B	S <sub>s</sub> = 1,200		C <sub>c</sub> = 1,283 info
Categoria topografica		T1	h/H = 0,000		S <sub>T</sub> = 1,000 info
<small>(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)</small>					
INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3		

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero ( $a_{max}$ ), dato dal prodotto di  $ag$  per il fattore  $S$  di incremento dell'accelerazione sismica massima  $ag$  ( $S = S_s \times S_T$ ), calcolata per il sito in esame, per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

**Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero ( $a_{max}$ ) – Sito Aerogeneratore T3b1**

Stato Limite	Coefficiente S <sub>s</sub>	Coefficiente S <sub>T</sub>	S = S <sub>s</sub> x S <sub>T</sub>	ag	a <sub>max</sub> = ag x S
SLO	1,200	1,000	1,200	0,050	0,0600
SLD	1,200	1,000	1,200	0,060	0,0720
SLV	1,200	1,000	1,200	0,116	0,1392
SLC	1,200	1,000	1,200	0,141	0,1692



**SITO AEROGENERATORE T10b1- COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1**

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta



Interpolazione:

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

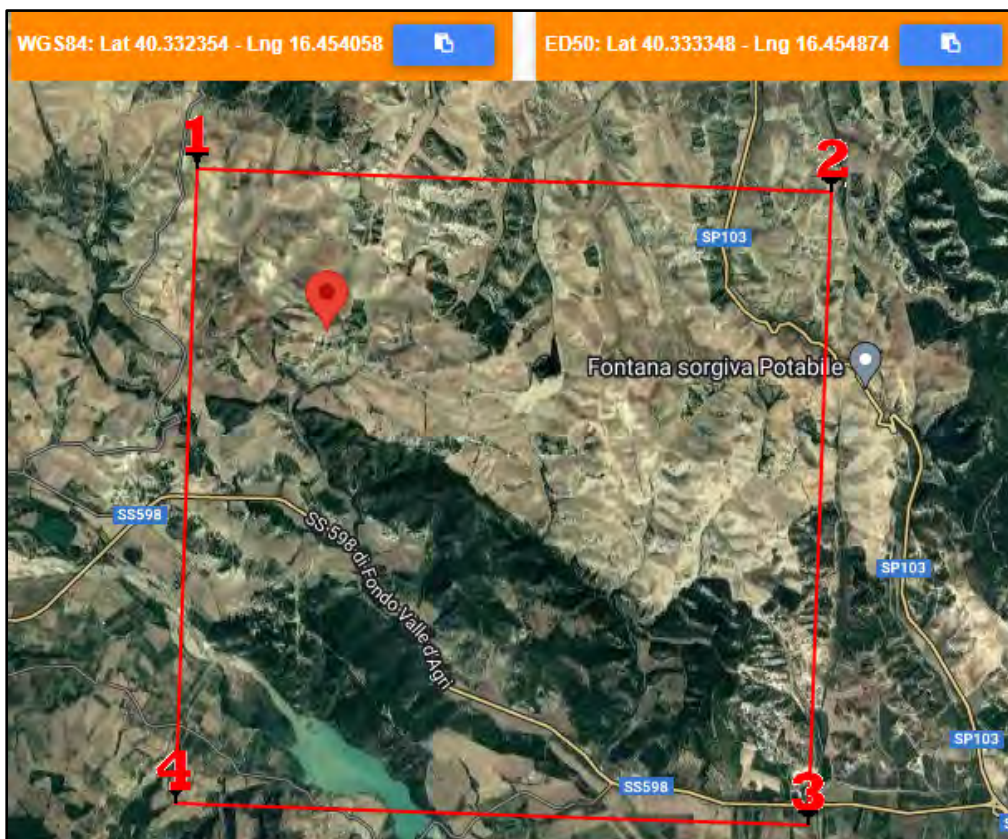


Fig. 111 - Nodi di reticolo intorno al sito Aerogeneratore T10b1 - Comune Craco (MT)

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

**Siti di riferimento per l'aerogeneratore T10b1**

Sito 1 ID: 35232	Lat: 40,3462	Lon: 16,4416	Distanza: 1822,279
Sito 2 ID: 35233	Lat: 40,3445	Lon: 16,5071	Distanza: 4592,418
Sito 3 ID: 35455	Lat: 40,2945	Lon: 16,5047	Distanza: 6045,284
Sito 4 ID: 35454	Lat: 40,2962	Lon: 16,4393	Distanza: 4333,675

Latitudine = 40,333348 N

Longitudine = 16,454874 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

**Tabella dei valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$   
per i periodi di ritorno TR di riferimento.**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,037	2,420	0,279
50	0,046	2,427	0,316
72	0,053	2,472	0,341
101	0,060	2,529	0,359
140	0,067	2,550	0,372
201	0,075	2,573	0,407
475	0,096	2,675	0,444
975	0,117	2,772	0,468
2475	0,149	2,827	0,517

dove:

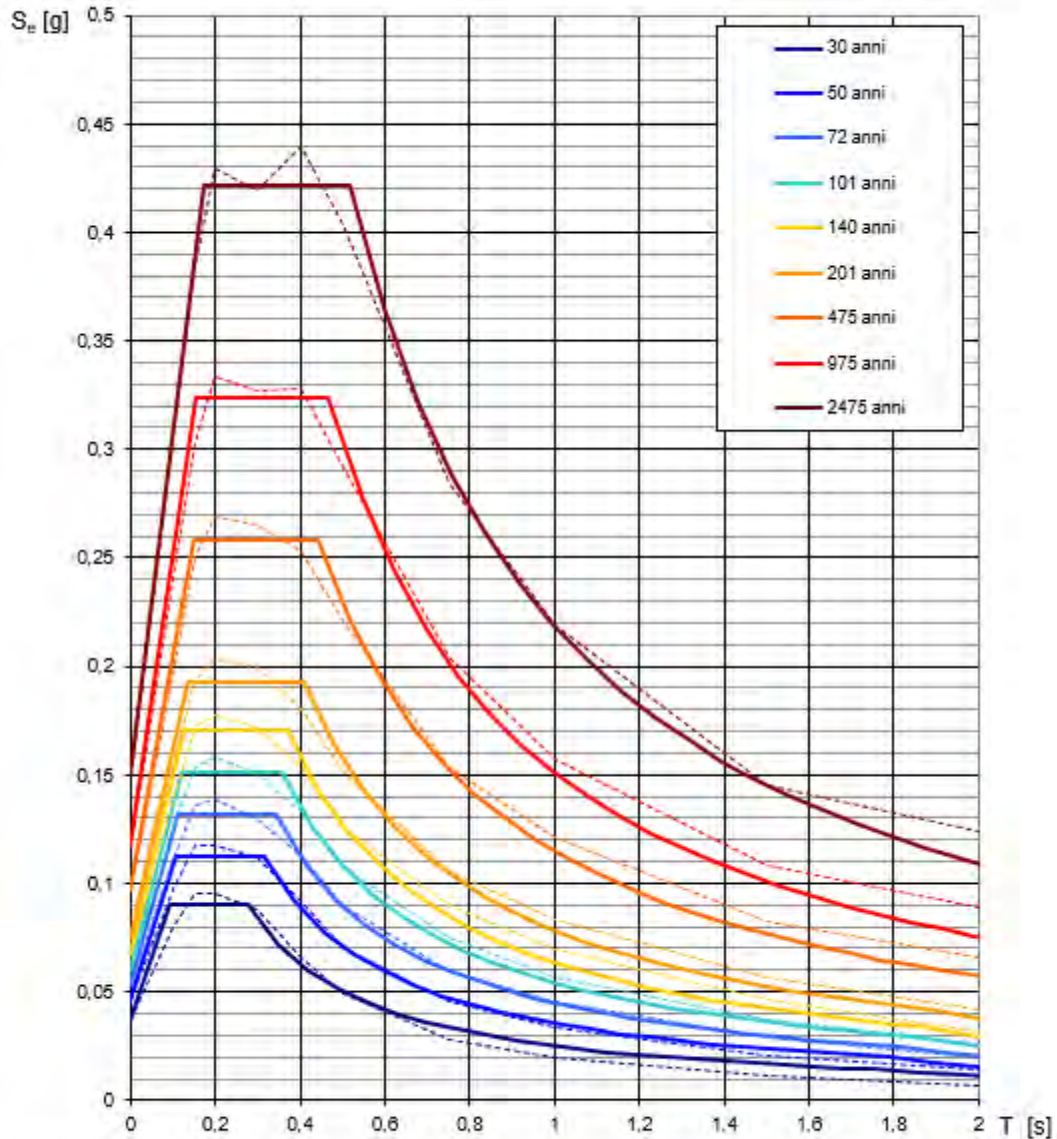
$a_g$  = accelerazione massima orizzontale del suolo della zona sismica, su sito di riferimento rigido orizzontale;

$F_0$  = 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, relativamente a sito di riferimento rigido orizzontale.

Coordinate del sito = Long. 16,454874 – Lat. 40,333348 (in gradi decimali)

### Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



NOTA:

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

Fig. 112 - Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento, per categoria di suolo A e superficie topografica T1



**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T10b1 – COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione**

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

---

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

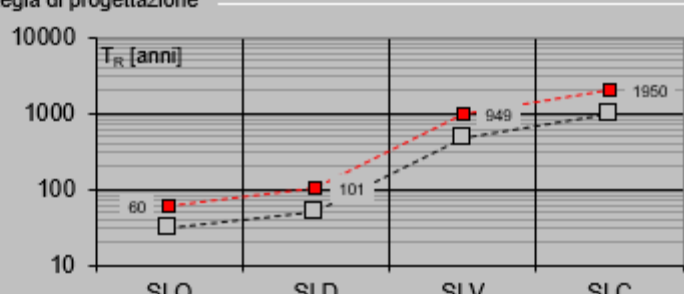
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	60
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	101
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	949
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1950

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- - - ■ - - Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0,050	2,450	0,329
SLD	101	0,060	2,528	0,359
SLV	949	0,116	2,769	0,467
SLC	1950	0,140	2,813	0,504

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

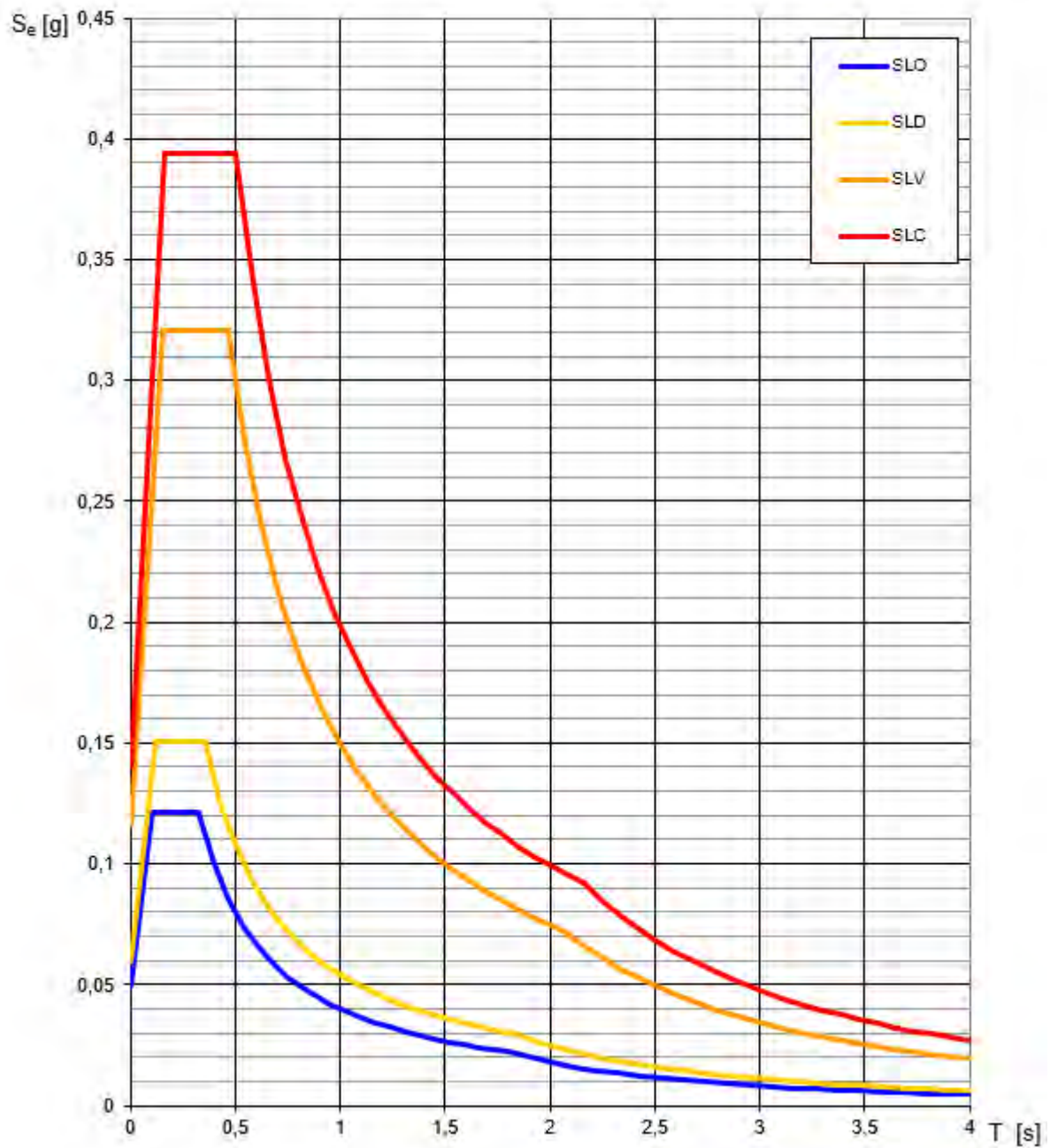


Fig. 113 - Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T10b1 – COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 3 – Determinazione dell'azione di progetto**

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO					
Stato Limite					
Stato Limite considerato		SLV	▼	info	
Risposta sismica locale					
Categoria di sottosuolo		B	▼	info	$S_S =$ 1,200 $C_C =$ 1,281 info
Categoria topografica		T1	▼	info	$h/H =$ 0,000 $S_T =$ 1,000 info
<small>(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)</small>					
INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3		

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero ( $a_{max}$ ), dato dal prodotto di  $ag$  per il fattore  $S$  di incremento dell'accelerazione sismica massima  $ag$  ( $S = S_S \times S_T$ ), calcolata per il sito in esame, per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

**Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero ( $a_{max}$ ) – Sito Aerogeneratore T10b1**

Stato Limite	Coefficiente $S_S$	Coefficiente $S_T$	$S = S_S \times S_T$	$ag$	$a_{max} = ag \times S$
SLO	1,200	1,000	1,200	0,050	<b>0,0600</b>
SLD	1,200	1,000	1,200	0,060	<b>0,0720</b>
SLV	1,200	1,000	1,200	0,116	<b>0,1392</b>
SLC	1,200	1,000	1,200	0,140	<b>0,1680</b>



**SITO AEROGENERATORE T6c - COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1**

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

LONGITUDINE:

LATTUDINE:

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione  
superficie rigata

Nodi del reticolo intorno al sito



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

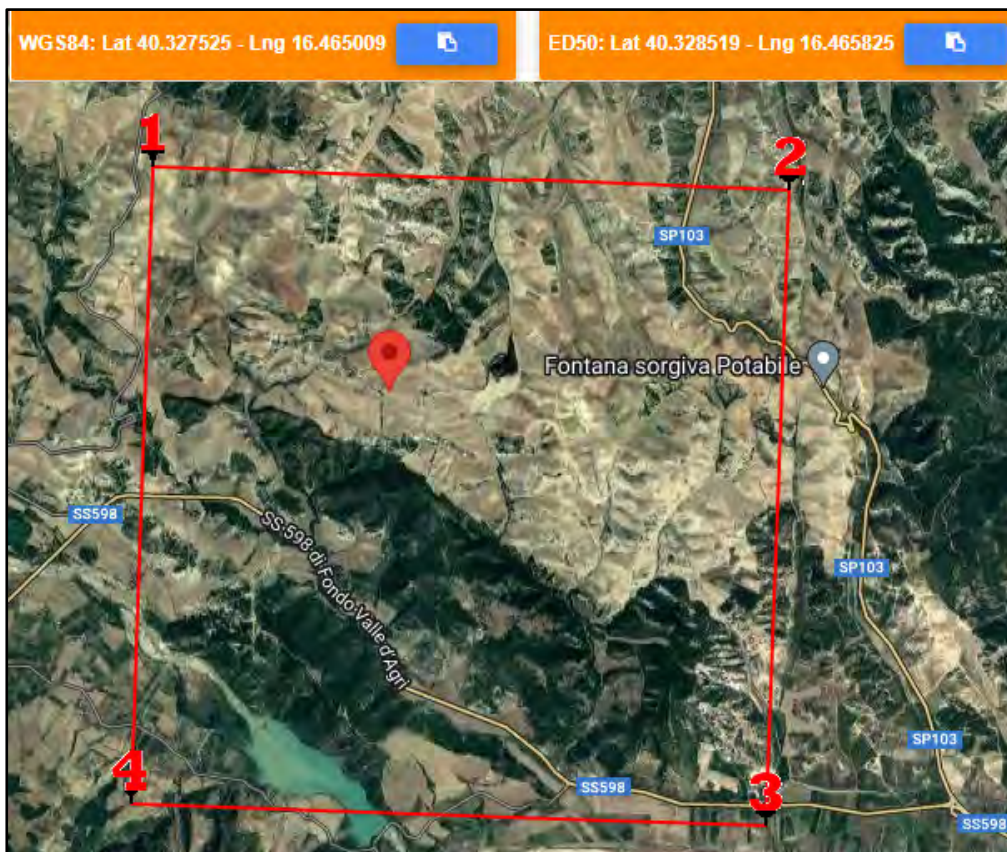


Fig. 114 - Nodi di reticolo intorno al sito Aerogeneratore T6c - Comune Craco (MT)

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

**Siti di riferimento per l'aerogeneratore T6c**

Sito 1 ID: 35232	Lat: 40,3462	Lon: 16,4416	Distanza: 2846,573
Sito 2 ID: 35233	Lat: 40,3445	Lon: 16,5071	Distanza: 3918,834
Sito 3 ID: 35455	Lat: 40,2945	Lon: 16,5047	Distanza: 5020,460
Sito 4 ID: 35454	Lat: 40,2962 L	on: 16,4393	Distanza: 4237,069

Latitudine = 40,328519 N

Longitudine = 16,465825 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

**Tabella dei valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$   
per i periodi di ritorno TR di riferimento.**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,037	2,419	0,279
50	0,046	2,428	0,316
72	0,053	2,472	0,342
101	0,059	2,531	0,359
140	0,066	2,553	0,373
201	0,074	2,574	0,407
475	0,096	2,677	0,445
975	0,116	2,775	0,469
2475	0,148	2,834	0,518

dove:

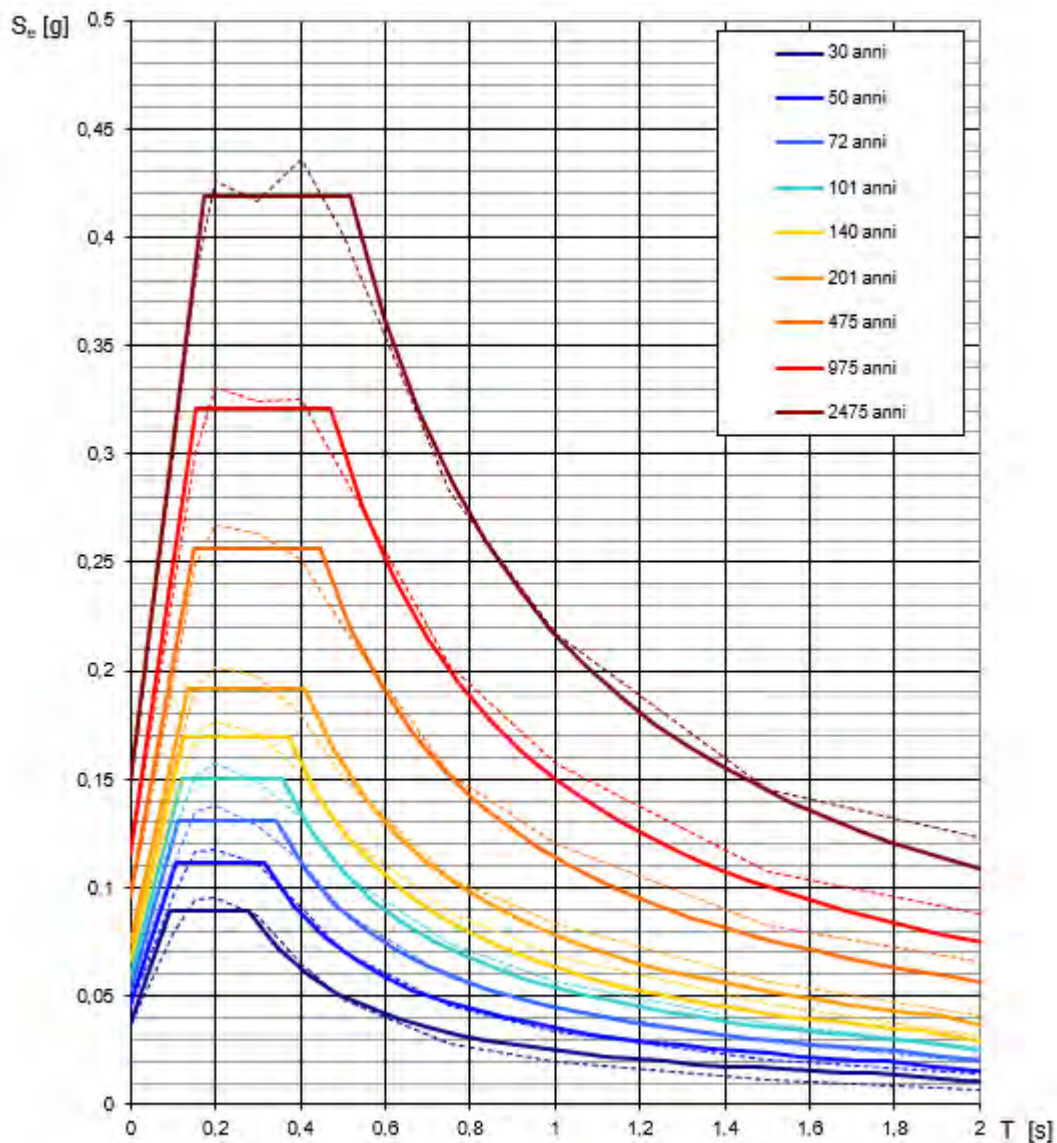
$a_g$  = accelerazione massima orizzontale del suolo della zona sismica, su sito di riferimento rigido orizzontale;

$F_0$  = 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, relativamente a sito di riferimento rigido orizzontale.

