



REGIONE BASILICATA

Proponente



Powertis S.A.U
Calle Principe de Vergara, 43
Planta 6 oficina 1
28001, Madrid, España
info@powertis.com

Powertis S.R.L.
Powertis S.A.U. socio unico di Powertis S.R.L.
Via Venti Settembre 1
00187, Roma, Italia
C.F. e P.IVA: 15448121002
info@powertis.com

IMPIANTO AGRIVOLTAICO FORESTELLA LAVALLE E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 20,00 MWp – COMUNI DI VENOSA E MONTEMILONE (PZ)

RELAZIONE GEOLOGICA

Progettazione



Studio Margiotta Associati
Via Vaccaro, 36
85100 POTENZA (PZ) - ITALY
Tel. 097137512
Pec: donata.margiotta@archiworldpec.it
Arch. Donata M. R. MARGIOTTA



PROGETTO DEFINITIVO

COD. PROGETTO	21IT1496	COD ELABORATO	scala
COD. FILE	21IT1496-A.2.	A.2.	-

00	Nov 2021	Progetto Definitivo	Geol. Galileo POTENZA	Margiotta	POWERIS
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSE	Pag. 2
2	UBICAZIONE DEL SITO DI INTERVENTO	Pag. 5
3	VALUTAZIONE DEI VINCOLI PRESENTI	Pag. 6
	3.1 – Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS)	“ 6
	3.2 – Vincolo idrogeologico forestale	“ 6
	3.3 – Vincolo idrogeologico PAI	“ 7
4	INDAGINI ESEGUITE	Pag. 8
	4.1 – Indagini geofisiche	“ 9
	4.2 – Indagini penetrometriche	“ 13
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA	Pag. 14
	5.1 – Inquadramento geologico generale	“ 14
	5.2 – Caratteri geologici dell'area di intervento	“ 15
6	CARATTERI GEOFISICI DEI TERRENI	Pag. 17
7	DEFINIZIONE DEL MODELLO LITOTECNICO E DEI PARAMETRI GEOTECNICI	Pag. 19
8	CARATTERI GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI DELL'AREA DI STUDIO	Pag. 20
	8.1 – Caratteri morfologici locali	“ 20
	8.2 – Caratteri idrogeologici	“ 21
9	VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	Pag. 22
10	CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA	Pag. 23
11	SISMICITÀ DEL COMUNE DI VENOSA E AZIONE SISMICA DI SITO	Pag. 24
	11.1 – I forti terremoti nell'Appennino meridionale	“ 24
	11.2 – Zona sismica del Comune di Venosa	“ 26
	11.3 – Azione sismica: Pericolosità sismica di base al sito di studio	“ 27
12	MICROZONAZIONE SISMICA DI II° LIVELLO DELL'AREA DI STUDIO	Pag. 28
13	ANALISI TERRE E ROCCE DA SCAVO	Pag. 33
	13.1 – Premesse	“ 33
	13.2 – Inquadramento tipologia di cantiere e valutazione delle quantità di terre e rocce	“ 33
	13.3 – Descrizione della metodologia di campionamento	“ 34
	13.4 – caratterizzazione delle terre e rocce da scavo e considerazioni sui risultati delle analisi.	“ 35

Allegati alla presente relazione:

- **Allegato Geo.01** – Carta di ubicazione dell'area di intervento
- **Allegato Geo.02** – Carta della pericolosità idrogeologica
- **Allegato Geo.03** – Ubicazione delle indagini
- **Allegato Geo.04** – Report indagini realizzate
- **Allegato Geo.05** – Carta geolitologica
- **Allegato Geo.06** – Carta geomorfologica
- **Allegato Geo.07** – Carta Idrogeologica
- **Allegato Geo.08** – Carta di sintesi della criticità e pericolosità geologica e geomorfologica
- **Allegato Geo.09** – Relazione sulla pericolosità sismica di base
- **Allegato Geo.10** – Carta di microzonazione sismica di II° livello
- **Allegato Geo.11** – Certificati analisi su terre e rocce da scavo

1 PREMESSE

La presente relazione geologica e geofisica è redatta nell'ambito dell'intervento di realizzazione dell'IMPIANTO AGRIVOLTAICO FORESTELLA LAVALLE E OPERE CONNESSE POTENZA IMPIANTO 20,00 MWp – COMUNE DI VENOSA (PZ) da realizzarsi nel Comune di Venosa (Pz) in località "La Forestella".