Coordinate del sito = Long. 16,465825 – Lat. 40,328519 (in gradi decimali)

### Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



NOTA:

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

Fig. 115 - Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento, per categoria di suolo A e superficie topografica T1



**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T6c – COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione**

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

---

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	{	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="60"/>
		SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="101"/>
Stati limite ultimi - SLU	{	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="949"/>
		SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="1950"/>

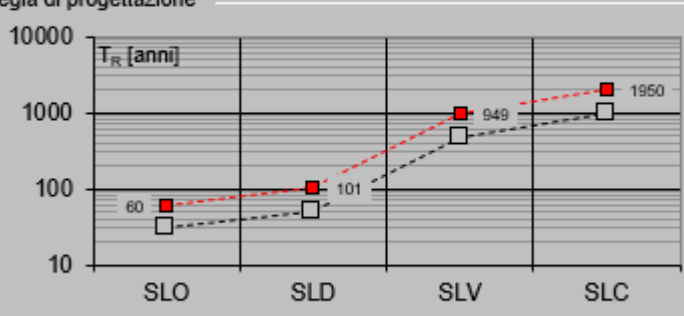
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0,049	2,451	0,329
SLD	101	0,059	2,530	0,359
SLV	949	0,115	2,772	0,468
SLC	1950	0,139	2,819	0,505

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

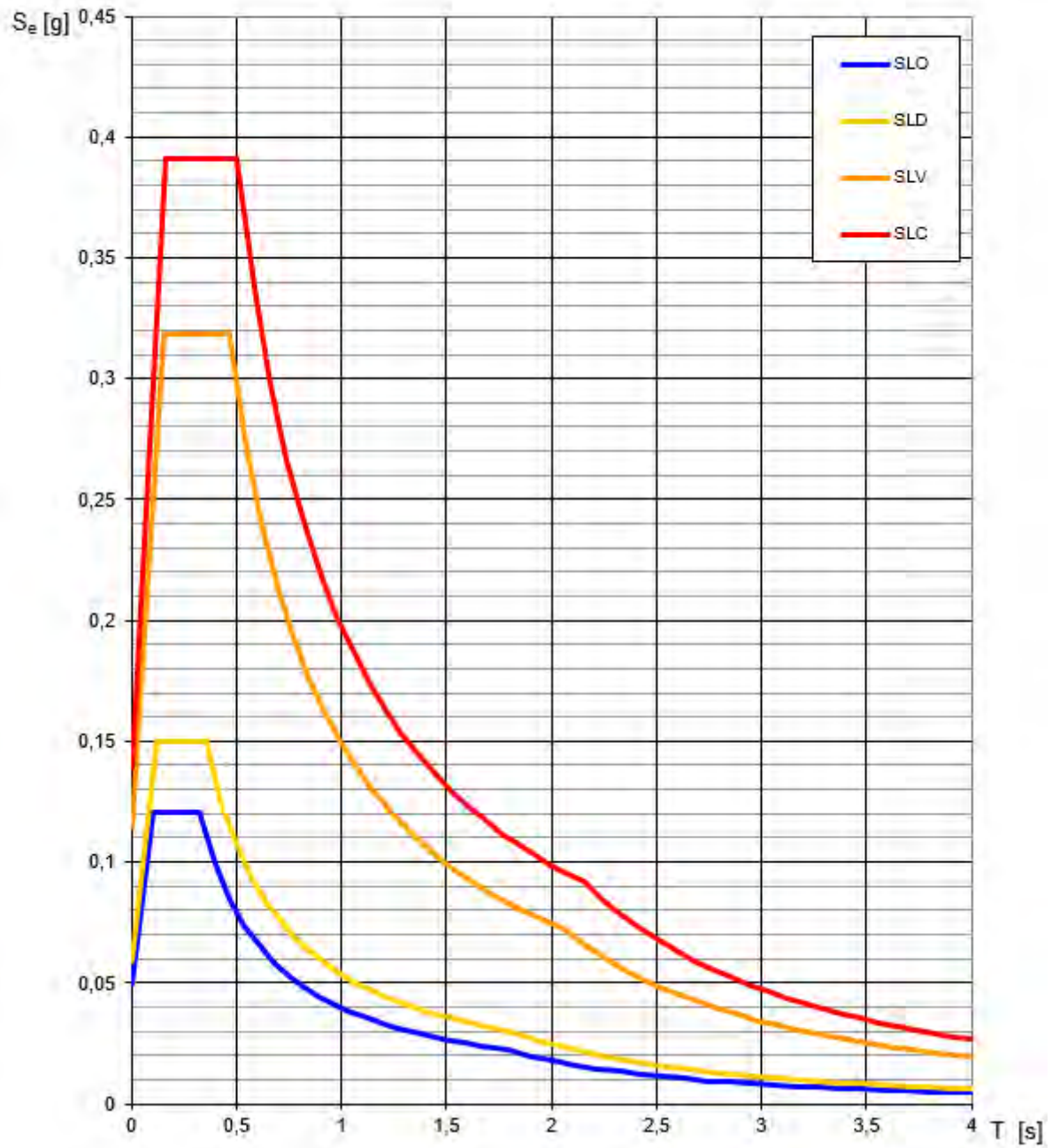


Fig. 116 - Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T6c – COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 3 – Determinazione dell'azione di progetto**

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**

Stato Limite considerato SLV info

**Risposta sismica locale**

Categoria di sottosuolo B info       $S_s =$  1,200       $C_c =$  1,281 info

Categoria topografica T2 info       $h/H =$  0,890       $S_T =$  1,178 info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero ( $a_{max}$ ), dato dal prodotto di  $ag$  per il fattore  $S$  di incremento dell'accelerazione sismica massima  $ag$  ( $S = S_s \times S_T$ ), calcolata per il sito in esame, per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

**Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero ( $a_{max}$ ) – Sito Aerogeneratore T6c**

Stato Limite	Coefficiente $S_s$	Coefficiente $S_T$	$S = S_s \times S_T$	$ag$	$a_{max} = ag \times S$
<b>SLO</b>	1,200	1,178	1,4136	0,049	<b>0,0693</b>
<b>SLD</b>	1,200	1,178	1,4136	0,059	<b>0,0834</b>
<b>SLV</b>	1,200	1,178	1,4136	0,115	<b>0,1626</b>
<b>SLC</b>	1,200	1,178	1,4136	0,139	<b>0,1965</b>



**SITO AEROGENERATORE T12b - COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1**

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATTITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

- Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 2 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

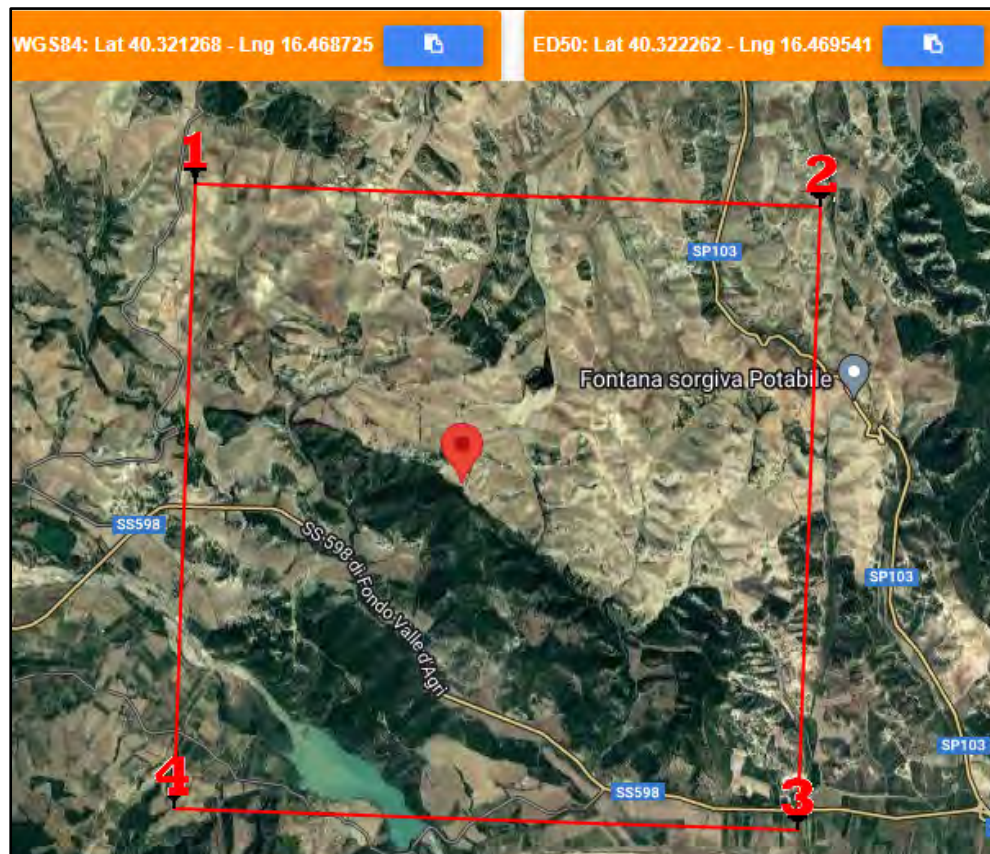


Fig. 117 - Nodi di reticolo intorno al sito Aerogeneratore T12b - Comune Craco (MT)

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

**Siti di riferimento per l'aerogeneratore T12b**

Sito 1 ID: 35232	Lat: 40,3462	Lon: 16,4416	Distanza: 3566,525
Sito 2 ID: 35233	Lat: 40,3445	Lon: 16,5071	Distanza: 4025,710
Sito 3 ID: 35455	Lat: 40,2945	Lon: 16,5047	Distanza: 4294,728
Sito 4 ID: 35454	Lat: 40,2962	Lon: 16,4393	Distanza: 3867,622

Latitudine = 40,322262 N

Longitudine = 16,469541 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

**Tabella dei valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$   
per i periodi di ritorno TR di riferimento.**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
30	0,037	2,417	0,278
50	0,046	2,428	0,316
72	0,053	2,473	0,342
101	0,059	2,534	0,359
140	0,066	2,558	0,373
201	0,074	2,576	0,408
475	0,095	2,678	0,446
975	0,115	2,776	0,470
2475	0,147	2,846	0,520

dove:

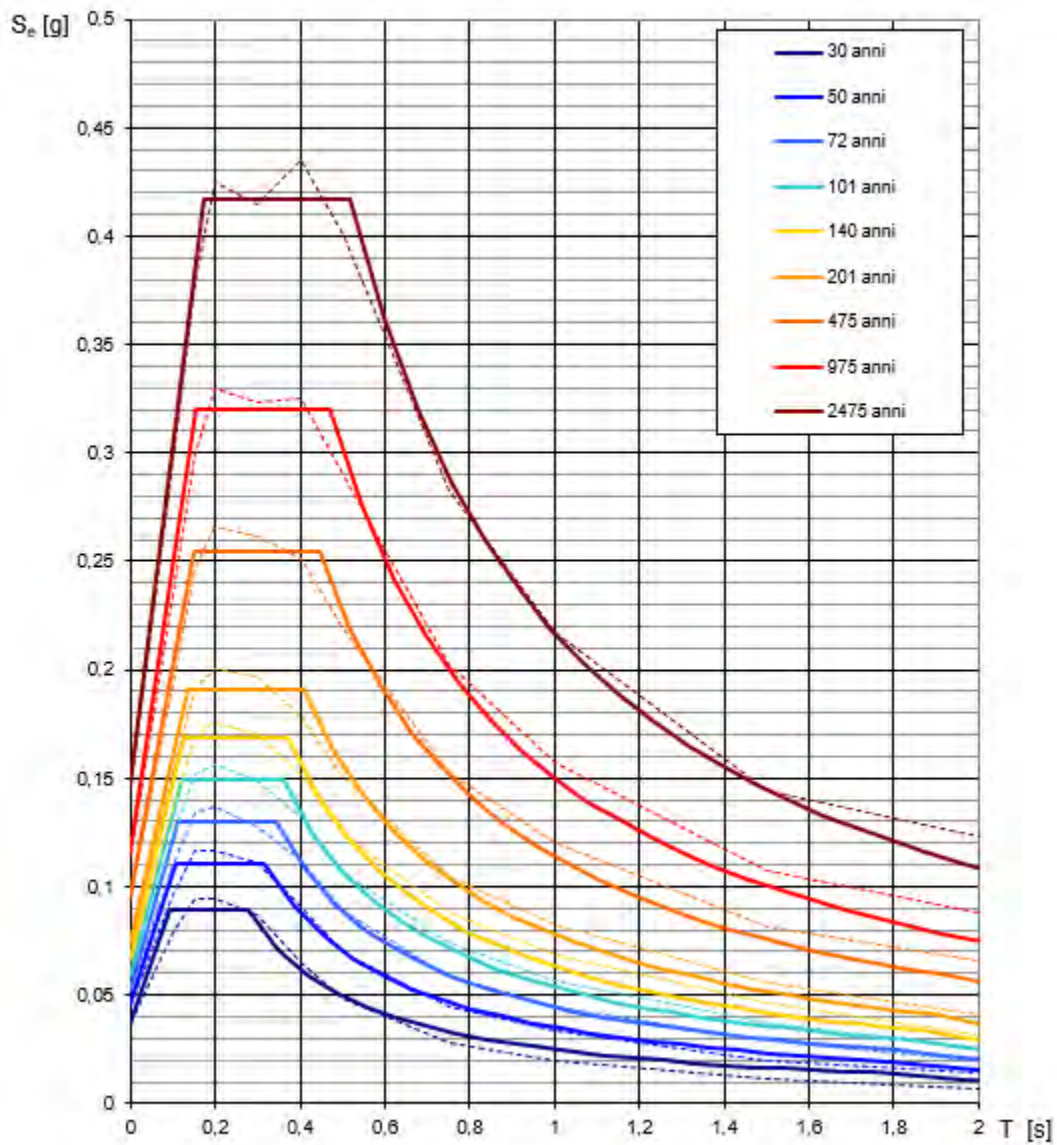
$a_g$  = accelerazione massima orizzontale del suolo della zona sismica, su sito di riferimento rigido orizzontale;

$F_0$  = 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, relativamente a sito di riferimento rigido orizzontale.

Coordinate del sito = Long. 16,469541 – Lat. 40,322262 (in gradi decimali)

### Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



NOTA:

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

Fig. 118 - Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento, per categoria di suolo A e superficie topografica T1



**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T12b – COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione**

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

---

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

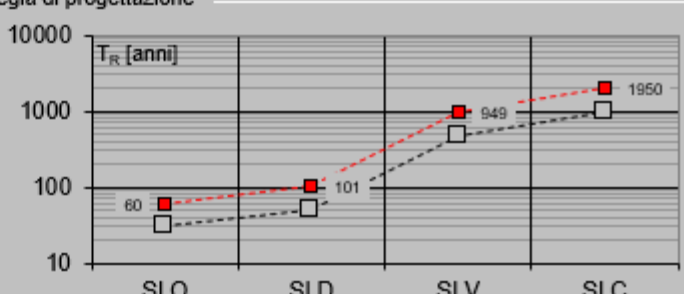
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLO} - P_{VR} = 81\% \\ \text{SLD} - P_{VR} = 63\% \end{array} \right.$	<input style="width: 50px;" type="text" value="60"/> <input style="width: 50px;" type="text" value="101"/>	
Stati limite ultimi - SLU	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLV} - P_{VR} = 10\% \\ \text{SLC} - P_{VR} = 5\% \end{array} \right.$	<input style="width: 50px;" type="text" value="949"/> <input style="width: 50px;" type="text" value="1950"/>	

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- - - ■ - - - Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0,049	2,451	0,329
SLD	101	0,059	2,533	0,359
SLV	949	0,114	2,772	0,469
SLC	1950	0,138	2,828	0,507

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

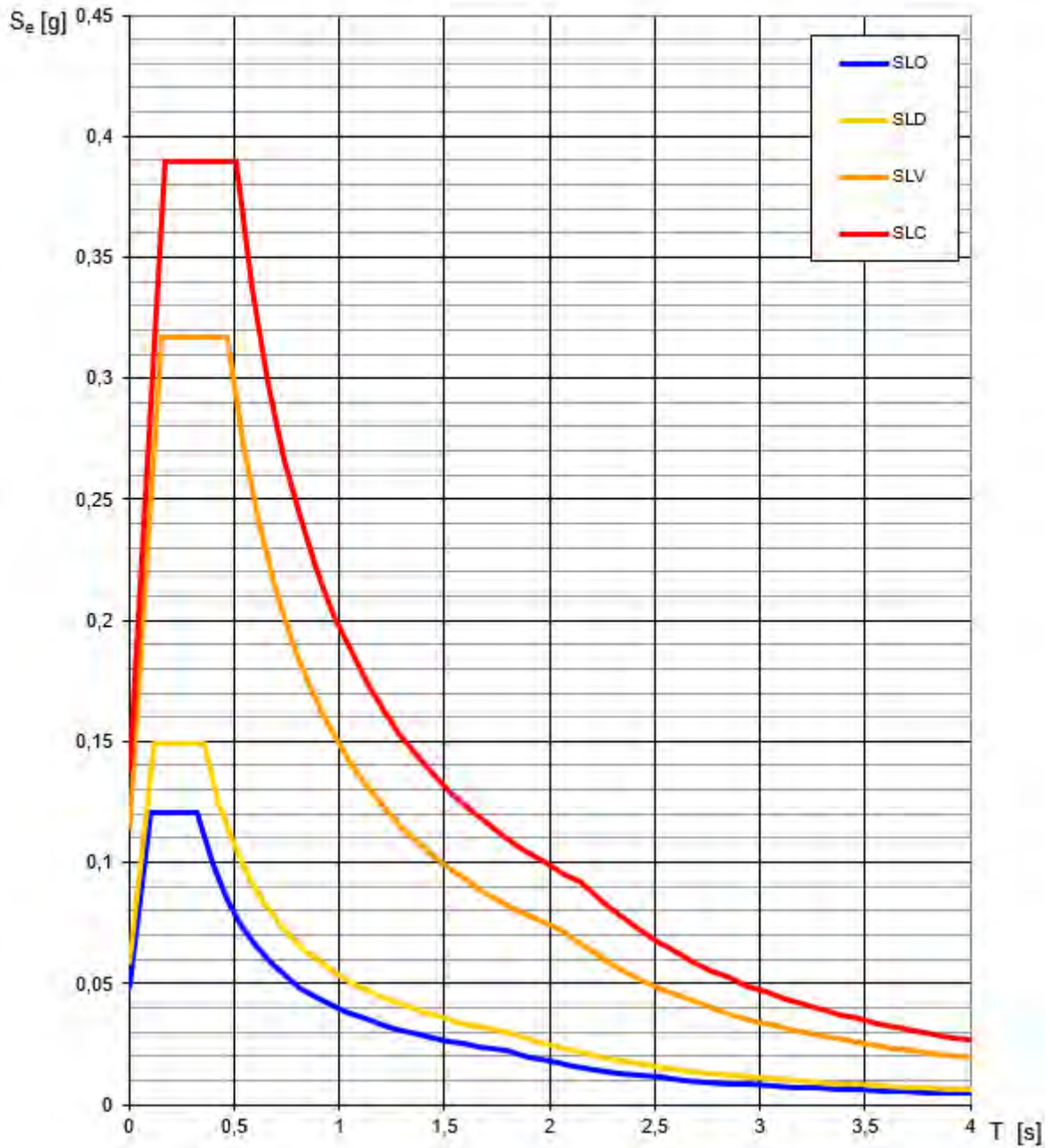


Fig. 119 - Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T12b – COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 3 – Determinazione dell'azione di progetto**

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO					
Stato Limite					
Stato Limite considerato		SLD	▼	info	
Risposta sismica locale					
Categoria di sottosuolo		B	▼	info	$S_s =$ 1,200 $C_c =$ 1,350 info
Categoria topografica		T2	▼	info	$h/H =$ 0,872 $S_T =$ 1,174 info
<small>(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)</small>					
INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3		

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero ( $a_{max}$ ), dato dal prodotto di  $ag$  per il fattore  $S$  di incremento dell'accelerazione sismica massima  $ag$  ( $S = S_s \times S_T$ ), calcolata per il sito in esame, per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

**Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero ( $a_{max}$ ) – Sito Aerogeneratore T12b**

Stato Limite	Coefficiente $S_s$	Coefficiente $S_T$	$S = S_s \times S_T$	$ag$	$a_{max} = ag \times S$
SLO	1,200	0,174	1,4088	0,049	<b>0,0690</b>
SLD	1,200	0,174	1,4088	0,059	<b>0,0831</b>
SLV	1,200	0,174	1,4088	0,114	<b>0,1606</b>
SLC	1,200	0,174	1,4088	0,138	<b>0,1944</b>



**SITO AEROGENERATORE T8a1 - COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1**

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATTITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Vanabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

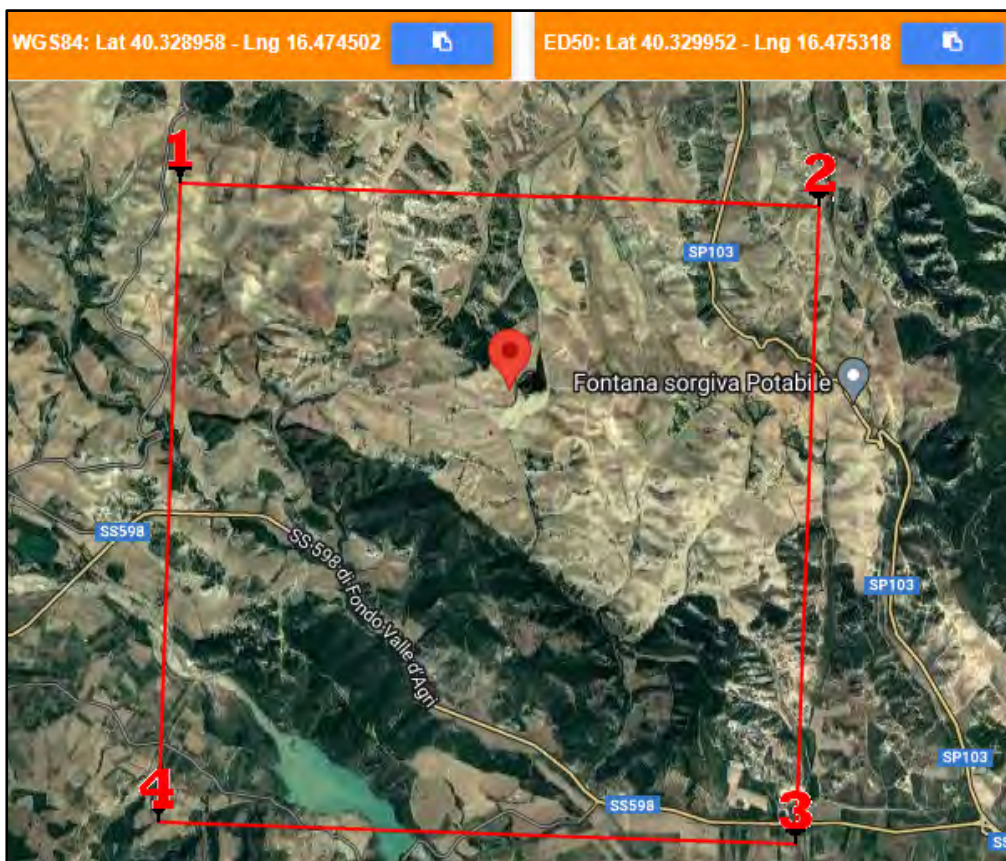


Fig. 120 - Nodi di reticolo intorno al sito Aerogeneratore T8a1 - Comune Craco (MT)

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

**Siti di riferimento per l'aerogeneratore T8a1**

Sito 1 ID: 35232	Lat: 40,3462	Lon: 16,4416	Distanza: 3385,209
Sito 2 ID: 35233	Lat: 40,3445	Lon: 16,5071	Distanza: 3136,985
Sito 3 ID: 35455	Lat: 40,2945	Lon: 16,5047	Distanza: 4666,068
Sito 4 ID: 35454	Lat: 40,2962 L	Lon: 16,4393	Distanza: 4836,518

Latitudine = 40,329952 N

Longitudine = 16,475318 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

**Tabella dei valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$   
per i periodi di ritorno TR di riferimento.**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,037	2,420	0,278
50	0,046	2,429	0,316
72	0,053	2,472	0,342
101	0,059	2,529	0,359
140	0,066	2,553	0,373
201	0,074	2,574	0,407
475	0,095	2,678	0,445
975	0,115	2,778	0,468
2475	0,147	2,830	0,518

dove:

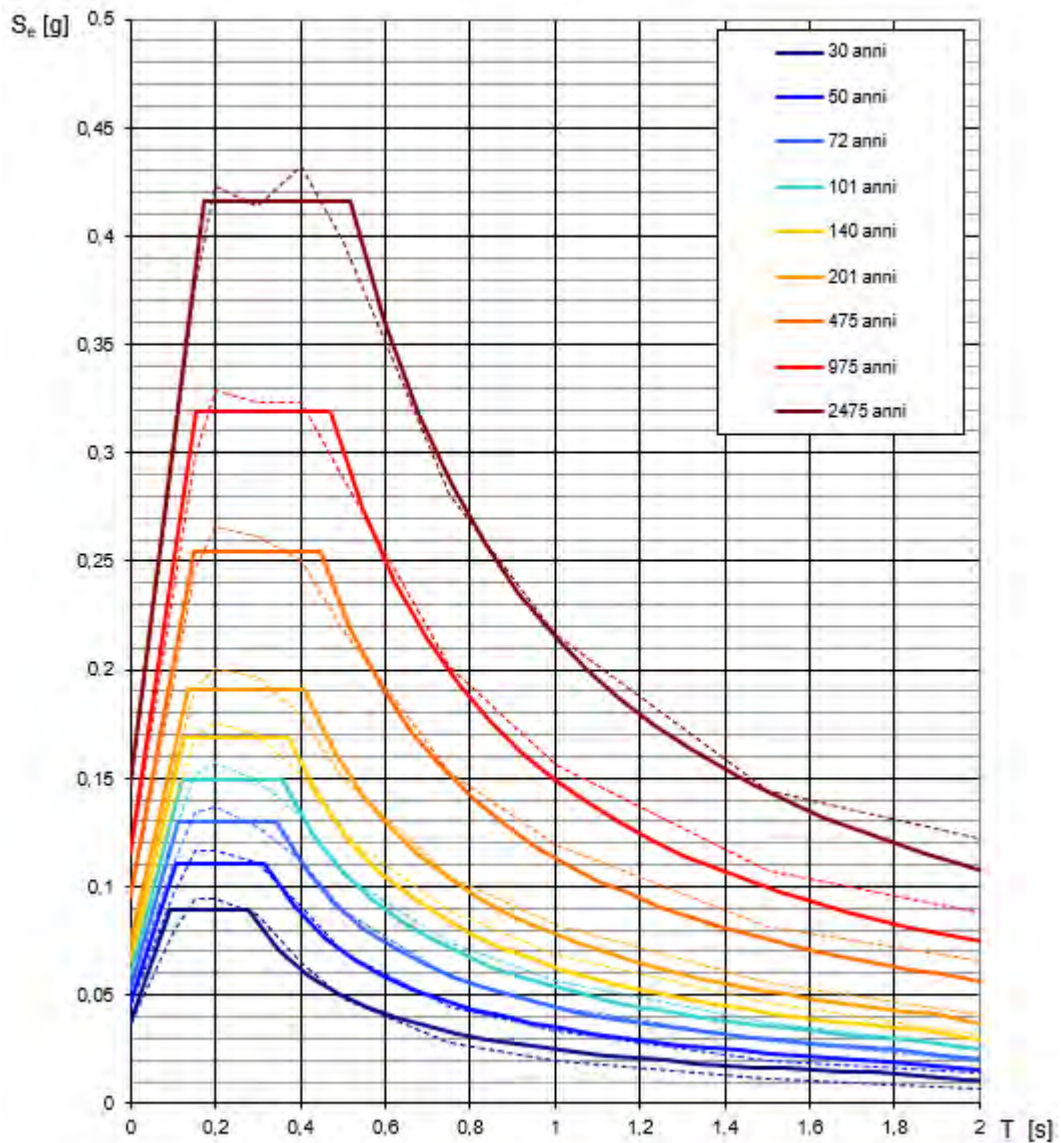
$a_g$  = accelerazione massima orizzontale del suolo della zona sismica, su sito di riferimento rigido orizzontale;

$F_0$  = 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, relativamente a sito di riferimento rigido orizzontale.

Coordinate del sito = Long. 16,475318 – Lat. 40,329952 (in gradi decimali)

### Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



NOTA:

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

Fig. 121 - Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento, per categoria di suolo A e superficie topografica T1



**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T8a1 – COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione**

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

---

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

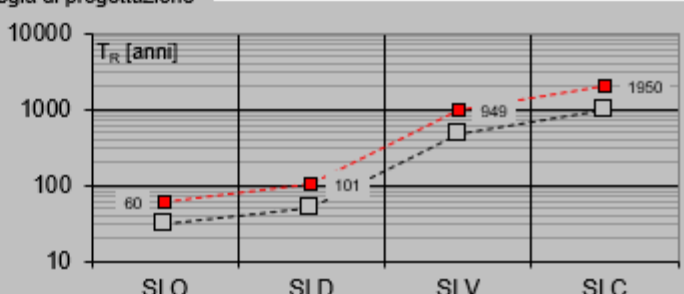
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	60
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	101
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	949
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1950

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0,049	2,451	0,329
SLD	101	0,059	2,528	0,359
SLV	949	0,114	2,775	0,467
SLC	1950	0,138	2,817	0,505

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

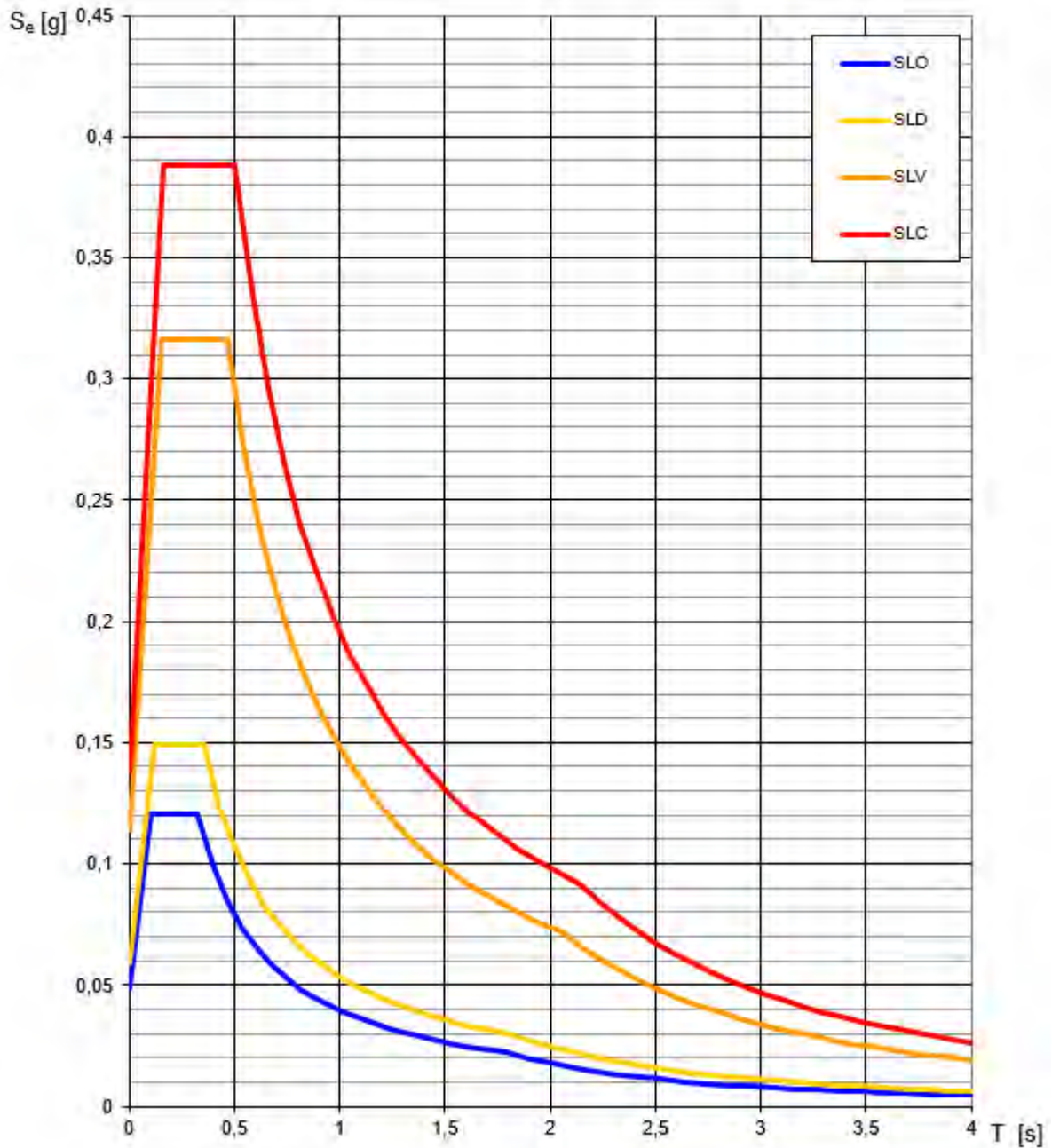


Fig. 122 - Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T8a1 – COMUNE DI CRACO (MT)**

**FASE 3 – Determinazione dell'azione di progetto**

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**

Stato Limite considerato SLV ▼ info

**Risposta sismica locale**

Categoria di sottosuolo B ▼ info       $S_s =$  1,200       $C_c =$  1,281 info

Categoria topografica T1 ▼ info       $h/H =$  0,000       $S_T =$  1,000 info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero ( $a_{max}$ ), dato dal prodotto di  $ag$  per il fattore  $S$  di incremento dell'accelerazione sismica massima  $ag$  ( $S = S_s \times S_T$ ), calcolata per il sito in esame, per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

**Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero ( $a_{max}$ ) – Sito Aerogeneratore T8a1**

Stato Limite	Coefficiente $S_s$	Coefficiente $S_T$	$S = S_s \times S_T$	$ag$	$a_{max} = ag \times S$
<b>SLO</b>	1,200	1,000	1,200	0,049	<b>0,0588</b>
<b>SLD</b>	1,200	1,000	1,200	0,059	<b>0,0708</b>
<b>SLV</b>	1,200	1,000	1,200	0,114	<b>0,1368</b>
<b>SLC</b>	1,200	1,000	1,200	0,138	<b>0,1656</b>



**SITO AEROGENERATORE T1a – COMUNE DI MONTALBANO JONICO (MT)**

**FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1**

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

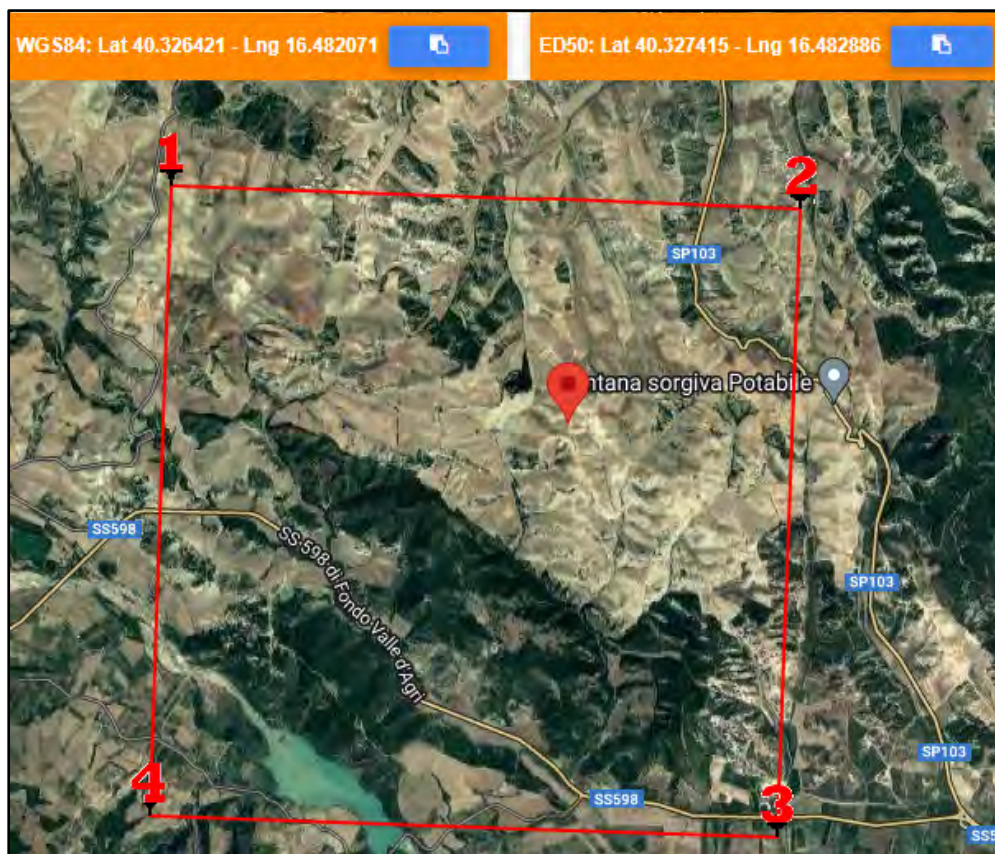


Fig. 123 - Nodi di reticolo intorno al sito Aerogeneratore T1a - Comune Montalbano Jonico (MT)

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

**Siti di riferimento per l'aerogeneratore T1a**

Sito 1 ID: 35232	Lat: 40,3462	Lon: 16,4416	Distanza: 4079,560
Sito 2 ID: 35233	Lat: 40,3445	Lon: 16,5071	Distanza: 2791,156
Sito 3 ID: 35455	Lat: 40,2945	Lon: 16,5047	Distanza: 4103,328
Sito 4 ID: 35454	Lat: 40,2962	Lon: 16,4393	Distanza: 5068,382

Latitudine = 40,327415 N

Longitudine = 16,482886 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

**Tabella dei valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$   
per i periodi di ritorno TR di riferimento.**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,037	2,419	0,278
50	0,045	2,430	0,315
72	0,052	2,471	0,342
101	0,059	2,530	0,359
140	0,066	2,555	0,373
201	0,074	2,574	0,408
475	0,095	2,680	0,445
975	0,114	2,781	0,469
2475	0,146	2,835	0,519

dove:

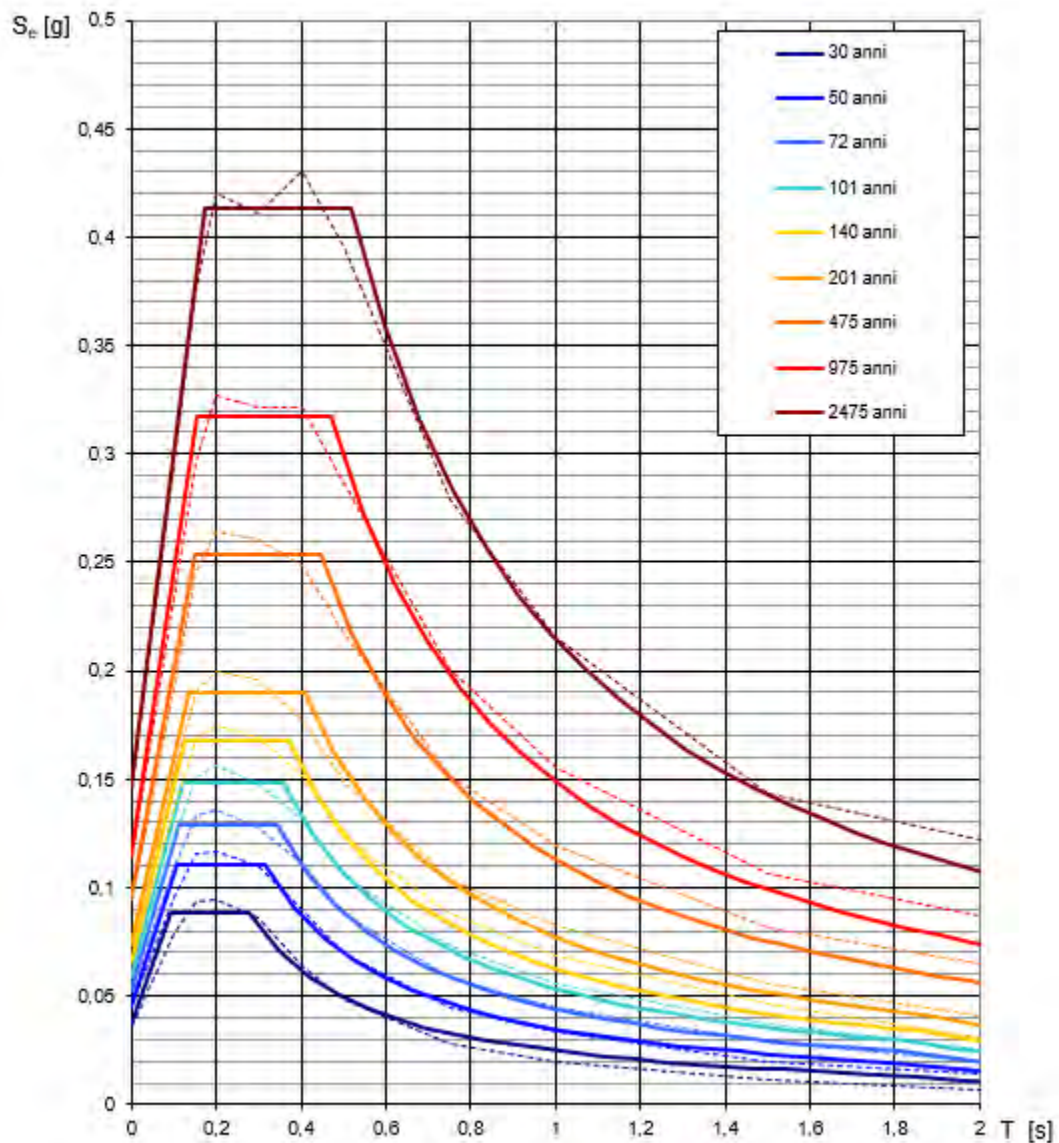
$a_g$  = accelerazione massima orizzontale del suolo della zona sismica, su sito di riferimento rigido orizzontale;

$F_0$  = 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, relativamente a sito di riferimento rigido orizzontale.

Coordinate del sito = Long. 16,482886 – Lat. 40,327415 (in gradi decimali)

### Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



NOTA:

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

Fig. 124 - Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento, per categoria di suolo A e superficie topografica T1



**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T1a – COMUNE DI MONTALBANO JONICO (MT)**

**FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione**

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

---

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	{	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input style="width: 60px;" type="text" value="60"/>
		SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input style="width: 60px;" type="text" value="101"/>
Stati limite ultimi - SLU	{	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input style="width: 60px;" type="text" value="949"/>
		SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input style="width: 60px;" type="text" value="1950"/>

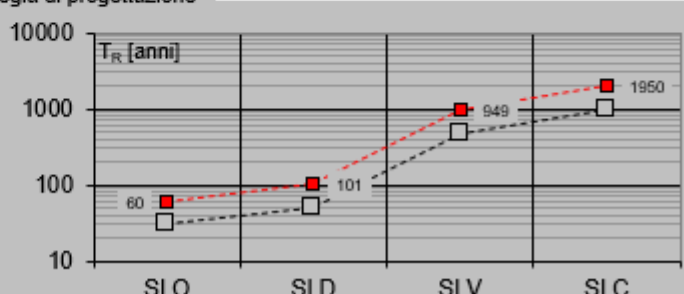
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0,049	2,451	0,328
SLD	101	0,059	2,529	0,359
SLV	949	0,113	2,777	0,468
SLC	1950	0,137	2,821	0,506

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

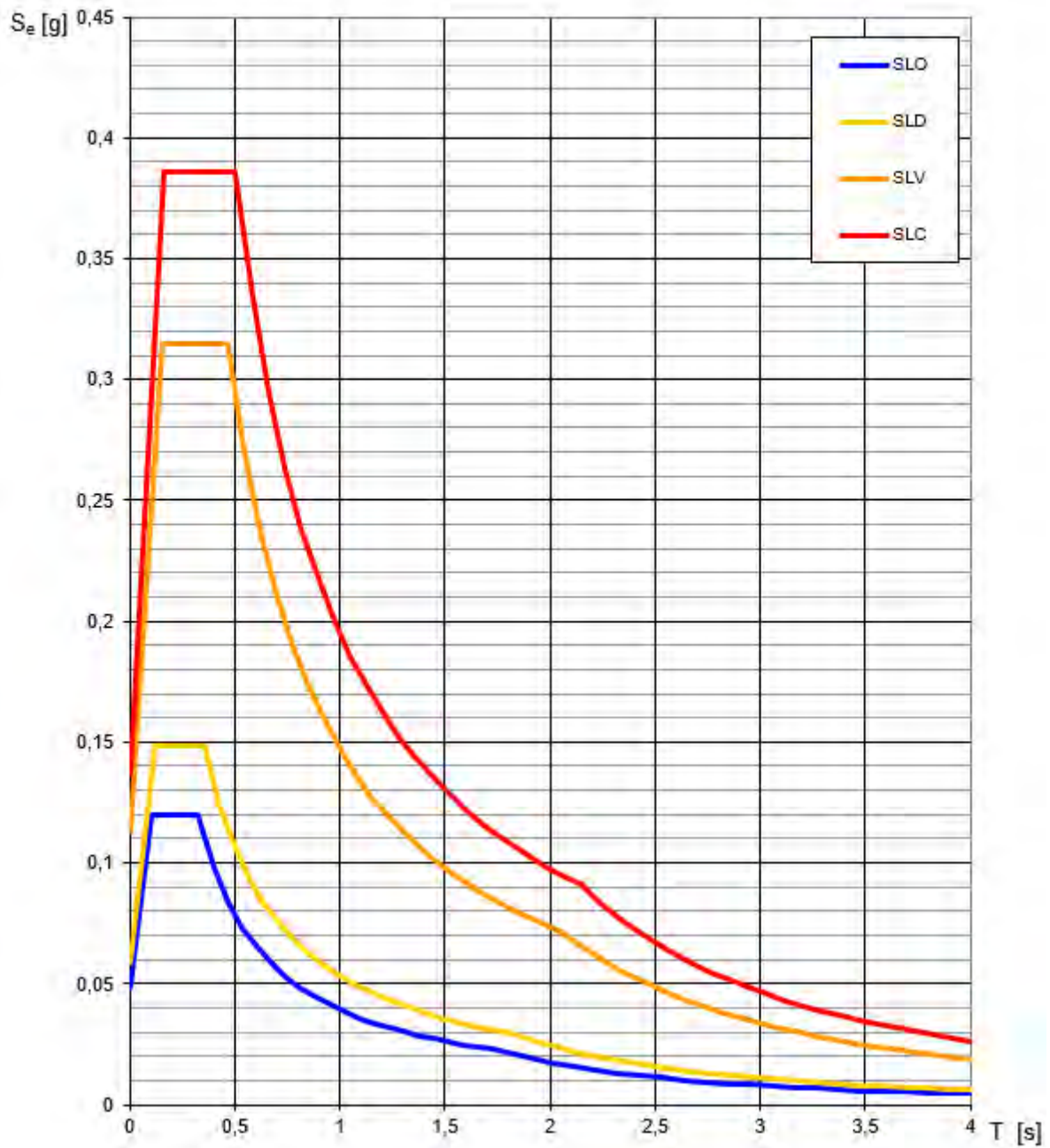


Fig. 125 - Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T1a – COMUNE DI MONTALBANO JONICO (MT)**

**FASE 3 – Determinazione dell'azione di progetto**

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**

Stato Limite considerato SLV info

**Risposta sismica locale**

Categoria di sottosuolo B info       $S_s =$  1,200       $C_c =$  1,280 info

Categoria topografica T1 info       $h/H =$  0,000       $S_T =$  1,000 info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

INTRO
FASE 1
FASE 2
**FASE 3**

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero ( $a_{max}$ ), dato dal prodotto di  $ag$  per il fattore  $S$  di incremento dell'accelerazione sismica massima  $ag$  ( $S = S_s \times S_T$ ), calcolata per il sito in esame, per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

**Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero ( $a_{max}$ ) – Sito Aerogeneratore T1a**

Stato Limite	Coefficiente $S_s$	Coefficiente $S_T$	$S = S_s \times S_T$	$ag$	$a_{max} = ag \times S$
<b>SLO</b>	1,200	1,000	1,200	0,049	<b>0,0588</b>
<b>SLD</b>	1,200	1,000	1,200	0,059	<b>0,0708</b>
<b>SLV</b>	1,200	1,000	1,184	0,113	<b>0,1356</b>
<b>SLC</b>	1,200	1,000	1,126	0,137	<b>0,1644</b>



**SITO AEROGENERATORE T7b1 – COMUNE DI MONTALBANO JONICO (MT)**

**FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1**

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATTITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 1 nodo
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

- Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, a "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

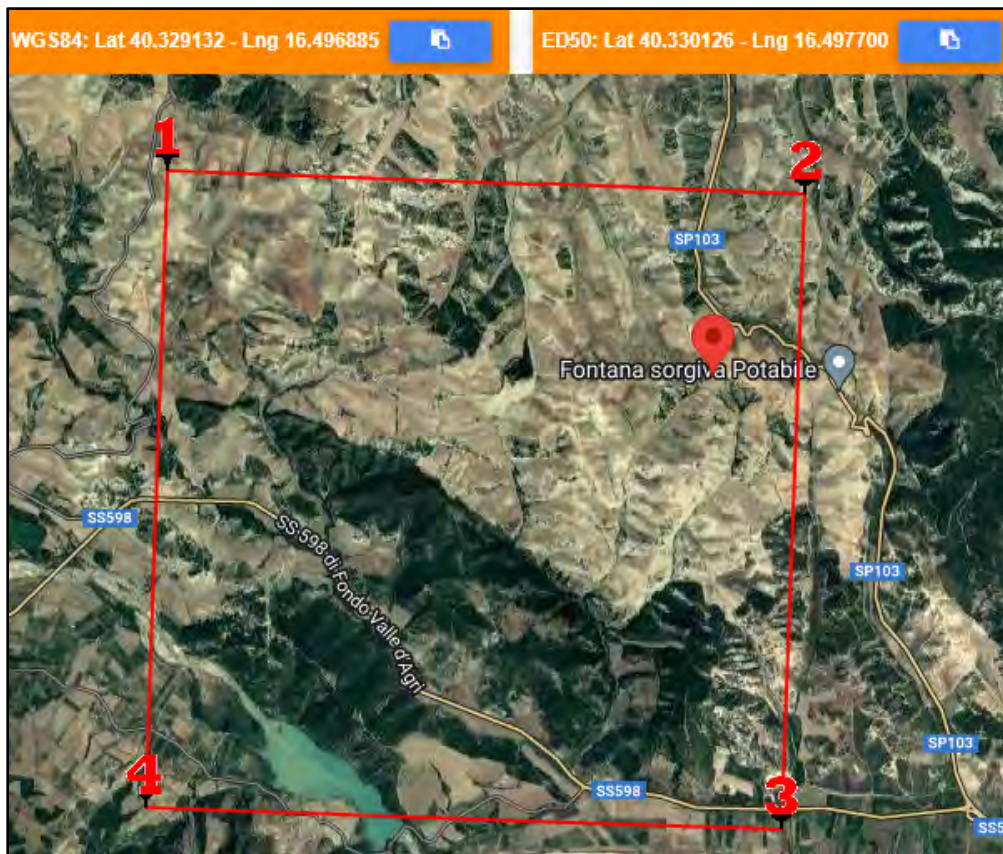


Fig. 126 - Nodi di reticolo intorno al sito Aerogeneratore T7b1 - Comune Montalbano Jonico (MT)

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

**Siti di riferimento per l'aerogeneratore T7b1**

Sito 1 ID: 35232	Lat: 40,3462	Lon: 16,4416	Distanza: 5084,056
Sito 2 ID: 35233	Lat: 40,3445	Lon: 16,5071	Distanza: 1780,392
Sito 3 ID: 35455	Lat: 40,2945	Lon: 16,5047	Distanza: 4007,250
Sito 4 ID: 35454	Lat: 40,2962	Lon: 16,4393	Distanza: 6223,579

Latitudine = 40,330126 N

Longitudine = 16,497700 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

**Tabella dei valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$   
per i periodi di ritorno TR di riferimento.**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,036	2,420	0,278
50	0,045	2,433	0,315
72	0,052	2,470	0,341
101	0,058	2,527	0,359
140	0,065	2,553	0,372
201	0,073	2,573	0,408
475	0,094	2,682	0,445
975	0,113	2,785	0,468
2475	0,145	2,827	0,519

dove:

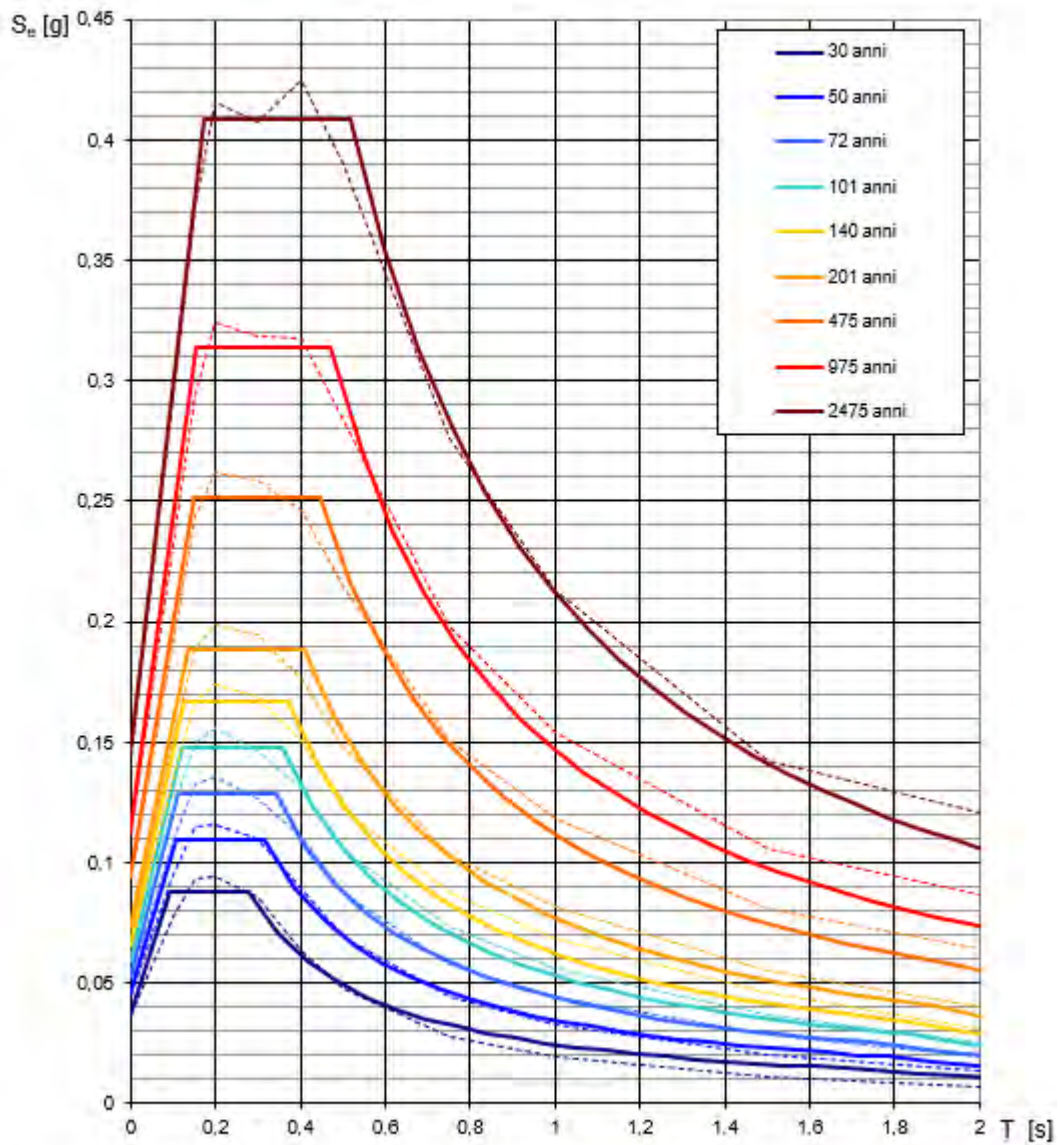
$a_g$  = accelerazione massima orizzontale del suolo della zona sismica, su sito di riferimento rigido orizzontale;

$F_0$  = 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, relativamente a sito di riferimento rigido orizzontale.

Coordinate del sito = Long. 16,497700 – Lat. 40,330126 (in gradi decimali)

### Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



NOTA:

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

Fig. 127 - Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento, per categoria di suolo A e superficie topografica T1



**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T7b1 – COMUNE DI MONTALBANO JONICO (MT)**

**FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione**

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

---

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

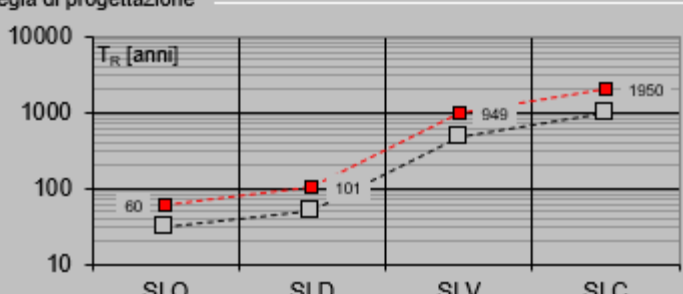
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	{	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="60"/>
		SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="101"/>
Stati limite ultimi - SLU	{	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="949"/>
		SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="1950"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0,049	2,452	0,328
SLD	101	0,058	2,526	0,359
SLV	949	0,112	2,781	0,467
SLC	1950	0,136	2,816	0,505

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

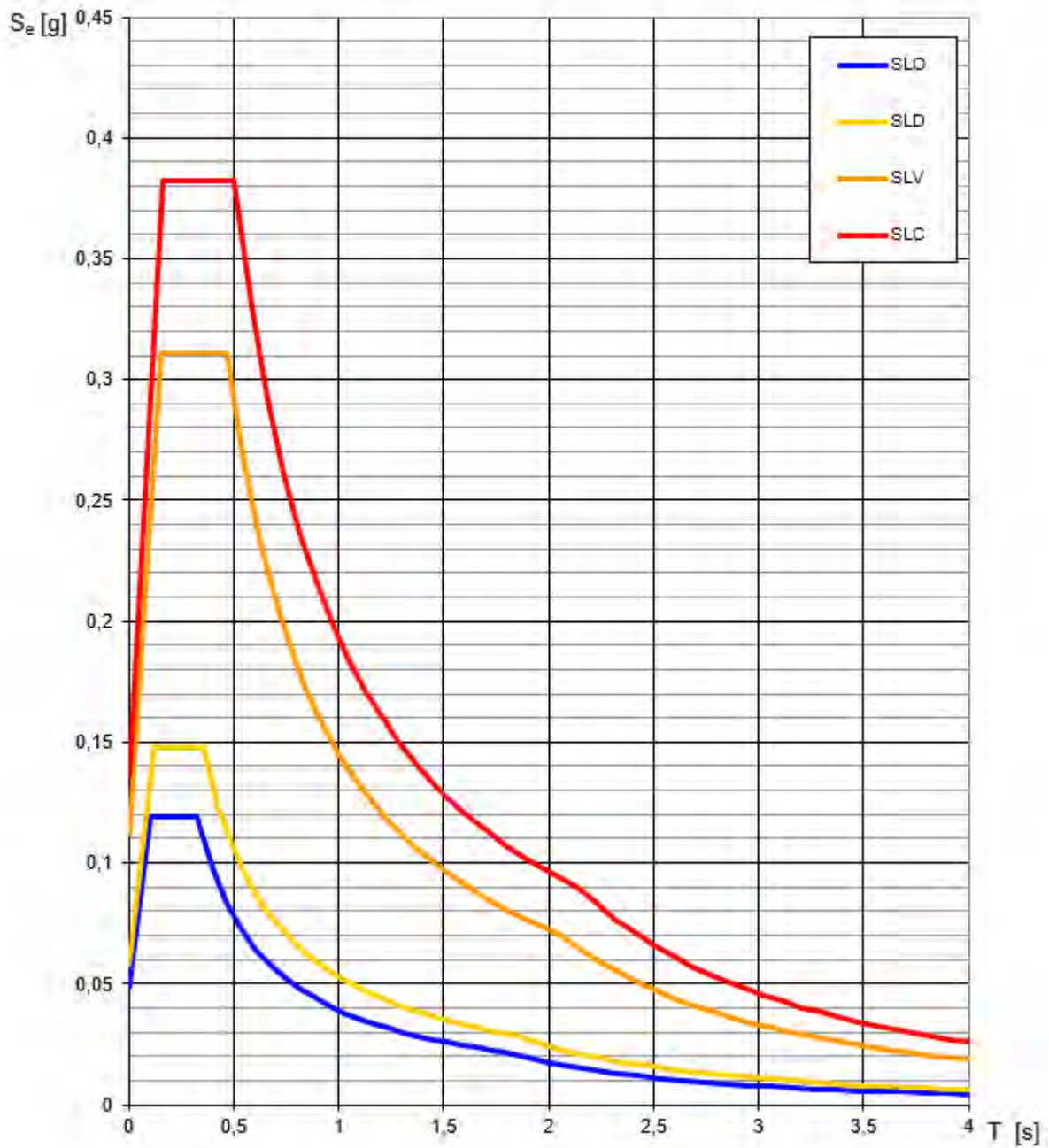


Fig. 128 - Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T7b1 – COMUNE DI MONTALBANO JONICO (MT)**

**FASE 3 – Determinazione dell'azione di progetto**

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO					
Stato Limite					
Stato Limite considerato		SLV	info		
Risposta sismica locale					
Categoria di sottosuolo		B	S <sub>s</sub> = 1,200		C <sub>c</sub> = 1,281 info
Categoria topografica		T1	h/H = 0,000		S <sub>T</sub> = 1,000 info
<small>(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)</small>					
INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3		

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero ( $a_{max}$ ), dato dal prodotto di  $ag$  per il fattore  $S$  di incremento dell'accelerazione sismica massima  $ag$  ( $S = S_s \times S_T$ ), calcolata per il sito in esame, per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

**Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero ( $a_{max}$ ) – Sito Aerogeneratore T7b1**

Stato Limite	Coefficiente S <sub>s</sub>	Coefficiente S <sub>T</sub>	S = S <sub>s</sub> x S <sub>T</sub>	ag	a <sub>max</sub> = ag x S
SLO	1,200	1,000	1,200	0,049	<b>0,0588</b>
SLD	1,200	1,000	1,200	0,058	<b>0,0696</b>
SLV	1,200	1,000	1,200	0,112	<b>0,1344</b>
SLC	1,200	1,000	1,200	0,136	<b>0,1632</b>



**SITO AEROGENERATORE T3-1 – COMUNE DI MONTALBANO JONICO (MT)**

**FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1**

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

---

**Nodi del reticolo intorno al sito**



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta



Interpolazione:

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia quindi la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

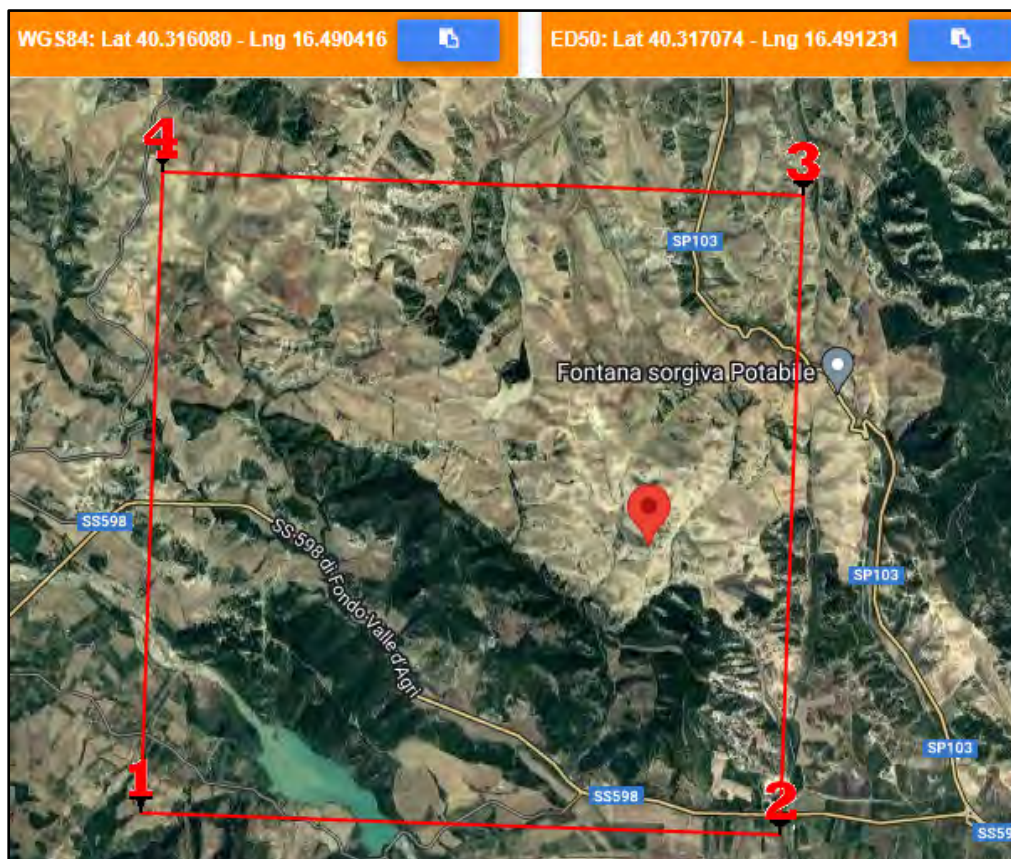


Fig. 129 - Nodi di reticolo intorno al sito Aerogeneratore T3-1 - Comune Montalbano Jonico (MT)

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

**Siti di riferimento per l'aerogeneratore T3-1**

Sito 1 ID: 35454	Lat: 40,2962	Lon: 16,4393	Distanza: 4977,029
Sito 2 ID: 35455	Lat: 40,2945	Lon: 16,5047	Distanza: 2760,163
Sito 3 ID: 35233	Lat: 40,3445	Lon: 16,5071	Distanza: 3327,684
Sito 4 ID: 35232	Lat: 40,3462 L	on: 16,4416	Distanza: 5313,236

Latitudine = 40,317074 N

Longitudine = 16,491231 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

**Tabella dei valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$   
per i periodi di ritorno TR di riferimento.**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,036	2,416	0,278
50	0,045	2,430	0,315
72	0,052	2,471	0,342
101	0,058	2,534	0,360
140	0,065	2,563	0,373
201	0,073	2,578	0,409
475	0,094	2,682	0,447
975	0,113	2,783	0,471
2475	0,144	2,859	0,522

dove:

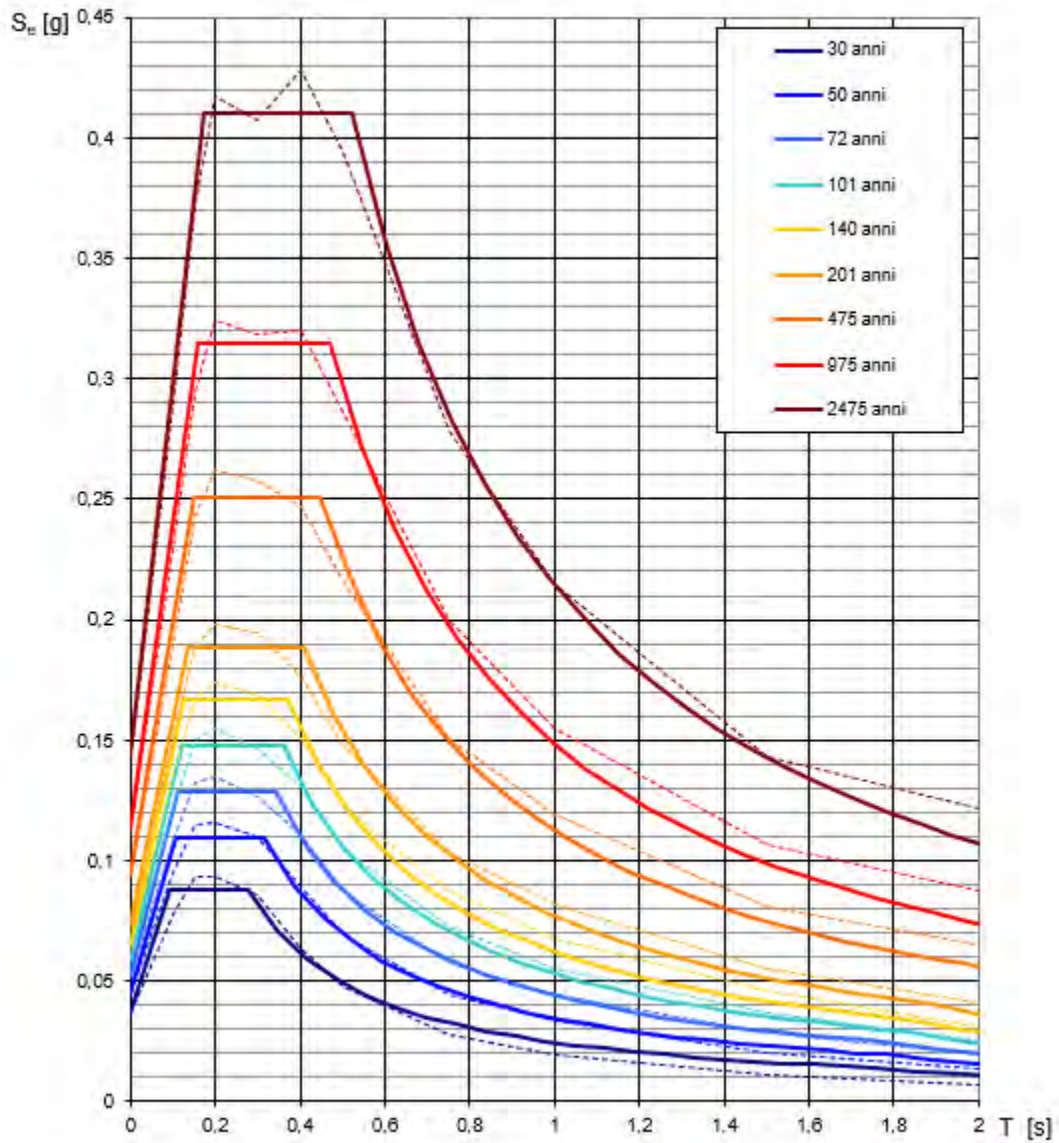
$a_g$  = accelerazione massima orizzontale del suolo della zona sismica, su sito di riferimento rigido orizzontale;

$F_0$  = 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, relativamente a sito di riferimento rigido orizzontale.

Coordinate del sito = Long. 16,491231 – Lat. 40,317074 (in gradi decimali)

### Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



NOTA:

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

Fig. 130 - Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento, per categoria di suolo A e superficie topografica T1



**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T3-1 – COMUNE DI MONTALBANO JONICO (MT)**

**FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione**

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

---

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	{	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="60"/>
		SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="101"/>
Stati limite ultimi - SLU	{	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="949"/>
		SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="1950"/>

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0,048	2,451	0,329
SLD	101	0,058	2,533	0,359
SLV	949	0,112	2,780	0,470
SLC	1950	0,135	2,839	0,508

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

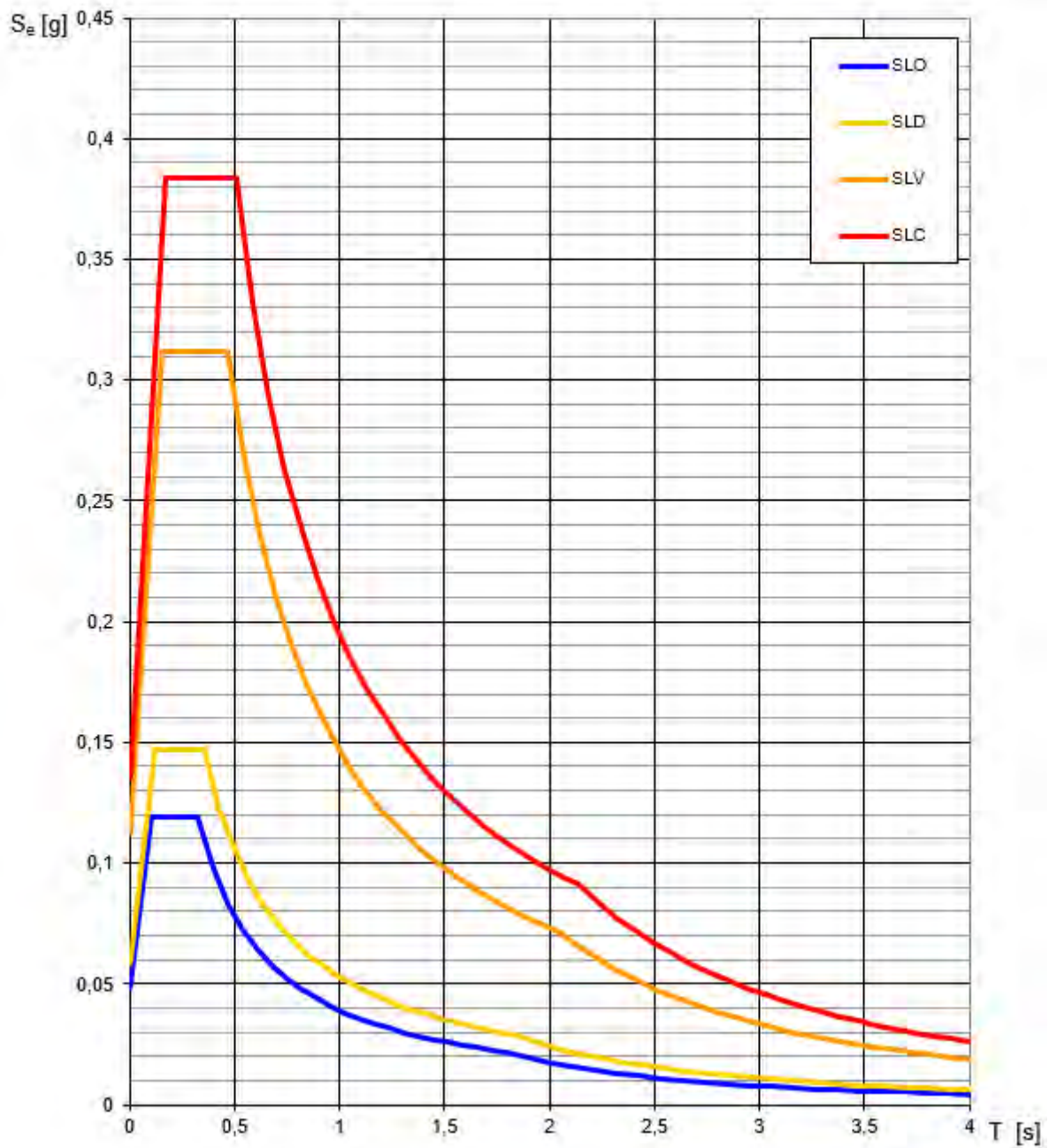


Fig. 131 - Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T3-1 – COMUNE DI MONTALBANO JONICO (MT)**

**FASE 3 – Determinazione dell'azione di progetto**

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO					
Stato Limite					
Stato Limite considerato		SLV	▼	info	
Risposta sismica locale					
Categoria di sottosuolo		B	▼	info	$S_s =$ 1,200 $C_c =$ 1,279 info
Categoria topografica		T1	▼	info	$h/H =$ 0,000 $S_T =$ 1,000 info
<small>(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)</small>					
INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3		

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero ( $a_{max}$ ), dato dal prodotto di  $ag$  per il fattore  $S$  di incremento dell'accelerazione sismica massima  $ag$  ( $S = S_s \times S_T$ ), calcolata per il sito in esame, per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

**Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero ( $a_{max}$ ) – Sito Aerogeneratore T3-1**

Stato Limite	Coefficiente $S_s$	Coefficiente $S_T$	$S = S_s \times S_T$	$ag$	$a_{max} = ag \times S$
SLO	1,200	1,000	1,200	0,048	<b>0,0576</b>
SLD	1,200	1,000	1,200	0,058	<b>0,0696</b>
SLV	1,200	1,000	1,200	0,112	<b>0,1344</b>
SLC	1,200	1,000	1,200	0,135	<b>0,1620</b>



**SITO AEROGENERATORE T5a – COMUNE DI MONTALBANO JONICO (MT)**

**FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1**

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Vanabilità dei parametri

---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

Nodi del reticolo intorno al sito



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle posti individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

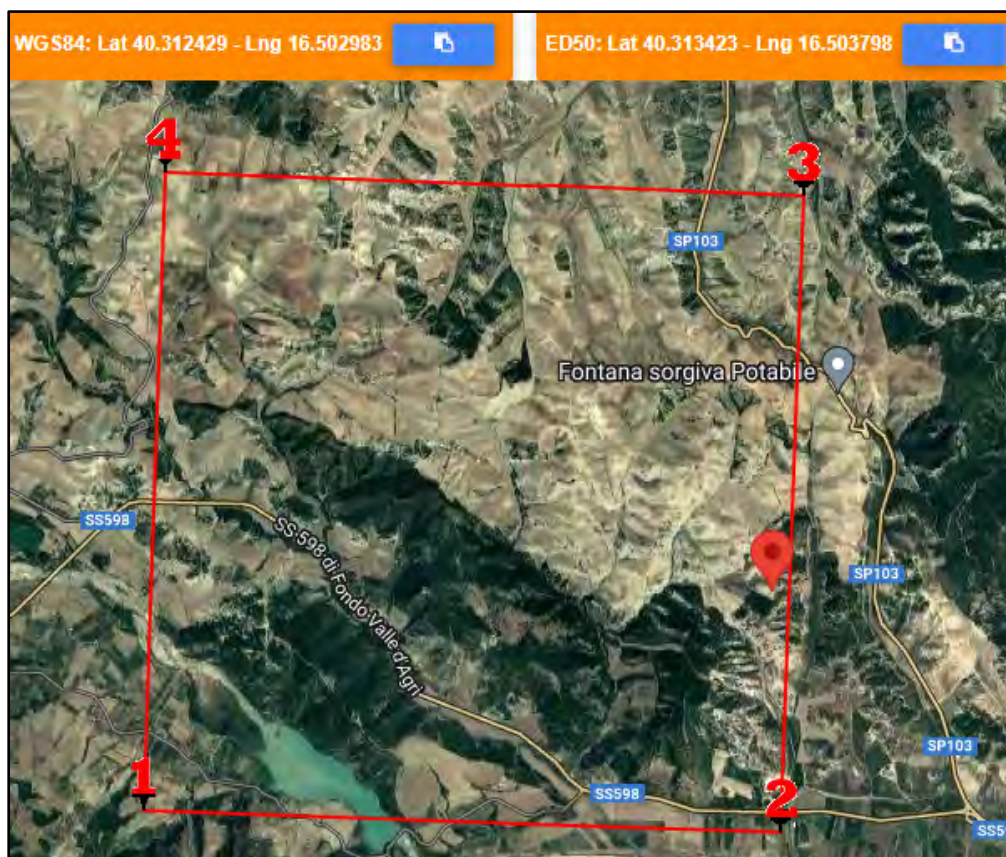


Fig. 132 - Nodi di reticolo intorno al sito Aerogeneratore T5a - Comune Montalbano Jonico (MT)

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

**Siti di riferimento per l'aerogeneratore T5a**

Sito 1 ID: 35454	Lat: 40,2962	Lon: 16,4393	Distanza: 5794,650
Sito 2 ID: 35455	Lat: 40,2945	Lon: 16,5047	Distanza: 2106,769
Sito 3 ID: 35233	Lat: 40,3445	Lon: 16,5071	Distanza: 3462,217
Sito 4 ID: 35232	Lat: 40,3462	Lon: 16,4416	Distanza: 6413,579

Latitudine = 40,313423 N

Longitudine = 16,503798 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

**Tabella dei valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$   
per i periodi di ritorno TR di riferimento.**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,036	2,415	0,277
50	0,045	2,431	0,315
72	0,052	2,470	0,342
101	0,058	2,534	0,360
140	0,064	2,566	0,373
201	0,072	2,579	0,409
475	0,093	2,685	0,448
975	0,112	2,788	0,472
2475	0,141	2,870	0,523

dove:

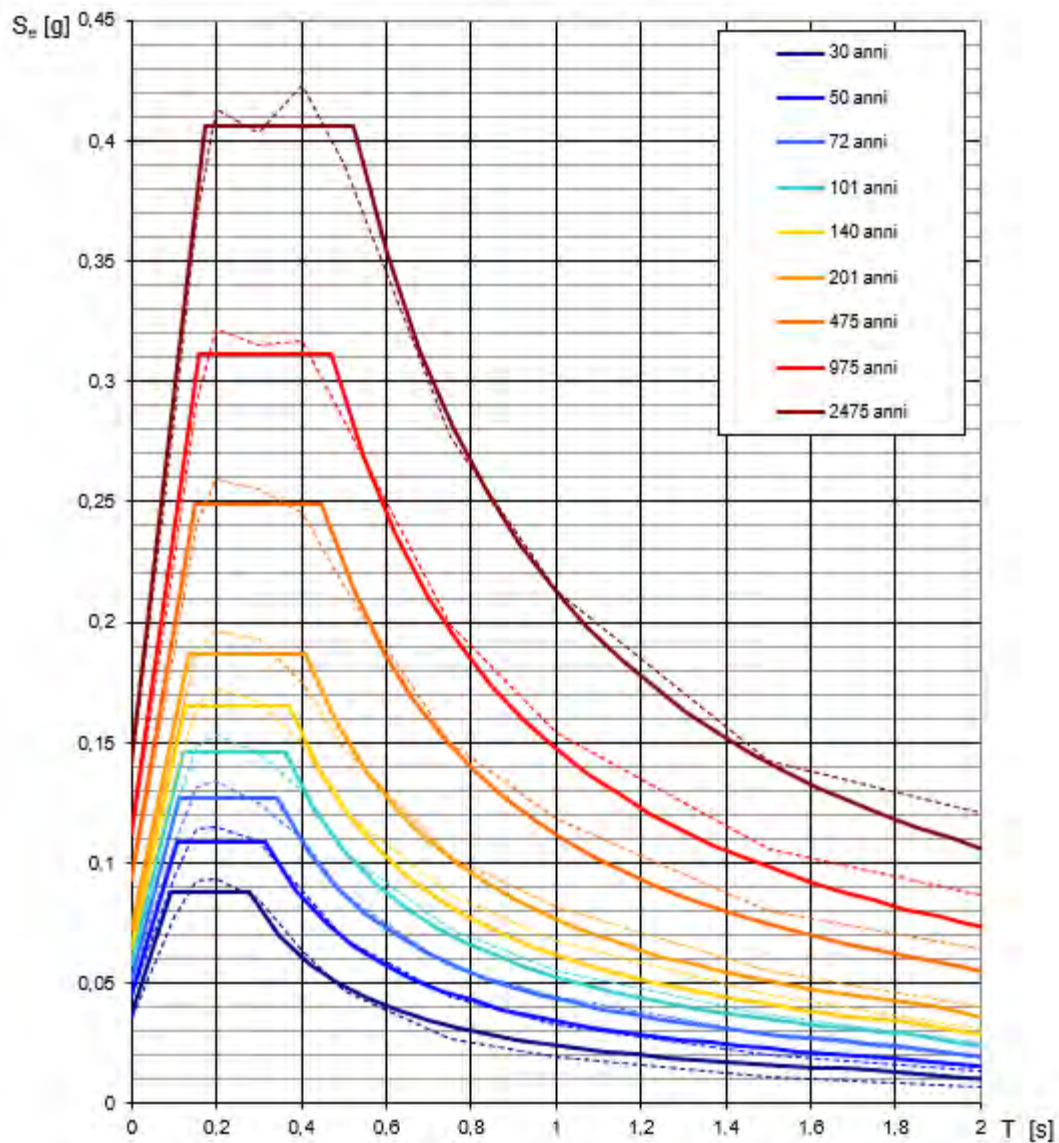
$a_g$  = accelerazione massima orizzontale del suolo della zona sismica, su sito di riferimento rigido orizzontale;

$F_0$  = 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, relativamente a sito di riferimento rigido orizzontale.

Coordinate del sito = Long. 16,503798 – Lat. 40,313423 (in gradi decimali)

### Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



NOTA:

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

Fig. 133 - Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento, per categoria di suolo A e superficie topografica T1



**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T5a – COMUNE DI MONTALBANO JONICO (MT)**

**FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione**

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

---

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	{	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="60"/>
		SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="101"/>
Stati limite ultimi - SLU	{	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="949"/>
		SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input style="width: 50px;" type="text" value="1950"/>

**Elaborazioni**

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



**LEGENDA GRAFICO**

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0,048	2,451	0,329
SLD	101	0,058	2,533	0,360
SLV	949	0,111	2,784	0,471
SLC	1950	0,133	2,849	0,510

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

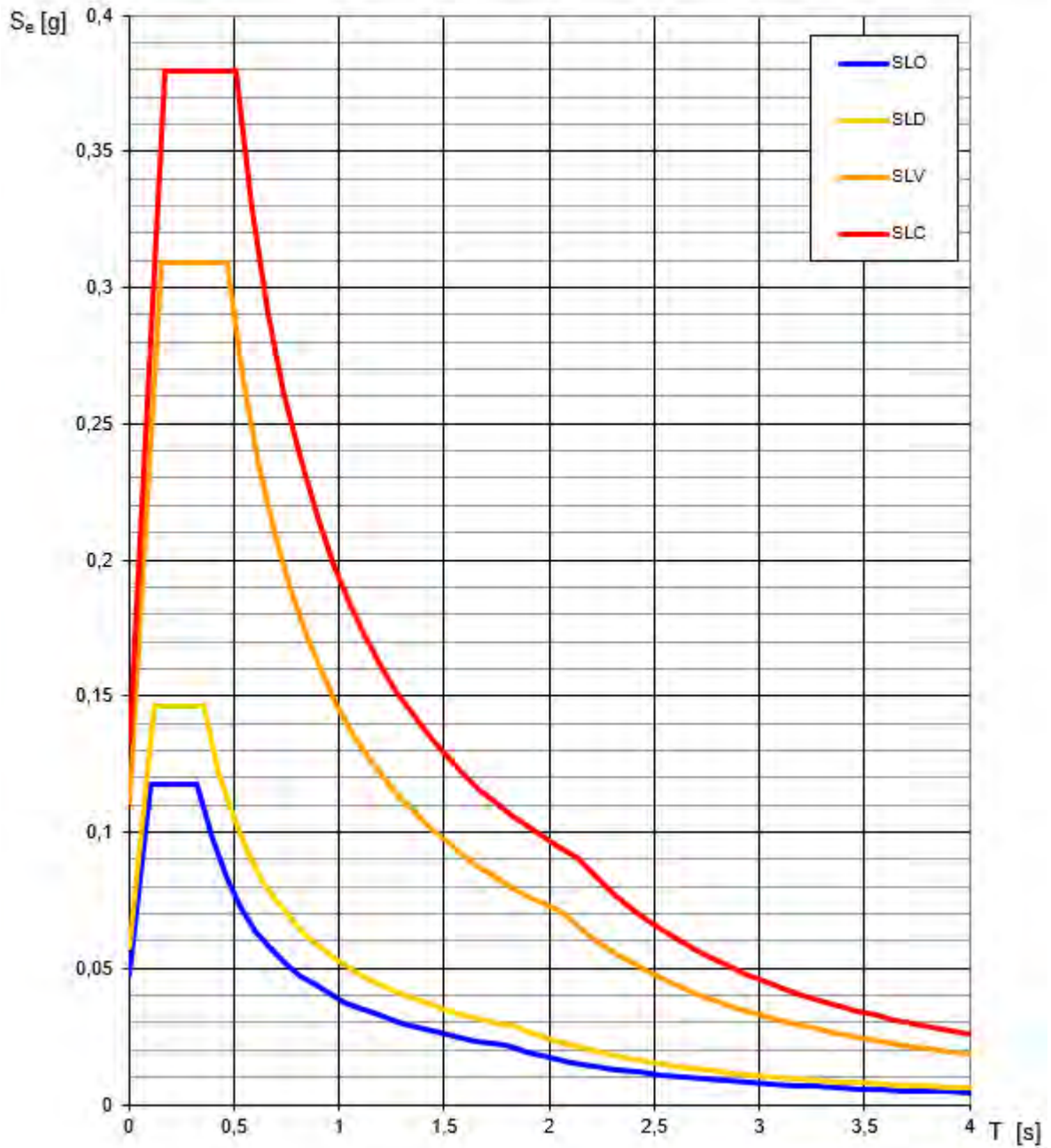


Fig. 134 - Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

**SITO D'IMPIANTO AEROGENERATORE T5a – COMUNE DI MONTALBANO JONICO (MT)**

**FASE 3 – Determinazione dell'azione di progetto**

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**

Stato Limite considerato  ▼ info

**Risposta sismica locale**

Categoria di sottosuolo  ▼ info       $S_s =$         $C_c =$   ▼ info

Categoria topografica  ▼ info       $h/H =$         $S_T =$   ▼ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero ( $a_{max}$ ), dato dal prodotto di  $ag$  per il fattore  $S$  di incremento dell'accelerazione sismica massima  $ag$  ( $S = S_s \times S_T$ ), calcolata per il sito in esame, per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

**Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero ( $a_{max}$ ) – Sito Aerogeneratore T5a**

Stato Limite	Coefficiente $S_s$	Coefficiente $S_T$	$S = S_s \times S_T$	$ag$	$a_{max} = ag \times S$
<b>SLO</b>	1,200	1,000	1,200	0,048	<b>0,0576</b>
<b>SLD</b>	1,200	1,000	1,200	0,058	<b>0,0696</b>
<b>SLV</b>	1,200	1,000	1,200	0,111	<b>0,1332</b>
<b>SLC</b>	1,200	1,000	1,200	0,133	<b>0,1596</b>



## 11. Verifica delle pericolosità dovuti agli effetti cosismici

In relazione a possibili scenari di pericolosità, oltre a fenomeni di amplificazione locale si possono registrare veri e propri fenomeni di instabilità dei terreni. Questi insorgono quando le forze (azioni) indotte da un terremoto superano la resistenza al taglio dei terreni provocandone la rottura. L'approccio a tale situazione reale consiste nell'individuare le condizioni di potenziale instabilità del terreno ed il margine di sicurezza rispetto a tale situazione in occasione dell'evento sismico atteso.

I terreni sottoposti a potenziale instabilità sono definiti sismicamente instabili, in cui gli sforzi ciclici indotti dal terremoto di riferimento uguagliano o superano la resistenza al taglio del terreno stesso che, non essendo in grado di trasmettere gli sforzi indotti, subisce collassi e rotture. Generalmente tali terreni sono caratterizzati da proprietà meccaniche molto scadenti, basse resistenze al taglio ed elevate deformabilità.

I possibili effetti che un terremoto può provocare in un determinato sito, in rapporto alle condizioni locali sono:

- fenomeni di liquefazione in terreni granulari fini;
- fenomeni di densificazione in terreni incoerenti, nonché asciutti o parzialmente saturi;
- movimenti franosi lungo pendii;
- cedimenti in terreni argillosi soffici;
- scorrimenti e cedimenti differenziali in corrispondenza di contatti geologici o di faglie.

I fenomeni sovraelencati sono imputabili principalmente alle proprietà geotecniche dei terreni e all'interazione fra onde sismiche e natura dei depositi.

Esiste un'abbondante bibliografia, a livello nazionale ed internazionale, relativa agli effetti cosismici indotti da terremoti sia di storico che di recente accadimento, di moderata o elevata magnitudo/intensità.

Oltre alla descrizione dei fenomeni ed alla ricostruzione dei meccanismi che presiedono al verificarsi di tali effetti di superficie, che corrispondono sempre a deformazioni di natura permanente del terreno e quindi a condizioni di rottura a seguito di sollecitazioni sismiche, tali studi sono volti alla definizione della occorrenza di ciascuna categoria di effetti in relazione a parametri quali: magnitudo dell'evento, distanza epicentrale ovvero distanza dalla linea di rottura desunta dalla distribuzione degli after-shock, accelerazione di picco (PGA), ecc..

## 11.1 Stabilità nei confronti della liquefazione

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. I fenomeni di liquefazione interessano in genere depositi sabbiosi saturi e dipendono principalmente da:

- proprietà geotecniche dei terreni;
- caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata;
- genesi e storia geologica dei terreni.

Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche è soggetto alla pressione litostatica, dovuta al peso dei sedimenti sovrastanti. Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante.

Nel terreno si possono generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento. Nei depositi la pressione di confinamento aumenta con la profondità, mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce.

La resistenza alla liquefazione quindi è maggiore con la profondità. Maggiore è la durata di un terremoto più alta è la possibilità che si arrivi (maggior numero di cicli) alla liquefazione. Inoltre, maggiore è l'ampiezza della vibrazione e della deformazione indotta e minore è il numero di cicli necessari per giungere a tale condizione.

La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso. Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione.

Il fenomeno della liquefazione si origina preferibilmente in sedimenti posti tra 1,00 m e 20,00 m di profondità dal piano campagna, come chiarisce la Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile "*Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*".

Le NTC richiedono una verifica alla suscettibilità di liquefazione dei terreni del sito sul quale insiste la progettazione di un manufatto. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

Il D.M. 17.01.2018 contiene al punto 7.11.3.4.2 le linee guida per valutare la suscettibilità alla liquefazione dei terreni. Una valutazione semplificata della suscettibilità può essere ottenuta considerando le seguenti condizioni:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti
- profondità media stagionale della falda
- tipo di deposito.

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

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di  $0,1g$ ;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$ , dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata a una tensione efficace verticale di 100 KPa, e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata a una tensione di verticale di 100 KPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 135 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in figura 136 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

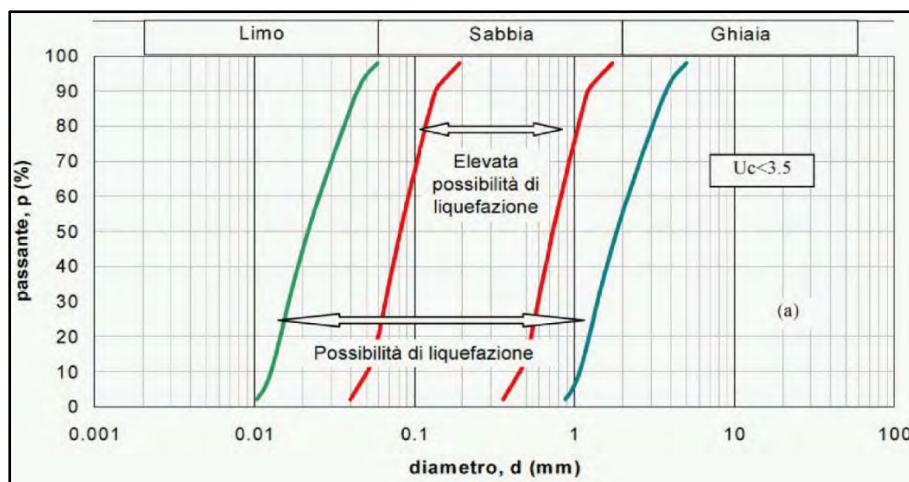


Fig. 135 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione ( $U_c < 3,5$ )

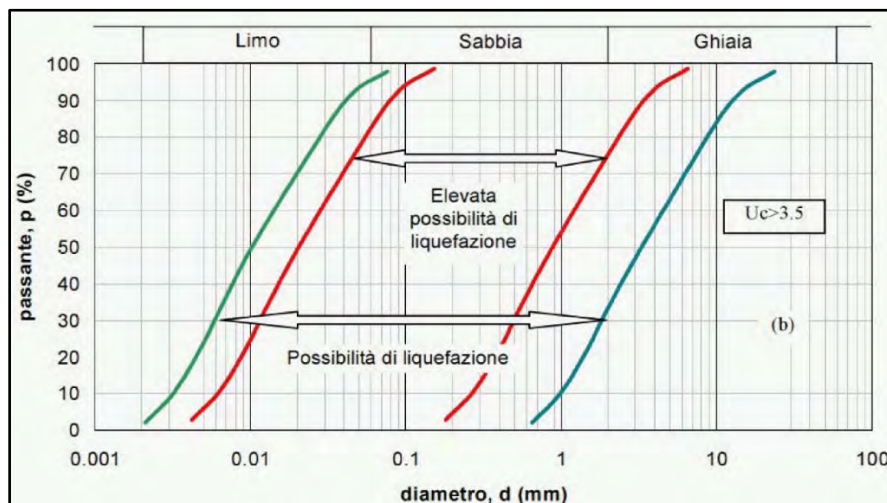


Fig. 136 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione ( $U_c > 3,5$ )



Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Quando nessuna delle condizioni risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

La verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio.

La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse.

La caratterizzazione sismica dell'area di studio è stata trattata nei capitoli precedenti di questa relazione, ai quali si rimanda.

Di seguito, si analizzano i dati disponibili per l'analisi dei quattro elementi predisponenti alla liquefazione.

#### **1. Condizione 1: accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;**

##### ***La condizione 1 non risulta soddisfatta in quanto:***

*Tutti i siti in esame ricadono in una categoria di sottosuolo B (cfr. Capitolo 9), in riferimento al valore di  $V_{s30}$  misurato a partire dal piano campagna. Per gli stessi siti è stato calcolato è stato determinato, per lo stato limite SLV, quanto segue:*

##### **Aerogeneratore T9a1**

✓ Valore di  $a_g = 0,118g$ , su suolo di categoria A, per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, ed i valori  $F_o = 2,754$  e  $T_{c^*} = 0,462$ . L'incremento dell'accelerazione sismica massima  $a_{max}$ , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione  $S = S_s \times S_T$ . Nel caso in esame  $S_s = 1,200$  ed  $S_T = 1,000$ , da cui si ricava che  $S = 1,200$ . Pertanto, l'accelerazione  $a_{max}$  attesa al piano campagna è  $a_g (0,118) \times S (1,200) = 0,1416$ .

##### **Aerogeneratore T3b1**

✓ Valore di  $a_g = 0,116g$ , su suolo di categoria A, per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, ed i valori  $F_o = 2,767$  e  $T_{c^*} = 0,463$ . L'incremento dell'accelerazione sismica massima  $a_{max}$ , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione  $S = S_s \times S_T$ . Nel caso in esame  $S_s = 1,200$  ed  $S_T = 1,000$ , da cui si ricava che  $S = 1,200$ . Pertanto, l'accelerazione  $a_{max}$  attesa al piano campagna è  $a_g (0,116) \times S (1,200) = 0,1392$ .

### **Aerogeneratore T10b1**

- ✓ Valore di  $a_g = 0,116g$ , su suolo di categoria A, per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, ed i valori  $F_o = 2,769$  e  $T_c^* = 0,467$ . L'incremento dell'accelerazione sismica massima  $a_{max}$ , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione  $S = S_s \times S_T$ . Nel caso in esame  $S_s = 1,200$  ed  $S_T = 1,000$ , da cui si ricava che  $S = 1,200$ . Pertanto, l'accelerazione  $a_{max}$  attesa al piano campagna è  $a_g (0,116) \times S (1,200) = 0,1392$ .

### **Aerogeneratore T6c**

- ✓ Valore di  $a_g = 0,115g$ , su suolo di categoria A, per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, ed i valori  $F_o = 2,772$  e  $T_c^* = 0,468$ . L'incremento dell'accelerazione sismica massima  $a_{max}$ , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione  $S = S_s \times S_T$ . Nel caso in esame  $S_s = 1,200$  ed  $S_T = 1,178$ , da cui si ricava che  $S = 1,414$ . Pertanto, l'accelerazione  $a_{max}$  attesa al piano campagna è  $a_g (0,115) \times S (1,178) = 0,1626$ .

### **Aerogeneratore T12b**

- ✓ Valore di  $a_g = 0,114g$ , su suolo di categoria A, per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, ed i valori  $F_o = 2,772$  e  $T_c^* = 0,469$ . L'incremento dell'accelerazione sismica massima  $a_{max}$ , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione  $S = S_s \times S_T$ . Nel caso in esame  $S_s = 1,200$  ed  $S_T = 1,174$ , da cui si ricava che  $S = 1,409$ . Pertanto, l'accelerazione  $a_{max}$  attesa al piano campagna è  $a_g (0,114) \times S (1,174) = 0,1606$ .

### **Aerogeneratore T8a1**

- ✓ Valore di  $a_g = 0,114g$ , su suolo di categoria A, per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, ed i valori  $F_o = 2,775$  e  $T_c^* = 0,467$ . L'incremento dell'accelerazione sismica massima  $a_{max}$ , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione  $S = S_s \times S_T$ . Nel caso in esame  $S_s = 1,200$  ed  $S_T = 1,000$ , da cui si ricava che  $S = 1,200$ . Pertanto, l'accelerazione  $a_{max}$  attesa al piano campagna è  $a_g (0,114) \times S (1,200) = 0,1368$ .

### **Aerogeneratore T1a**

- ✓ Valore di  $a_g = 0,113g$ , su suolo di categoria A, per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, ed i valori  $F_o = 2,777$  e  $T_c^* = 0,468$ . L'incremento dell'accelerazione sismica massima  $a_{max}$ , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione  $S = S_s \times S_T$ . Nel caso in esame  $S_s = 1,200$  ed  $S_T = 1,000$ , da cui si ricava che  $S = 1,200$ . Pertanto, l'accelerazione  $a_{max}$  attesa al piano campagna è  $a_g (0,113) \times S (1,200) = 0,1356$ .

### **Aerogeneratore T7b1**

- ✓ Valore di  $a_g = 0,112g$ , su suolo di categoria A, per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, ed i valori  $F_o = 2,781$  e  $T_c^* = 0,467$ . L'incremento dell'accelerazione sismica massima  $a_{max}$ , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione  $S = S_s \times S_T$ . Nel caso in esame  $S_s = 1,200$  ed  $S_T = 1,000$ , da cui si ricava che  $S = 1,200$ . Pertanto, l'accelerazione  $a_{max}$  attesa al piano campagna è  $a_g (0,112) \times S (1,200) = 0,1344$ .

### **Aerogeneratore T3-1**

- ✓ Valore di  $a_g = 0,112g$ , su suolo di categoria A, per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, ed i valori  $F_0 = 2,780$  e  $T_c^* = 0,470$ . L'incremento dell'accelerazione sismica massima  $a_{max}$ , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione  $S = S_s \times S_T$ . Nel caso in esame  $S_s = 1,200$  ed  $S_T = 1,000$ , da cui si ricava che  $S = 1,200$ . Pertanto, l'accelerazione  $a_{max}$  attesa al piano campagna è  $a_g (0,112) \times S (1,200) = 0,1344$ .

### **Aerogeneratore T5a**

- ✓ Valore di  $a_g = 0,111g$ , su suolo di categoria A, per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, ed i valori  $F_0 = 2,784$  e  $T_c^* = 0,471$ . L'incremento dell'accelerazione sismica massima  $a_{max}$ , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione  $S = S_s \times S_T$ . Nel caso in esame  $S_s = 1,200$  ed  $S_T = 1,000$ , da cui si ricava che  $S = 1,200$ . Pertanto, l'accelerazione  $a_{max}$  attesa al piano campagna è  $a_g (0,111) \times S (1,200) = 0,1332$ .

2. **Condizione 2: profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;**

#### ***La condizione 2 risulta soddisfatta in quanto:***

- ✓ dalle evidenze delle indagini realizzate in sito e dall'analisi della bibliografia disponibile per l'area di studio, si evince che la profondità media stagionale della falda è superiore a 15,00 m dal piano campagna.

***Per tale motivo ai sensi del D.M. 17.01.2018 - punto 7.11.3.4.2, è possibile omettere la verifica a liquefazione.***



## 12. Considerazioni tecniche e compatibilità geologica del progetto proposto

### 12.1 Descrizione sommaria delle opere da realizzare

Le valutazioni effettuate nel presente paragrafo sono volte a dimostrare la compatibilità geologica degli interventi di progetto, in accordo con quanto richiesto dalle Norme sopra richiamate. Per gli scopi del presente studio è necessario descrivere in maniera sintetica le opere da realizzare per meglio inquadrarne gli aspetti d'impatto idrogeologico salienti e per esprimere in maniera più compiuta un giudizio sulla loro compatibilità geologica: per una trattazione dettagliata si rimanda alla relazione tecnica del progetto.

Unità fondamentale dell'impianto è la postazione di macchina in cui trova collocazione ciascun aerogeneratore. Le postazioni di macchina sono tante quanti gli aerogeneratori da installare e, salvo inevitabili adattamenti locali dovuti alle differenze orografiche presenti in un sito alta collina, presentano il più elevato grado di standardizzazione possibile in termini di dimensioni, forma e disposizione dell'aerogeneratore al suo interno.

Si rammenta che nel caso specifico, prevedendo l'utilizzo di macchine di grande taglia, la trasformazione BT/MT trova posto nella torre che consente di contenere le apparecchiature elettriche per il collegamento ad un sistema di cavidotti interrati che portano l'energia elettrica fino al punto di consegna alla rete elettrica di distribuzione.

Le postazioni di macchina, opere di tipo "puntuale" se confrontate all'estensione complessiva dell'impianto, sono collegate da due sistemi a rete: uno, superficiale, è costituito dalla viabilità di servizio all'impianto che deve permettere l'accessibilità a ciascun aerogeneratore durante tutta la vita utile dell'impianto; l'altro, reso invisibile in quanto interrato, è formato da cavi di potenza e da una fibra ottica per i segnali.

Normalmente vi è convenienza a tenere sovrapposte queste due tipologie di opere lineari, facendo correre le linee elettriche interrate in asse o al bordo delle strade di servizio.

#### • Cavidotti

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, con protezioni meccaniche ove necessario, ad una profondità che prevede l'estradosso del cavo maggiore o uguale a 1 m. In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

La costruzione del cavidotto comporta, quindi, un impatto minimo per via della scelta del tracciato (in fregio alla viabilità), per il tipo di mezzo impiegato (un escavatore con benna stretta) e per la minima quantità di terreno da portare a discarica, potendo essere in gran parte riutilizzato per il rinterro dello scavo a posa dei cavi avvenuta. In aggiunta, la sua realizzazione avverrà senza

comportare profondi movimenti di terra che possano alterare in modo sostanziale e/o stabilmente il profilo del terreno.

Per quanto attiene la posa di cavi Mt interrati a margine di strade esistenti si precisa che, al termine dell'esecuzione dei lavori, si provvederà al ripristino della situazione ante operam delle carreggiate stradali; perciò gli interventi previsti non determineranno alcune modifiche territoriali o modifiche dello stato fisico dei luoghi.

- **Fondazioni degli aerogeneratori**

La struttura di fondazione sarà del tipo a plinto in calcestruzzo armato su pali trivellati a sezione circolare, disposti nei vertici e in corrispondenza delle sezioni mediane del plinto; il sistema dovrà essere adeguatamente proporzionato in modo da assorbire e trasmettere al terreno carichi e sollecitazioni prodotte dalla struttura sovrastante.

La sovrastante torre, a sezione tubolare, sarà resa solidale alla fondazione mediante un collegamento flangiato dato da una gabbia circolare di tirafondi, anch'essi in acciaio, inglobati nella stessa fondazione all'atto del getto. Il dado sarà completamente interrato o ricoperto dalla sovrastruttura in materiale arido della piazzola di servizio. La fondazione sarà costituita da una piastra tronco conica avente diametro e altezza complessiva di idonee dimensioni.

All'interno del plinto di fondazione sarà annegata una gabbia di ancoraggio metallica cilindrica dotata di una piastra superiore di ripartizione dei carichi ed una piastra inferiore di ancoraggio. Entrambe le piastre sono dotate di due serie concentriche di fori che consentiranno il passaggio di barre filettate ad alta resistenza, che, tramite dadi, garantiscono il corretto collegamento delle due piastre. A tergo dei lati del manufatto dovrà essere realizzato uno strato di drenaggio, munito di tubazione di drenaggio forata per l'allontanamento delle acque dalla fondazione.

- **Piazzole aerogeneratori**

Per consentire il montaggio degli aerogeneratori dovrà predisporre, nelle aree subito attorno alla fondazione, lo scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e compattazione di una idonea superficie.

Invece per quanto riguarda le aree temporanee, necessarie solo per il tempo sufficiente al montaggio della macchina, saranno predisposte delle aree appunto temporanee a seconda dei casi, subito adiacenti a quelle definitive, per lo stoccaggio temporaneo delle pale e del resto delle componenti della navicella, dei conci di torre e di ulteriori componenti e attrezzature necessari al montaggio. A montaggio ultimato queste aree, ad eccezione della piazzola definitiva, verranno riportate allo stato ante operam prevedendo il riporto di terreno vegetale per favorire la crescita di vegetazione spontanea.

Verrà invece mantenuta la piazzola definitiva, per la quale bisognerà provvedere a tenerla sgombra da piantumazioni allo scopo di consentire le operazioni di controllo e/o manutenzione delle macchine.

- **Viabilità di accesso al sito**

L'accesso al sito eolico è garantito da strade provinciali e/o comunali; le strade che collegheranno i rami dell'impianto alle WTG di progetto saranno create ex-novo. I cavidotti in media tensione di collegamento tra la cabina di sezionamento e la stazione elettrica di consegna (SE di utenza) saranno interrati lungo la sede viaria di strade vicinali e/o comunali esistenti così come la porzione di cavidotto AT che realizzerà l'interconnessione tra la Stazione di Utenza (SE) e la Stazione di Rete (SSE).

Nei tratti di viabilità esistente, quando necessari, saranno previsti adeguamenti del fondo stradale per tutto il tratto che conduce all'impianto. I tratti stradali di nuova costruzione, che si realizzeranno per il collegamento della viabilità esistente alle piazzole di montaggio delle WTG, saranno del tipo "strade bianche", con strato di fondazione e di usura in pietrame, senza alcuna stesura di calcestruzzo o conglomerato bituminoso.

- **Viabilità di servizio**

All'interno del sito è già presente una rete di viabilità a servizio dei fondi agricoli presenti. Essa sarà adeguata alle nuove necessità e solo dove necessario ne verrà creata di nuova e utilizzata per accedere ad ognuna delle piattaforme degli aerogeneratori, sia durante la fase di esecuzione delle opere sia nella successiva manutenzione del parco eolico e costituiranno peraltro una utile viabilità aperta a tutti per la fruizione del territorio.

Nella definizione del layout del nuovo impianto, quindi, è stata sfruttata la viabilità esistente sul sito (strade comunali, provinciali e vicinali, carrarecce, sterrate, piste, sentieri, ecc.), onde contenere gli interventi. Inoltre, in fase di esecuzione dei tracciati stradali sarà ottimizzato in particolar modo il deflusso delle acque onde evitare innesco di fenomeni erosivi, perdita di stabilità e turbamento del regime delle acque.

Le strade, ove possibile, saranno realizzate in modo tale da interessare marginalmente i fondi agricoli; essi avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire la morfologia propria del territorio evitando eccessive opere di scavo e riporto. La sezione stradale sarà realizzata in massiciata composta da uno strato di fondazione in misto calcareo di 40 cm, eventualmente steso su geotessile disteso alla base del cassonetto stradale a diretto contatto con il terreno, allo scopo di limitare al massimo le deformazioni e i cedimenti localizzati; superiormente sarà previsto uno strato di finitura/usura in misto stabilizzato, dello spessore di 20 cm.

- **Opere di ingegneria naturalistica**

Gli interventi di ingegneria naturalistica, intrapresi per la salvaguardia del territorio, dovranno avere lo scopo di:

- *intercettare i fenomeni di ruscellamento incontrollato che si verificano sui versanti per mancata regimazione delle acque;*
- *ridurre i fenomeni di erosione e di instabilità dei versanti;*
- *regimare in modo corretto le acque su strade, piste e sentieri;*



- *ridurre il più possibile l'impermeabilizzazione dei suoli creando e mantenendo spazi verdi e diffondendo l'impiego della vegetazione nella sistemazione del territorio.*

Pertanto, si prevede l'utilizzo del materiale vegetale vivo e del legname come materiale da costruzione, in abbinamento con materiali inerti come pietrame. L'area, dal punto di vista geomorfologico, è definita da dossi collinari di entità variabile. I deflussi sono comunque assenti per gran parte dell'anno. Gli interventi di ingegneria ambientale, all'interno dell'area del parco, sono minimi e serviranno per la regimentazione delle acque meteoriche, non si presentano condizioni di rischio frana o eccessiva erosione, anche e soprattutto per la natura del terreno.

Di seguito si elencano alcuni interventi che possono trovare riscontro nei lavori di consolidamento e regimentazione delle acque meteoriche all'interno del parco e lungo la viabilità esterna di accesso.

- a) Cunetta vivente: nel progetto proposto sono state previste per tutta la lunghezza della viabilità interna e in alcuni tratti di maggior pendenza, dove le semplici cunette potrebbero essere destabilizzate dall'acqua e con esse la strada. In pratica, si realizza un fosso a sezione trapezoidale dove vengono sistemati sul letto e sulle pareti, uno accanto all'altro, dei rami o delle stanghe vive in modo serrato, tenendoli fermi con pali vivi infissi nel terreno, ad intervalli da 2 a 4 m per mezzo di sagome in legno preparate in precedenza, oppure ad intervalli da 0,5 fino ad 1 m (uno dall'altro) posti lungo le pareti del fosso. Nel caso di portata idrica permanente si può consolidare il letto e la parte inferiore della parete del fosso con tavoloni.
- b) Canalizzazioni in pietrame e legno: nei casi di piccoli impluvi naturali che intercettano la viabilità di progetto, che possono spesso causare solchi ed erosione puntuale, si può prevedere la costruzione di canalizzazioni in legname e pietrame, di sezione trapezoidale avente lo scopo di convogliare le acque nei punti di recapito.
- c) Idrosemina e rivestimenti antierosivi: le tecniche con idrosemina sono impiegate soprattutto nelle situazioni in cui il terreno si trova completamente denudato e privo di copertura organica. Questa tecnica consente di generare in tempi brevi un manto vegetale di protezione. L'inerbimento ed il consolidamento mediante idrosemina consiste nello spruzzare ad alta pressione, sul terreno preventivamente preparato, una soluzione di acqua, semi, collante ed altri eventuali componenti. La possibilità di variare in molti modi la composizione delle miscele, rende l'idrosemina adatta alla soluzione di quasi tutti i problemi di rinverdimento. L'intervento è adatto a coprire grandi e medie superfici anche a elevata pendenza.

- **Opere idrauliche**

La durabilità delle strade e delle piazzole di un parco eolico è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche. La viabilità esistente sarà interessata da un'analisi dello stato di consistenza delle opere idrauliche già presenti: laddove necessario, tali opere idrauliche verranno ripristinate e/o riprogettate per garantire la corretta raccolta ed allontanamento delle acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti. Le scelte progettuali saranno condotte secondo principi di invarianza idraulica così da avere opere ad "impatto zero" sull'esistente reticolo idrografico, rispettando il regime idraulico ante operam e recapitando le acque superficiali presso gli impluvi ove naturalmente, oggi, sono convogliate. Il sistema di opere idrauliche, in uno con le caratteristiche della viabilità e delle piazzole del parco, non modificheranno né il reticolo di drenaggio esistente, né la risposta dei bacini per tutti gli aspetti che riguardano i meccanismi di formazione dei deflussi, di conseguenza non varieranno le caratteristiche di permeabilità e non si avranno praticamente variazioni della portata da scaricare.

Le acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti potranno essere raccolte ed allontanate dalle seguenti opere idrauliche:

- ✓ fossi di guardia in terra, eventualmente con fondo rivestito in pietrame;
- ✓ opere di dissipazione in pietrame;
- ✓ pozzetti in cls prefabbricato;
- ✓ arginello in terra;
- ✓ in fase di esecuzione, così come per le opere di bioingegneria, saranno scelte le opere migliori per il drenaggio delle acque meteoriche valutate caso per caso e a seconda dei risultati elaborati dalle relative indagini.

## **12.2 Compatibilità idrogeologica del progetto proposto**

Per giungere a dimostrare la compatibilità geologica delle opere di progetto e per meglio inquadrarne gli aspetti d'impatto idrogeologico salienti, in modo da poter esprimere in maniera più compiuta un giudizio sulla sua compatibilità geologica, è necessario è necessario descrivere in maniera sintetica lo stato dei luoghi del territorio in esame ed effettuare alcune considerazioni inerenti sia all'assetto territoriale, già precedentemente descritto, sia alla tipologia degli interventi che si intendono realizzare.

La caratterizzazione geomorfologica del territorio esaminato è stata effettuata individuando tutte quelle forme che consentono di caratterizzare i vari aspetti geomorfologici di un versante (rottture di pendio, solchi di erosione, terrazzi naturali e antropici, ecc.) che hanno permesso di individuare le forme denudazionali (erosionali e/o gravitative) e deposizionali, inquadrare nell'ambito del sistema crinale-versante-fondovalle, legate all'evoluzione più o meno recente del territorio nonché i processi che ne determinano il modellamento attuale.

Tale caratterizzazione ha messo in evidenza che nell'area di stretto interesse che sarà interessata dalla realizzazione del parco eolico non sono presenti fenomeni d'instabilità in atto,

non ci sono versanti in equilibrio precario (in terre o in roccia) che possano essere interessati da fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi, come pure sono assenti terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua, che possano essere sottoposti a possibili rifluimenti parziali o generalizzati, a causa dei fenomeni di liquefazione. I rilievi effettuati in campagna traggono, quindi, spiegazione dalle considerazioni sopra effettuate, e contemporaneamente le supportano come evidenze tangibili della loro coerenza. In merito alle opere da realizzare come sopra descritte possono esprimersi le seguenti considerazioni:

- 1) per la realizzazione degli aerogeneratori non sarà modificata la geometria dei luoghi con ingenti scavi e/o riporti, tagli, ecc., né saranno create neosuperfici esposte ad elevata pendenza: ciò si traduce nell'eliminazione di un ben noto fattore d'innesco di movimenti franosi dei terreni di copertura;
- 2) i carichi degli stessi aerogeneratori saranno trasferiti tramite fondazioni profonde ai terreni più consistenti del substrato geologico locale: in tal modo non si creano disequilibri di masse lungo il versante e di conseguenza non si determina un aumento della pericolosità da frana del territorio;
- 3) nello stesso tempo, tutte le opere previste per la posa in opera degli stessi non producono condizioni di concentrazione di deflusso superficiale tali da innescare processi di erosione e denudazione che possano evolvere in reali dissesti e, nello stesso tempo, non costituiscono ostacolo ai deflussi attualmente in essere nella zona;
- 4) gli scavi previsti per l'alloggiamento del cavidotto, per altro di minima entità, saranno realizzati per la maggior parte su tracciati stradali esistenti, per cui non peggiorano le condizioni di pericolosità idrogeologica attualmente presenti nel territorio.

Tanto premesso, ed alla luce degli interventi di progetto che ricadono nelle aree a pericolosità e rischio da frana (alcuni tratti del cavidotto interrato), è utile ricordare che il progetto proposto è un'opera di interesse pubblico riferita ad un servizio pubblico essenziale non delocalizzabile. Sicuramente rispetto al progetto proposto non esistono alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili perché il percorso individuato per il cavidotto è l'unico che consente di allacciare tutti gli aerogeneratori alla sottostazione utente individuata.

È da segnalare, poi, che la suddetta opera di interesse pubblico risulta sicuramente coerente con la pianificazione degli interventi di emergenza di protezione civile, in quanto con essi non interferisce in alcun modo e, per la sua realizzazione, non si ravvisa la necessità di realizzare preventivamente o contestualmente idonee opere di mitigazione del rischio esistente essendo lo stesso cavidotto, completamente interrato e per la quasi totalità su tracciati di strade esistenti, quindi non capace di ostacolare il normale deflusso delle acque in superficie ed in alveo, né tanto meno può essere coinvolto da eventuali fenomeni franosi perché sufficientemente interrato e protetto.



Per i motivi fin qui considerati è possibile esprimere valutazioni positive sulla compatibilità degli interventi da realizzare con l'assetto idrogeologico dell'area, in quanto gli stessi non pregiudicano la stabilità attuale della zona e sono da considerarsi, appunto, compatibili dal punto di vista idrogeologico con la situazione di pericolosità e di rischio da dissesti di versante attualmente sostenibile dal territorio. In definitiva, tutte le opere di progetto non interferiranno sull'assetto idrogeologico attuale del territorio in esame risultando pienamente in linea con il dispositivo vincolistico e tecnico del PAI varato dall'ex Autorità di Bacino della Basilicata, in quanto:

- *non peggiorano le condizioni di sicurezza attuali del territorio e di difesa del suolo;*
- *non costituiscono un fattore di aumento del rischio da dissesti di versante e/o elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio esistenti;*
- *non pregiudicano eventuali interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;*
- *non si producono modifiche sull'assetto morfologico, planimetrico ed altimetrico degli alvei;*
- *sono garantite le condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alle condizioni di pericolosità idrogeologica attualmente sostenibili dal territorio in cui si inserisce.*

Il processo di verifica, valutazione e stima della compatibilità geologica dell'intervento, sommariamente ripercorso in queste pagine, ha portato a stabilire che essa è, appunto verificata, stimata e valutata rispetto allo stato attuale, in quanto non si sono ravvisati condizioni geologiche tali da compromettere la realizzabilità dei lavori di progetto.

In conclusione, i risultati dello studio di compatibilità idrogeologica effettuato sui diversi aspetti geomorfologici, idrogeologici e geolitologici dei siti in esame permette di affermare che gli interventi proposti sono in linea con il disposto delle misure di salvaguardia dell'ex Autorità di competenza territoriale, rientrando, a tutti gli effetti, tra gli interventi adottabili, in quanto non interferiscono con i dissesti idrogeologici presenti o potenziali dell'area e soprattutto non creano nuove condizioni di rischio attualmente sostenibili dal territorio, così come richiesto dalle Norme di Attuazione e Prescrizioni di Piano. Tutte queste considerazioni, associate alle conoscenze geologiche acquisite nel corso dello studio di dettaglio eseguito, consentono di affermare che l'area in esame rientra in un territorio che per le sue generali condizioni risulta idoneo ad accogliere i lavori di progetto, che verranno messi in atto adottando tutti gli accorgimenti necessari per garantire la funzionalità e la sicurezza delle opere.

*A valle del presente studio, viste le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche delle aree esaminate, e per i motivi fin qui considerati, è possibile affermare che il progetto per la realizzazione dell'impianto eolico previsto nei Comuni di Craco e Montalbano Jonico in provincia di Matera, nelle località Bersagliere Valle de Preti, è da considerarsi compatibile con le condizioni di pericolosità e di rischio idrogeologico attualmente presenti nel territorio esaminato in quanto non altera l'equilibrio idrogeologico dell'area in cui si inserisce e dell'ambito geomorfologico di riferimento.*

### 13. Campagna di indagini geognostiche previste per il progetto esecutivo

La progettazione prevede l'installazione di n°10 aerogeneratori di grande dimensione ed altezza che dovranno essere adeguatamente fondati al fine di garantire idonea stabilità agli stessi ai fini statici, dinamici connessi alle sollecitazioni del vento, nonché sismici imposti dalla risposta microsismica del sito di installazione. Gli aerogeneratori saranno poi collegati tra di loro dal cavidotto di raccolta e trasferimento dell'energia prodotta da ciascuno di essi fino alla sottostazione di consegna dell'energia.

La caratterizzazione geologica inerente la fase definitiva di progetto si è basata su una prima campagna di indagini geognostiche in sito consistente nella realizzazione di prove penetrometriche dinamiche continue e prospezioni sismiche superficiali del tipo M.A.S.W. per alcuni siti interessati dalle opere.

Nella successiva fase progettuale esecutiva, sulla base delle generali caratteristiche geologiche, strutturali, geomorfologiche ed idrogeologiche e sismiche dell'areale di progetto dovranno essere realizzati i seguenti accertamenti geognostici investigativi di dettaglio al fine di garantire alla progettazione la idonea sicurezza:

1. Realizzazione di n°11 perforazioni di sondaggio con carotaggio in continuo dei suoli, approfondite fino a quote di 35 metri dalla superficie, in corrispondenza di ciascuna postazione aerogeneratore e cabina di consegna dell'energia, al fine di definire in maniera puntuale la successione litostratigrafica di ciascun sito e di effettuare prove geotecniche e prelievo di campioni per le caratterizzazioni geotecniche in laboratorio autorizzato dal Ministero dei Lavori Pubblici;
2. installazione di n°11 piezometri a tubo aperto da installarsi in ciascuno dei fori di sondaggio al fine di monitorare l'assetto idrogeologico sotterraneo dei suoli di progetto;
3. esecuzione di n°5 prove S.P.T. in foro di sondaggio per ciascuna perforazione;
4. prelievo di n°3 campioni di terreno indisturbati con campionatore sottile Shelby;
5. analisi presso laboratorio geotecnico autorizzato dal Ministero LL.PP. dei campioni di terreno prelevati, per la determinazione dei parametri fisici e meccanici delle varie unità litologiche presenti.

Le perforazioni saranno caratterizzate dalle seguenti modalità operative:

- carotaggio continuo e rappresentativo del terreno attraversato;
- descrizione stratigrafica a carattere geotecnico dei suoli attraversati;
- prelievo di campioni indisturbati di terreno in numero di due per ciascun sondaggio;
- prove geotecniche di laboratorio sulle singole unità litostratigrafiche presenti;
- esecuzione di prove geotecniche e geomeccaniche in foro;
- determinazione della eventuale presenza di falde sotterranee e loro relativa quota piezometrica e soggiacenza, se presente;
- rilievi e monitoraggio in fase di perforazione dei parametri di perforazione (resistenza all'avanzamento, perdita di fluidi di circolazione, usura corone diamantate, coppia di perforazione) con finalità di accertamento geotecnico della competenza geomeccanica dei singoli livelli attraversati.

#### ATTREZZATURE DI PERFORAZIONE

Per l'esecuzione dei sondaggi saranno utilizzate macchine dotate di sonda a rotazione sia di tipo gommato che cingolato in funzione delle difficoltà tecnico-operative di accesso ai terreni e come dettate dalle locali condizioni morfotopografiche e di imbibizione idrica dei terreni.

#### UTENSILI DI PERFORAZIONE

La perforazione sarà eseguita a rotazione e "carotaggio continuo" con aste e carotiere, utilizzando carotieri semplici del diametro di 101 mm e rivestimenti del diametro di 127 mm.

#### PROVE GEOTECNICHE IN FORO

Nel corso delle perforazioni di sondaggio si procederà altresì alla esecuzione di prove con penetrometro tascabile sulle carote estratte dal carotiere, allo scopo di avere una prima stima delle caratteristiche geotecniche del materiale, e prove S.P.T. nei fori di sondaggio.

#### ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO

Nel corso delle perforazioni di sondaggio si procederà per ciascuna di esse al prelievo di campioni di suolo in fase di perforazione tramite campionatore a pareti sottili di tipo Shelby. Saranno prelevati almeno n°3 campioni di suolo da ciascun sondaggio eseguito. Il prelievo dei campioni sarà effettuato in modo da caratterizzare le unità litostratigrafiche ritenute importanti ai fini geotecnici per l'appoggio degli aerogeneratori.

I campioni prelevati in tal modo, subito dopo il loro prelievo, saranno sigillati in modo da evitare perdita di umidità e quindi rappresentatività della prova da compiersi sui medesimi nel medesimo campionatore utilizzato per il prelievo tramite paraffina liquidificata ed inviati nella medesima giornata al laboratorio geotecnico designato ed autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.



Le prove da effettuarsi dal laboratorio sui singoli campioni inviati vengono riportate nella scheda seguente, gli esiti analitici delle prove di laboratorio saranno utilizzati per la caratterizzazione litotecnica delle unità di appoggio fondali.

Su ciascun campione saranno pertanto effettuate le seguenti prove di caratterizzazione:

- determinazione della massa volumica mediante fustella e pesata;
- determinazione del peso specifico dei granuli;
- determinazione del peso di volume secco e saturo;
- determinazione dell'indice dei vuoti, della porosità e del grado di saturazione;
- determinazione della resistenza alla punta con pocket penetrometer;
- analisi granulometrica per via secca per vagliatura;
- analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro;
- determinazione dei limiti di plasticità e liquidità;
- prova di consolidazione edometrica ad incrementi di carico controllati;
- prova triassiale UU o prova di compressione uniassiale
- prova di espansione laterale libera.

Postiglione, Novembre 2022

Il Geologo

*dott. Antonio Viggiano*



Il Geologo

*dott. Mattia Lettieri*



*Allegati alla relazione*

- *Rapporto delle indagini eseguite in sito*
- *Indagini disponibili per l'area di studio prese in considerazione*

## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

**Committente:**

**Comune:** Montalbano Jonico e Craco (MT)

**Località:** Parco Eolico

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali del Penetrometro TG 20-30 4x4 PAGANI : DPM (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta conica	10 cm <sup>2</sup>
Angolo di apertura punta	60°
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Energia specifica per colpo	6.0 Kg/cm <sup>2</sup>
Coeff. Correlazione	0.783
Rivestimento/fanghi	No



### Classificazione ISSMFE (1988) delle Sonde Penetrometriche Dinamiche

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa battente in Kg
Leggero	DPL (Light)	M<10
Medio	DPM (Medium)	10<M<40
Pesante	DPH (Heavy)	40<M<60
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	M>60



### Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi d) misurando il numero di colpi N necessari. Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura a)
- avanzamento (penetrazione) d
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	M ≤10	8
Medio	DPM (Medium)	10 < M < 40	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	40 ≤ M < 60	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	M ≥ 60	25

### Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- *DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE):*  
 massa battente M= 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento d= 10 cm, punta conica (a=60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;
- *DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)*

massa battente M= 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento d= 10 cm, punta conica (a= 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;

- *DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)*

massa battente M= 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento d=30 cm, punta conica (a= 60°), diametro D= 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm<sup>2</sup>, rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- *DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)*

massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento d=20-30 cm, punta conica (a= 60°-90°) diametro D= 50.5 mm, area base cono A= 20 cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico: talora previsto.

### Correlazione con N<sub>spt</sub>

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>.

Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

d = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (d/ N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

### **Metodologia di Elaborazione.**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico *Dynamic Probing* della *GeoStru Software*. Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981. Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche. Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa. In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

## **VALUTAZIONI STATISTICHE E CORRELAZIONI**

### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di *Dynamic Probing*, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

**Media:** Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media minima:** Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Massimo:** Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Minimo Valore:** minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Scarto quadratico medio:** Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media deviata:** Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media + s Media + scarto:** (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media - s Media - scarto:** (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier,



applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione  $d = 1$  m.

### **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

#### **Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso la relazione di SHI-MING (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di SHI-MING.

#### **Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda**

$$N_{spt} \text{ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato. La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda) .

#### **Angolo di Attrito**

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a profondità < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. Correlazione storica molto usata, valevole per profondità < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (condizioni ottimali per profondità < 4 m sopra falda e < 7 m per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38°.
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (condizioni ottimali per profondità > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977) - Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi).
- Shioi-Fukuni (1982) (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (condizioni ottimali per profondità di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (condizioni ottimali per profondità > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con % di limo > 5% a profondità < 3 m
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

### **Densità relativa (%)**

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

### **Modulo Di Young (Ey)**

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

### **Modulo Edometrico**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia.
- Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

### **Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

### **Peso di volume saturo**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$  t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95).

## **Correlazioni geotecniche dei terreni coesivi**

### **Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli - correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt <8, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Sanglerat, da dati penetrometro statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.

- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per argille e limi argillosi con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago). Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982, valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.

#### **Modulo Edometrico-Confinato (Mo)**

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq) -, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli ( $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt}=6-12$ ).

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

#### **Peso di volume saturo**

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa  $G=2,70$  (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ( $N_{spt}=0$ ) a 0,545 ( $N_{spt}=28$ )



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA Pd 1**

Committente:

Profondità prova: 5,90 m

Località: Comune di Montalbano Jonico (MT) - AEROGENERATORE T5a

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	9	0,857	29,12	34,00	1,46	1,70
0,20	15	0,805	45,59	56,66	2,28	2,83
0,30	13	0,803	39,42	49,11	1,97	2,46
0,40	13	0,801	39,32	49,11	1,97	2,46
0,50	13	0,799	39,23	49,11	1,96	2,46
0,60	12	0,847	38,40	45,33	1,92	2,27
0,70	11	0,845	35,12	41,55	1,76	2,08
0,80	10	0,843	31,86	37,78	1,59	1,89
0,90	9	0,842	27,24	32,37	1,36	1,62
1,00	9	0,840	27,18	32,37	1,36	1,62
1,10	11	0,838	33,15	39,56	1,66	1,98
1,20	10	0,836	30,08	35,96	1,50	1,80
1,30	10	0,835	30,01	35,96	1,50	1,80
1,40	11	0,833	32,95	39,56	1,65	1,98
1,50	15	0,781	42,14	53,95	2,11	2,70
1,60	15	0,780	42,05	53,95	2,10	2,70
1,70	16	0,778	44,76	57,54	2,24	2,88
1,80	13	0,776	36,30	46,75	1,81	2,34
1,90	12	0,825	33,96	41,18	1,70	2,06
2,00	10	0,823	28,25	34,32	1,41	1,72
2,10	8	0,822	22,56	27,45	1,13	1,37
2,20	7	0,820	19,70	24,02	0,99	1,20
2,30	7	0,819	19,67	24,02	0,98	1,20
2,40	8	0,817	22,43	27,45	1,12	1,37
2,50	7	0,816	19,60	24,02	0,98	1,20
2,60	6	0,814	16,77	20,59	0,84	1,03
2,70	5	0,813	13,95	17,16	0,70	0,86
2,80	14	0,761	36,58	48,05	1,83	2,40
2,90	9	0,810	23,92	29,54	1,20	1,48
3,00	6	0,809	15,92	19,69	0,80	0,98
3,10	7	0,807	18,55	22,97	0,93	1,15
3,20	7	0,806	18,52	22,97	0,93	1,15
3,30	7	0,805	18,49	22,97	0,92	1,15
3,40	7	0,803	18,46	22,97	0,92	1,15
3,50	9	0,802	23,69	29,54	1,18	1,48
3,60	9	0,801	23,65	29,54	1,18	1,48
3,70	11	0,800	28,87	36,10	1,44	1,80
3,80	11	0,798	28,82	36,10	1,44	1,80
3,90	9	0,797	22,56	28,30	1,13	1,41
4,00	10	0,796	25,03	31,44	1,25	1,57
4,10	10	0,795	24,99	31,44	1,25	1,57
4,20	13	0,744	30,40	40,87	1,52	2,04
4,30	13	0,743	30,35	40,87	1,52	2,04
4,40	11	0,791	27,37	34,59	1,37	1,73
4,50	11	0,790	27,33	34,59	1,37	1,73
4,60	13	0,739	30,22	40,87	1,51	2,04
4,70	13	0,738	30,17	40,87	1,51	2,04
4,80	12	0,787	29,70	37,73	1,48	1,89
4,90	10	0,786	23,72	30,18	1,19	1,51
5,00	9	0,785	21,32	27,16	1,07	1,36
5,10	8	0,784	18,93	24,14	0,95	1,21
5,20	9	0,783	21,27	27,16	1,06	1,36
5,30	16	0,732	35,34	48,28	1,77	2,41

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
5,40	23	0,681	47,27	69,40	2,36	3,47
5,50	19	0,730	41,86	57,33	2,09	2,87
5,60	31	0,629	58,85	93,55	2,94	4,68
5,70	49	0,578	85,49	147,86	4,27	7,39
5,80	48	0,577	83,62	144,84	4,18	7,24
5,90	49	0,576	81,93	142,14	4,10	7,11

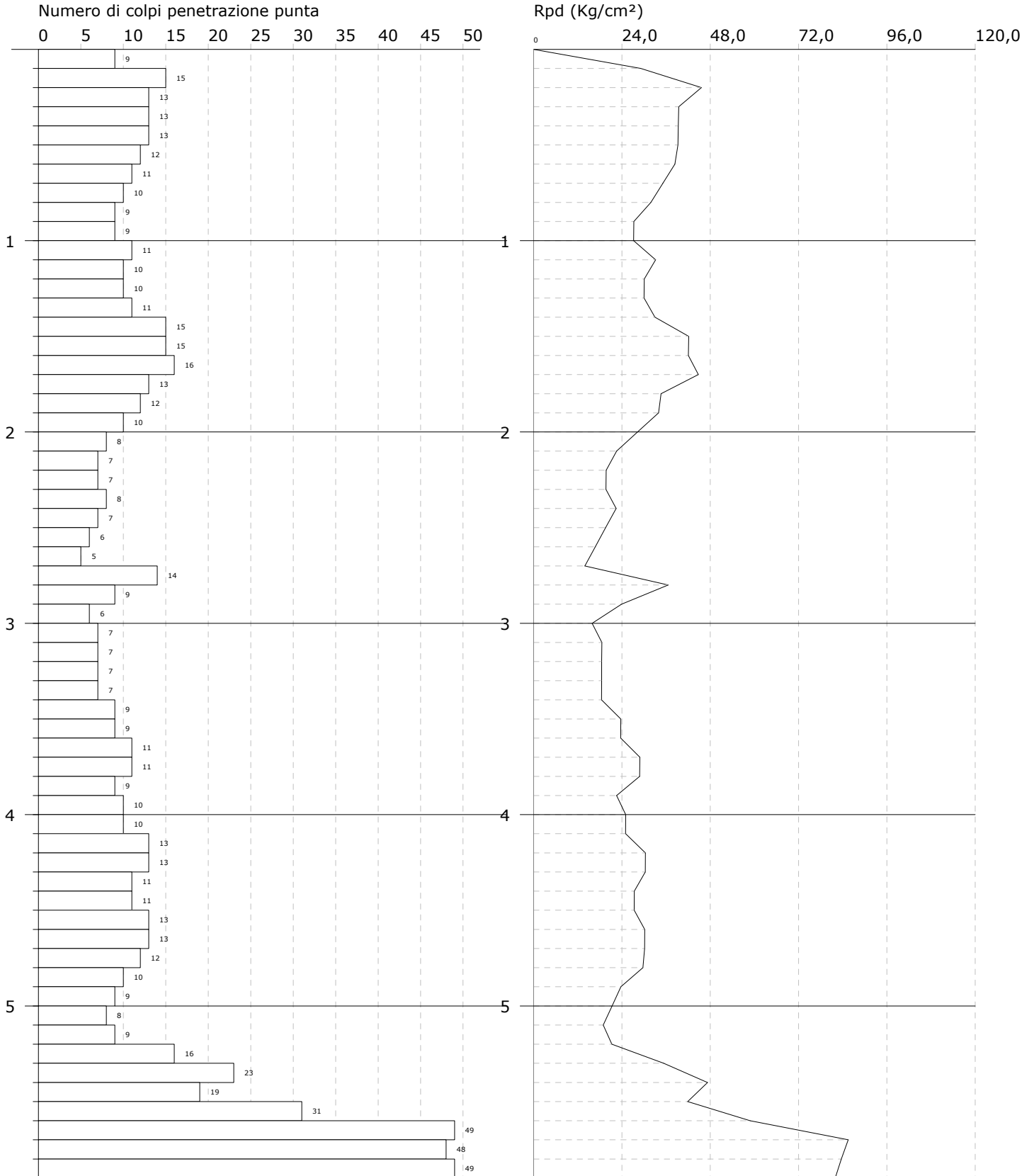
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione strato
5,9	13,02	42,8	1,97	2,17	0,58	0,78	10,19	Argille marnose

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Pd 1  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:  
Cantiere: Parco eolico  
Località: Montalbano Jonico / Craco

Data:

Scala 1:28





**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pd 1**

## Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	10,19	5,90	Terzaghi - Peck	1,02

## Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	10,19	5,90	Stroud e Butler (1975)	62,34

## Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	10,19	5,90	D'Appollonia ed altri 1983	101,90

## Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	10,19	5,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	Consistente

## Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	10,19	5,90	Meyerhof ed altri	1,97

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	10,19	5,90	Meyerhof ed altri	2,17

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	10,19	5,90	10,19	Meyerhof (1956)	22,91

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA Pd 2**

Committente:

Profondità prova: 5,10 m

Località: Comune di Montalbano Jonico (MT) - AEROGENERATORE T7b1

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	7	0,857	22,65	26,44	1,13	1,32
0,20	11	0,855	35,51	41,55	1,78	2,08
0,30	13	0,803	39,42	49,11	1,97	2,46
0,40	13	0,801	39,32	49,11	1,97	2,46
0,50	12	0,849	38,48	45,33	1,92	2,27
0,60	8	0,847	25,60	30,22	1,28	1,51
0,70	7	0,845	22,35	26,44	1,12	1,32
0,80	5	0,843	15,93	18,89	0,80	0,94
0,90	3	0,842	9,08	10,79	0,45	0,54
1,00	3	0,840	9,06	10,79	0,45	0,54
1,10	2	0,838	6,03	7,19	0,30	0,36
1,20	3	0,836	9,02	10,79	0,45	0,54
1,30	3	0,835	9,00	10,79	0,45	0,54
1,40	4	0,833	11,98	14,39	0,60	0,72
1,50	5	0,831	14,95	17,98	0,75	0,90
1,60	7	0,830	20,88	25,17	1,04	1,26
1,70	33	0,678	80,46	118,68	4,02	5,93
1,80	18	0,776	50,26	64,74	2,51	3,24
1,90	5	0,825	14,15	17,16	0,71	0,86
2,00	4	0,823	11,30	13,73	0,57	0,69
2,10	4	0,822	11,28	13,73	0,56	0,69
2,20	4	0,820	11,26	13,73	0,56	0,69
2,30	4	0,819	11,24	13,73	0,56	0,69
2,40	6	0,817	16,83	20,59	0,84	1,03
2,50	6	0,816	16,80	20,59	0,84	1,03
2,60	5	0,814	13,97	17,16	0,70	0,86
2,70	7	0,813	19,53	24,02	0,98	1,20
2,80	6	0,811	16,71	20,59	0,84	1,03
2,90	6	0,810	15,95	19,69	0,80	0,98
3,00	6	0,809	15,92	19,69	0,80	0,98
3,10	6	0,807	15,90	19,69	0,79	0,98
3,20	7	0,806	18,52	22,97	0,93	1,15
3,30	7	0,805	18,49	22,97	0,92	1,15
3,40	8	0,803	21,09	26,25	1,05	1,31
3,50	10	0,802	26,32	32,82	1,32	1,64
3,60	9	0,801	23,65	29,54	1,18	1,48
3,70	9	0,800	23,62	29,54	1,18	1,48
3,80	12	0,798	31,44	39,38	1,57	1,97
3,90	7	0,797	17,55	22,01	0,88	1,10
4,00	8	0,796	20,02	25,15	1,00	1,26
4,10	10	0,795	24,99	31,44	1,25	1,57
4,20	14	0,744	32,74	44,02	1,64	2,20
4,30	13	0,743	30,35	40,87	1,52	2,04
4,40	14	0,741	32,64	44,02	1,63	2,20
4,50	13	0,740	30,26	40,87	1,51	2,04
4,60	14	0,739	32,54	44,02	1,63	2,20
4,70	17	0,738	39,45	53,45	1,97	2,67
4,80	18	0,737	41,72	56,59	2,09	2,83
4,90	15	0,736	33,32	45,26	1,67	2,26
5,00	14	0,735	31,05	42,25	1,55	2,11
5,10	12	0,784	28,39	36,21	1,42	1,81

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione strato
5,1	8,96	30,24	1,86	1,9	0,47	0,78	7,02	Argille marnose

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pd 2

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	7,02	5,10	Terzaghi - Peck	0,70

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	7,02	5,10	Stroud e Butler (1975)	42,95

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	7,02	5,10	D'Appollonia ed altri 1983	70,20

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	7,02	5,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	Moderatamente Consistente

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	7,02	5,10	Meyerhof ed altri	1,86

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	7,02	5,10	Meyerhof ed altri	1,90

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	7,02	5,10	7,02	Meyerhof (1956)	22,01

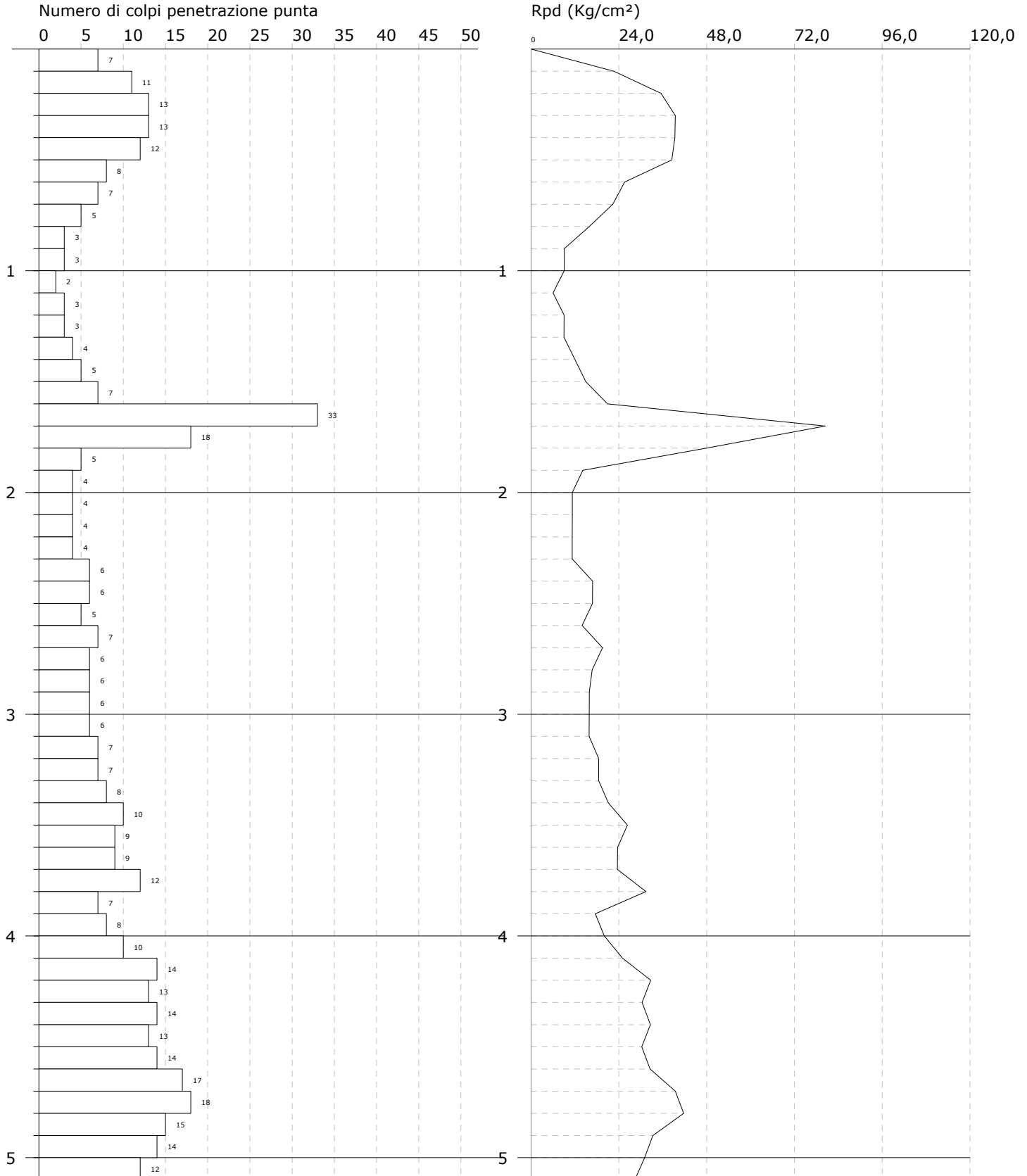


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Pd 2  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:  
Cantiere: Parco eolico  
Località: Montalbano Jonico / Craco

Data:

Scala 1:24



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA Pd 3**

Committente:

Profondità prova: 4,80 m

Località: Comune di Montalbano Jonico (MT) - AEROGENERATORE T1a

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	7	0,857	22,65	26,44	1,13	1,32
0,20	11	0,855	35,51	41,55	1,78	2,08
0,30	12	0,853	38,65	45,33	1,93	2,27
0,40	13	0,801	39,32	49,11	1,97	2,46
0,50	12	0,849	38,48	45,33	1,92	2,27
0,60	12	0,847	38,40	45,33	1,92	2,27
0,70	15	0,795	45,06	56,66	2,25	2,83
0,80	21	0,743	58,97	79,33	2,95	3,97
0,90	24	0,742	64,00	86,31	3,20	4,32
1,00	22	0,740	58,53	79,12	2,93	3,96
1,10	23	0,738	61,05	82,72	3,05	4,14
1,20	23	0,736	60,90	82,72	3,05	4,14
1,30	21	0,735	55,48	75,52	2,77	3,78
1,40	23	0,733	60,62	82,72	3,03	4,14
1,50	24	0,731	63,11	86,31	3,16	4,32
1,60	28	0,730	73,47	100,70	3,67	5,03
1,70	27	0,728	70,68	97,10	3,53	4,86
1,80	26	0,726	67,92	93,51	3,40	4,68
1,90	28	0,725	69,64	96,09	3,48	4,80
2,00	27	0,723	67,01	92,66	3,35	4,63
2,10	27	0,722	66,87	92,66	3,34	4,63
2,20	28	0,720	69,20	96,09	3,46	4,80
2,30	26	0,719	64,12	89,23	3,21	4,46
2,40	27	0,717	66,45	92,66	3,32	4,63
2,50	27	0,716	66,32	92,66	3,32	4,63
2,60	28	0,714	68,63	96,09	3,43	4,80
2,70	26	0,713	63,60	89,23	3,18	4,46
2,80	26	0,711	63,48	89,23	3,17	4,46
2,90	48	0,610	96,09	157,52	4,80	7,88
3,00	49	0,609	97,88	160,80	4,89	8,04
3,10	30	0,707	69,64	98,45	3,48	4,92
3,20	32	0,656	68,89	105,01	3,44	5,25
3,30	33	0,655	70,90	108,30	3,55	5,41
3,40	35	0,653	75,05	114,86	3,75	5,74
3,50	34	0,652	72,76	111,58	3,64	5,58
3,60	35	0,651	74,76	114,86	3,74	5,74
3,70	37	0,650	78,88	121,42	3,94	6,07
3,80	39	0,598	76,59	127,99	3,83	6,40
3,90	41	0,597	76,99	128,91	3,85	6,45
4,00	40	0,596	74,96	125,76	3,75	6,29
4,10	39	0,595	72,94	122,62	3,65	6,13
4,20	45	0,594	84,00	141,48	4,20	7,07
4,30	43	0,593	80,11	135,20	4,01	6,76
4,40	38	0,641	76,64	119,48	3,83	5,97
4,50	39	0,590	72,39	122,62	3,62	6,13
4,60	48	0,589	88,93	150,92	4,45	7,55
4,70	48	0,588	88,76	150,92	4,44	7,55
4,80	42	0,587	77,53	132,05	3,88	6,60

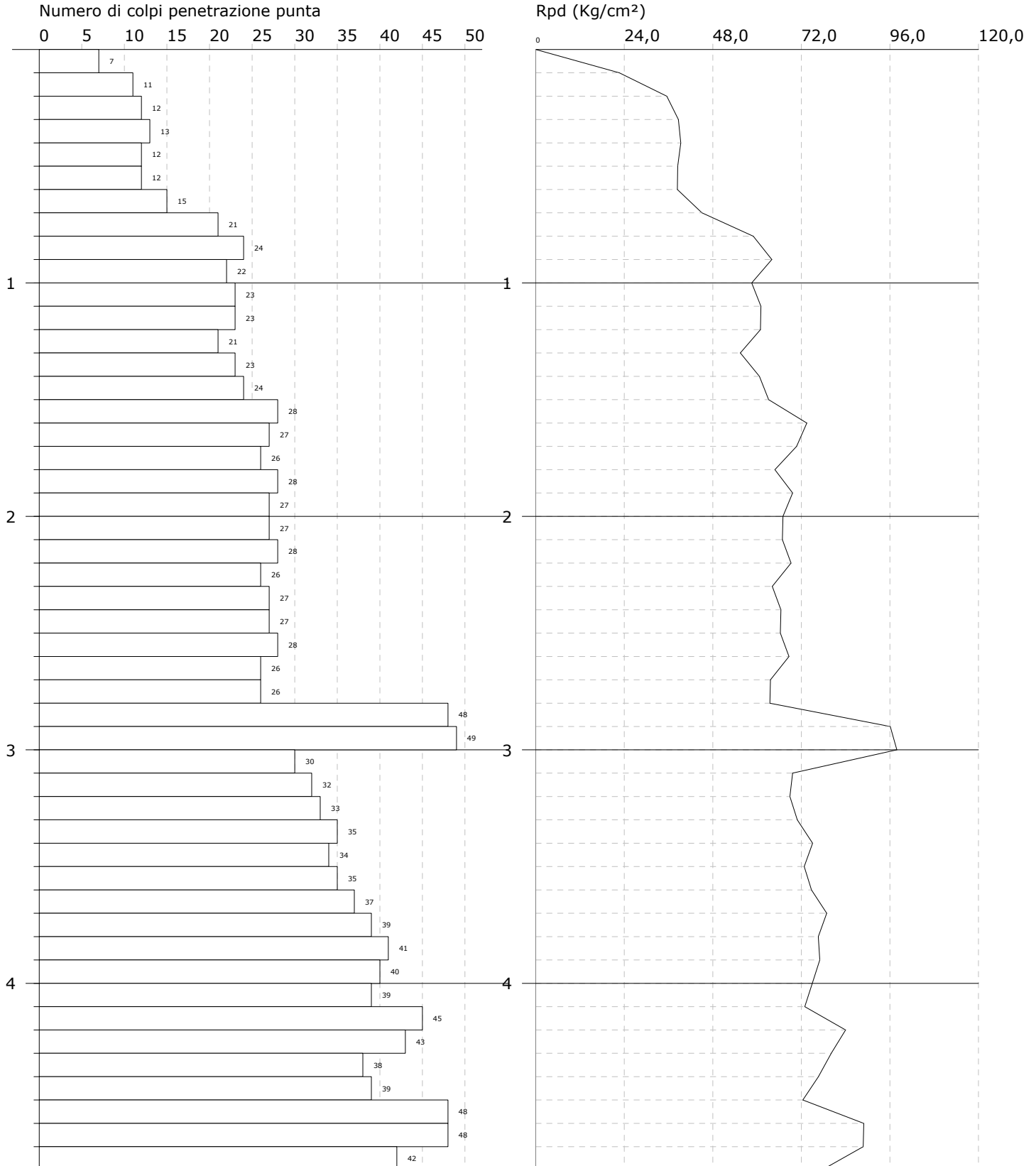
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione strato
4,8	29,35	98,61	2,11	2,17	0,51	0,78	22,98	Argille marnose

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Pd 3  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:  
Cantiere: Parco eolico  
Località: Montalbano Jonico / Craco

Data:

Scala 1:23





**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pd 3**

## Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	22,98	4,80	Terzaghi - Peck	2,30

## Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	22,98	4,80	Stroud e Butler (1975)	140,59

## Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	22,98	4,80	D'Appollonia ed altri 1983	229,80

## Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	22,98	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	Molto Consistente

## Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	22,98	4,80	Meyerhof ed altri	2,11

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	22,98	4,80	Meyerhof ed altri	2,17

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	22,98	4,80	22,98	Meyerhof (1956)	26,57

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA Pd 4**

Committente:

Profondità prova: 3,60 m

Località: Comune di Craco (MT) - AEROGENERATORE T10b1

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	1	0,857	3,24	3,78	0,16	0,19
0,20	2	0,855	6,46	7,56	0,32	0,38
0,30	6	0,853	19,33	22,67	0,97	1,13
0,40	7	0,851	22,50	26,44	1,12	1,32
0,50	8	0,849	25,65	30,22	1,28	1,51
0,60	10	0,847	32,00	37,78	1,60	1,89
0,70	13	0,795	39,05	49,11	1,95	2,46
0,80	14	0,793	41,96	52,89	2,10	2,64
0,90	12	0,842	36,32	43,16	1,82	2,16
1,00	11	0,840	33,22	39,56	1,66	1,98
1,10	11	0,838	33,15	39,56	1,66	1,98
1,20	13	0,786	36,76	46,75	1,84	2,34
1,30	13	0,785	36,68	46,75	1,83	2,34
1,40	14	0,783	39,42	50,35	1,97	2,52
1,50	17	0,781	47,76	61,14	2,39	3,06
1,60	18	0,780	50,46	64,74	2,52	3,24
1,70	15	0,778	41,97	53,95	2,10	2,70
1,80	13	0,776	36,30	46,75	1,81	2,34
1,90	15	0,775	39,88	51,48	1,99	2,57
2,00	16	0,773	42,46	54,91	2,12	2,75
2,10	16	0,772	42,37	54,91	2,12	2,75
2,20	18	0,770	47,57	61,77	2,38	3,09
2,30	23	0,719	56,72	78,93	2,84	3,95
2,40	22	0,717	54,14	75,50	2,71	3,78
2,50	22	0,716	54,03	75,50	2,70	3,78
2,60	30	0,714	73,54	102,96	3,68	5,15
2,70	33	0,663	75,07	113,25	3,75	5,66
2,80	39	0,611	81,83	133,84	4,09	6,69
2,90	46	0,610	92,09	150,96	4,60	7,55
3,00	44	0,609	87,89	144,39	4,39	7,22
3,10	38	0,657	81,97	124,70	4,10	6,24
3,20	32	0,656	68,89	105,01	3,44	5,25
3,30	35	0,655	75,20	114,86	3,76	5,74
3,40	43	0,603	85,15	141,11	4,26	7,06
3,50	48	0,602	94,85	157,52	4,74	7,88
3,60	49	0,601	96,62	160,80	4,83	8,04

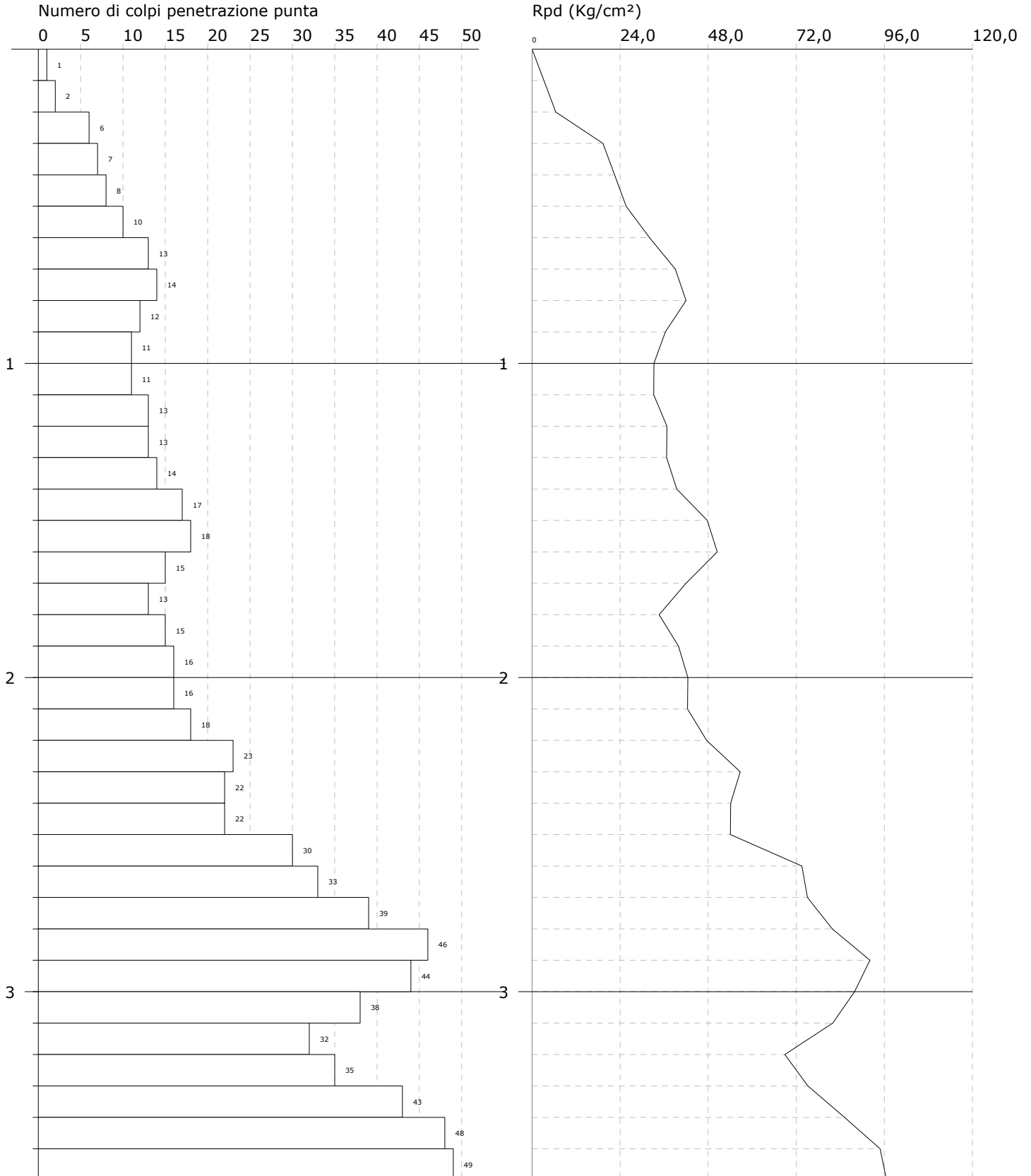
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione strato
3,6	21,31	72,93	2,08	2,29	0,37	0,78	16,69	Argille marnose

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Pd 4  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:  
Cantiere: Parco eolico  
Località: Montalbano Jonico / Craco

Data:

Scala 1:17





**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pd 4**

## Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	16,69	3,60	Terzaghi - Peck	1,67

## Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	16,69	3,60	Stroud e Butler (1975)	102,11

## Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	16,69	3,60	D'Appollonia ed altri 1983	166,90

## Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	16,69	3,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	Molto Consistente

## Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	16,69	3,60	Meyerhof ed altri	2,08

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	16,69	3,60	Meyerhof ed altri	2,29

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	16,69	3,60	16,69	Meyerhof (1956)	24,77

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA Pd 5**

Committente:

Profondità prova: 6,10 m

Località: Comune di Craco (MT) - NEI PRESSI DELL'AEROGENERATORE T8a1

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	1	0,857	3,24	3,78	0,16	0,19
0,20	8	0,855	25,83	30,22	1,29	1,51
0,30	9	0,853	28,99	34,00	1,45	1,70
0,40	8	0,851	25,71	30,22	1,29	1,51
0,50	7	0,849	22,45	26,44	1,12	1,32
0,60	7	0,847	22,40	26,44	1,12	1,32
0,70	9	0,845	28,73	34,00	1,44	1,70
0,80	10	0,843	31,86	37,78	1,59	1,89
0,90	11	0,842	33,29	39,56	1,66	1,98
1,00	9	0,840	27,18	32,37	1,36	1,62
1,10	9	0,838	27,12	32,37	1,36	1,62
1,20	17	0,786	48,07	61,14	2,40	3,06
1,30	16	0,785	45,15	57,54	2,26	2,88
1,40	20	0,783	56,31	71,93	2,82	3,60
1,50	21	0,731	55,22	75,52	2,76	3,78
1,60	20	0,780	56,07	71,93	2,80	3,60
1,70	21	0,728	54,98	75,52	2,75	3,78
1,80	20	0,776	55,84	71,93	2,79	3,60
1,90	23	0,725	57,21	78,93	2,86	3,95
2,00	20	0,773	53,07	68,64	2,65	3,43
2,10	21	0,722	52,01	72,07	2,60	3,60
2,20	21	0,720	51,90	72,07	2,59	3,60
2,30	21	0,719	51,79	72,07	2,59	3,60
2,40	22	0,717	54,14	75,50	2,71	3,78
2,50	24	0,716	58,95	82,36	2,95	4,12
2,60	20	0,764	52,46	68,64	2,62	3,43
2,70	21	0,713	51,37	72,07	2,57	3,60
2,80	19	0,761	49,65	65,20	2,48	3,26
2,90	18	0,760	44,90	59,07	2,24	2,95
3,00	18	0,759	44,82	59,07	2,24	2,95
3,10	20	0,757	49,71	65,63	2,49	3,28
3,20	18	0,756	44,66	59,07	2,23	2,95
3,30	17	0,755	42,10	55,79	2,11	2,79
3,40	19	0,753	46,98	62,35	2,35	3,12
3,50	20	0,752	49,36	65,63	2,47	3,28
3,60	20	0,751	49,28	65,63	2,46	3,28
3,70	20	0,750	49,20	65,63	2,46	3,28
3,80	38	0,648	80,86	124,70	4,04	6,24
3,90	27	0,697	59,19	84,89	2,96	4,24
4,00	24	0,696	52,52	75,46	2,63	3,77
4,10	25	0,695	54,62	78,60	2,73	3,93
4,20	24	0,694	52,35	75,46	2,62	3,77
4,30	26	0,693	56,61	81,75	2,83	4,09
4,40	26	0,691	56,52	81,75	2,83	4,09
4,50	26	0,690	56,43	81,75	2,82	4,09
4,60	29	0,689	62,84	91,18	3,14	4,56
4,70	29	0,688	62,75	91,18	3,14	4,56
4,80	32	0,637	64,10	100,61	3,20	5,03
4,90	37	0,636	71,02	111,65	3,55	5,58
5,00	39	0,585	68,85	117,69	3,44	5,88
5,10	35	0,634	66,96	105,62	3,35	5,28
5,20	36	0,633	68,77	108,63	3,44	5,43
5,30	36	0,632	68,66	108,63	3,43	5,43

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
5,40	34	0,631	64,74	102,60	3,24	5,13
5,50	35	0,630	66,55	105,62	3,33	5,28
5,60	33	0,629	62,65	99,58	3,13	4,98
5,70	35	0,628	66,35	105,62	3,32	5,28
5,80	34	0,627	64,36	102,60	3,22	5,13
5,90	27	0,676	52,98	78,32	2,65	3,92
6,00	36	0,625	65,32	104,43	3,27	5,22
6,10	49	0,575	81,67	142,14	4,08	7,11

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione strato
6,1	22,57	73,09	2,09	2,30	0,64	0,78	17,67	Argille marnose

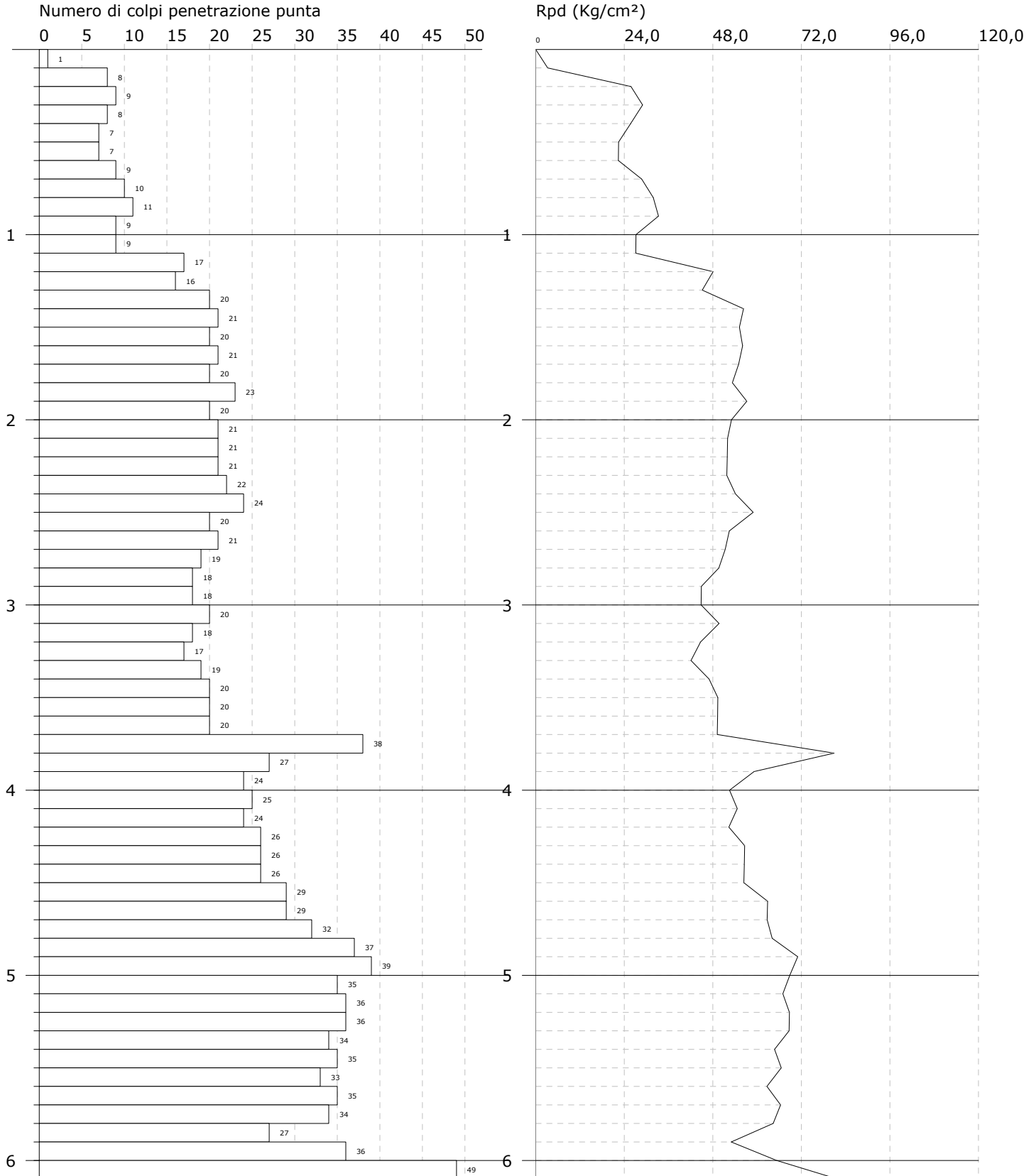


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Pd 5  
 Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:  
 Cantiere: Parco eolico  
 Località: Montalbano Jonico / Craco

Data:

Scala 1:29



**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pd 5**

## Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	17,67	6,10	Terzaghi - Peck	1,77

## Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	17,67	6,10	Stroud e Butler (1975)	108,11

## Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	17,67	6,10	D'Appollonia ed altri 1983	176,70

## Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	17,67	6,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	Molto Consistente

## Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	17,67	6,10	Meyerhof ed altri	2,09

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	17,67	6,10	Meyerhof ed altri	2,30

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	17,67	6,10	17,67	Meyerhof (1956)	25,05

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA Pd 6**

Committente:

Profondità prova: 7,40 m

Località: Comune di Craco (MT) - AEROGENERATORE T9a1

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	5	0,857	16,18	18,89	0,81	0,94
0,20	6	0,855	19,37	22,67	0,97	1,13
0,30	6	0,853	19,33	22,67	0,97	1,13
0,40	5	0,851	16,07	18,89	0,80	0,94
0,50	7	0,849	22,45	26,44	1,12	1,32
0,60	6	0,847	19,20	22,67	0,96	1,13
0,70	6	0,845	19,16	22,67	0,96	1,13
0,80	7	0,843	22,30	26,44	1,12	1,32
0,90	9	0,842	27,24	32,37	1,36	1,62
1,00	8	0,840	24,16	28,77	1,21	1,44
1,10	9	0,838	27,12	32,37	1,36	1,62
1,20	10	0,836	30,08	35,96	1,50	1,80
1,30	9	0,835	27,01	32,37	1,35	1,62
1,40	10	0,833	29,95	35,96	1,50	1,80
1,50	12	0,831	35,87	43,16	1,79	2,16
1,60	11	0,830	32,82	39,56	1,64	1,98
1,70	11	0,828	32,75	39,56	1,64	1,98
1,80	9	0,826	26,75	32,37	1,34	1,62
1,90	8	0,825	22,64	27,45	1,13	1,37
2,00	10	0,823	28,25	34,32	1,41	1,72
2,10	9	0,822	25,38	30,89	1,27	1,54
2,20	11	0,820	30,96	37,75	1,55	1,89
2,30	12	0,819	33,71	41,18	1,69	2,06
2,40	15	0,767	39,49	51,48	1,97	2,57
2,50	14	0,766	36,79	48,05	1,84	2,40
2,60	13	0,764	34,10	44,61	1,70	2,23
2,70	13	0,763	34,03	44,61	1,70	2,23
2,80	13	0,761	33,97	44,61	1,70	2,23
2,90	14	0,760	34,92	45,94	1,75	2,30
3,00	14	0,759	34,86	45,94	1,74	2,30
3,10	13	0,757	32,31	42,66	1,62	2,13
3,20	13	0,756	32,25	42,66	1,61	2,13
3,30	17	0,755	42,10	55,79	2,11	2,79
3,40	14	0,753	34,61	45,94	1,73	2,30
3,50	16	0,752	39,49	52,51	1,97	2,63
3,60	20	0,751	49,28	65,63	2,46	3,28
3,70	16	0,750	39,36	52,51	1,97	2,63
3,80	16	0,748	39,30	52,51	1,96	2,63
3,90	16	0,747	37,59	50,31	1,88	2,52
4,00	15	0,746	35,18	47,16	1,76	2,36
4,10	14	0,745	32,79	44,02	1,64	2,20
4,20	11	0,794	27,45	34,59	1,37	1,73
4,30	11	0,793	27,41	34,59	1,37	1,73
4,40	10	0,791	24,88	31,44	1,24	1,57
4,50	14	0,740	32,59	44,02	1,63	2,20
4,60	15	0,739	34,86	47,16	1,74	2,36
4,70	16	0,738	37,13	50,31	1,86	2,52
4,80	14	0,737	32,45	44,02	1,62	2,20
4,90	12	0,786	28,46	36,21	1,42	1,81
5,00	12	0,785	28,43	36,21	1,42	1,81
5,10	13	0,734	28,79	39,23	1,44	1,96
5,20	14	0,733	30,97	42,25	1,55	2,11
5,30	14	0,732	30,93	42,25	1,55	2,11

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
5,40	15	0,731	33,09	45,26	1,65	2,26
5,50	15	0,730	33,05	45,26	1,65	2,26
5,60	14	0,729	30,80	42,25	1,54	2,11
5,70	19	0,728	41,75	57,33	2,09	2,87
5,80	16	0,727	35,11	48,28	1,76	2,41
5,90	19	0,726	40,04	55,12	2,00	2,76
6,00	23	0,675	45,07	66,72	2,25	3,34
6,10	27	0,675	52,84	78,32	2,64	3,92
6,20	19	0,724	39,89	55,12	1,99	2,76
6,30	20	0,723	41,94	58,02	2,10	2,90
6,40	15	0,722	31,42	43,51	1,57	2,18
6,50	13	0,721	27,20	37,71	1,36	1,89
6,60	18	0,720	37,61	52,22	1,88	2,61
6,70	30	0,670	58,27	87,03	2,91	4,35
6,80	24	0,669	46,56	69,62	2,33	3,48
6,90	22	0,668	41,04	61,44	2,05	3,07
7,00	16	0,717	32,05	44,69	1,60	2,23
7,10	19	0,716	38,02	53,06	1,90	2,65
7,20	28	0,666	52,05	78,20	2,60	3,91
7,30	32	0,615	54,95	89,37	2,75	4,47
7,40	30	0,664	55,65	83,79	2,78	4,19

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione strato
7,4	14,22	44,82	2,0	2,2	0,74	0,78	11,13	Argille marnose

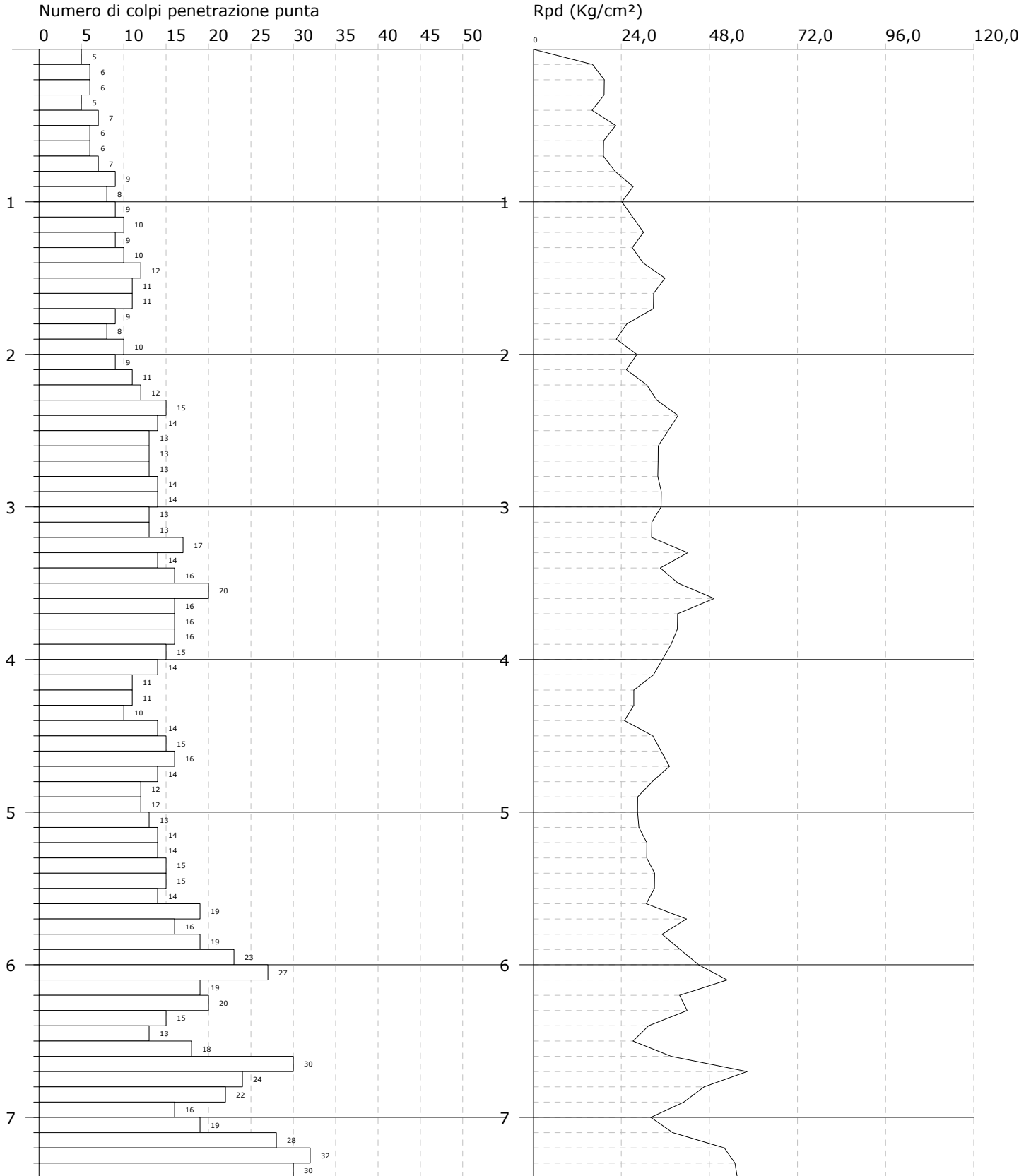


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Pd 6  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:  
Cantiere: Parco eolico  
Località: Montalbano Jonico / Craco

Data:

Scala 1:35



**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pd 6**

## Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	11,13	7,40	Terzaghi - Peck	1,11

## Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	11,13	7,40	Stroud e Butler (1975)	68,09

## Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	11,13	7,40	D'Appollonia ed altri 1983	111,30

## Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	11,13	7,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	Consistente

## Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	11,13	7,40	Meyerhof ed altri	2,00

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	11,13	7,40	Meyerhof ed altri	2,20

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	11,13	7,40	11,13	Meyerhof (1956)	23,18

Studio di Geologia  
Via L. Da Vinci 3/A  
Marsicovetere (PZ)

Mpe Spa  
Località: Montalbano Jonico (MT)

SCALA 1:100

Data 30-12-2010

Sondaggio n. S1

Attrezzatura e metodo di perforazione:			Sonda a carotaggio continuo				LIVELLI ACQUA			
<input type="checkbox"/> Campione rimaneggiato	<input type="checkbox"/> Campione a percussione	<input type="radio"/> LEFRANC	PROFONDITA' m		SERA		MATTINO			
<input type="checkbox"/> Campione S.P.T.	<input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione	Prova di permeabilità'	Rivest.	Foro	Data	H	Data	H		
<input type="checkbox"/> Campione da Vana Test	<input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo	<input type="radio"/> LUGEON								

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere	Investimento	Pocket	% DQR	max	Vane test residuo	Profondità m	S.P.T.	Falda	% carotaggio
178															
	1,50	1,50			Terreno vegetale										
		3,50			Limi argillosi di colore giallo oca							4,40	13 25 30		
		5,00		<input type="checkbox"/>											
		10,70		<input type="checkbox"/>											
	15,00				Limi argilloso-sabbiosi di colore grigio chiaro							11,20	27 50 0		
		20,00										15,00	50 0 0		



Sondaggio 1 - cassa 1 da 0 a 5 m. dal p.c.



Sondaggio 1 - cassa 4 da 15 a 20 m. dal p.c.



Sondaggio 1 - cassa 2 da 5 a 10 m. dal p.c.



Sondaggio 1 - Postazione



Sondaggio 1 - cassa 3 da 10 a 15 m. dal p.c.



Sondaggio 1 - piezometro