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare a conversione fotovoltaica, nel Comune di Venosa (PZ), in località "La Forestella".

Propedeuticamente alla redazione della presente relazione, lo scrivente ha realizzato una campagna di indagini geognostiche volte a definire le caratteristiche litotecniche dei terreni affioranti e le caratteristiche sismiche di sottosuolo, aspetto necessario ad una corretta progettazione ingegneristica dell'intervento.

Nello specifico, in sito, le indagini eseguite sono state:

- N.1 Prova MASW;
- N.1 Prova Penetrometriche Super Pesanti DPSH;
- N.2 Prelievi di campioni sottoposti ad analisi chimiche per Terre e Rocce da Scavo

Si forniscono, inoltre, le caratteristiche geomeccaniche dei litotipi affioranti mentre nella valutazione delle problematiche legate alla compatibilità geomorfologica e idrogeologica dell'intervento si è fatto riferimento alle prescrizioni e ai vincoli stabiliti dall'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale, ovvero ex Autorità di Bacino della Puglia.

Lo studio, pertanto, è stato condotto attraverso:

- Ricerca bibliografica preliminare;
- Reperimento della cartografia;
- Valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico definito dalla vigente Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale;
- Rilevamento geologico e geomorfologico dell'area di ubicazione dell'impianto FTV e delle opere di connessione alla rete elettrica;
- Esecuzione di prove geognostiche dirette e indirette;
- Indicazione dei parametri geomeccanici di sito.

I risultati dell'indagine condotta sono illustrati sia nella presente relazione sia negli allegati ad essa collegati che sono:

- **Allegato Geo.01** – Carta di ubicazione dell'area di intervento
- **Allegato Geo.02** – Carta della pericolosità idrogeologica

- **Allegato Geo.03** – Ubicazione delle indagini
- **Allegato Geo.04** – Report indagini realizzate
- **Allegato Geo.05** – Carta geolitologica
- **Allegato Geo.06** – Carta geomorfologica
- **Allegato Geo.07** – Carta Idrogeologica
- **Allegato Geo.08** – Carta di sintesi della criticità e pericolosità geologica e geomorfologica
- **Allegato Geo.09** – Relazione sulla pericolosità sismica di base
- **Allegato Geo.10** – Carta di microzonazione sismica di II° livello
- **Allegato Geo.11** – Certificati analisi su terre e rocce da scavo

Il complesso dei dati acquisiti ha così consentito la formulazione di indicazioni, consigli e prescrizioni all'indirizzo dei Progettisti e della Committente, utili al fine di scongiurare rischi per la stabilità delle opere ingegneristiche oggetto di realizzazione.

Nella redazione del presente documento si è fatto riferimento alla normativa vigente e alla documentazione bibliografica esistente:

▪ **Normativa di riferimento (nazionale):**

- ✓ L.N. 64/74 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- ✓ D.M. 11.03.1988 - Norme tecniche riguardanti le 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- ✓ L.R. 23/99 - Tutela, governo ed uso del territorio;
- ✓ D.P.R. 06.06.2011 n.380 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- ✓ O.P.C.M. 3274/2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- ✓ D.M. 14.09.2005 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- ✓ Norme di Attuazione del PAI Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia;
- ✓ O.P.C.M. 3519/2006 - Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone;
- ✓ D.M. LL.PP. del 14.01.2008 - Testo Unitario - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
- ✓ Circolare del C.S.LL.PP. n° 617 del 02.02.2009 - Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.
- ✓ L.R. n. 9 del 7 giugno 2011 "Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica";
- ✓ DECRETO 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

▪ **Riferimenti cartografici e bibliografici:**

- ✓ Cartografia tecnica del Comune di Venosa reperibile sul sito [mappe-in-linea | RSDI \(regione.basilicata.it\)](http://mappe-in-linea.RSDI(regione.basilicata.it));
- ✓ Foglio n.175 "Cerignola" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000;
- ✓ Piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico - Ex AdB della Puglia;

- ✓ 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>, consultabile su https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/.
- ✓ Studio di Microzonazione sismica di I° livello del Comune di Venosa.

2 UBICAZIONE DEL SITO DI INTERVENTO

Il sito oggetto di intervento è ubicato nel settore Nord-Orientale del Comune di Venosa (Fig.01).

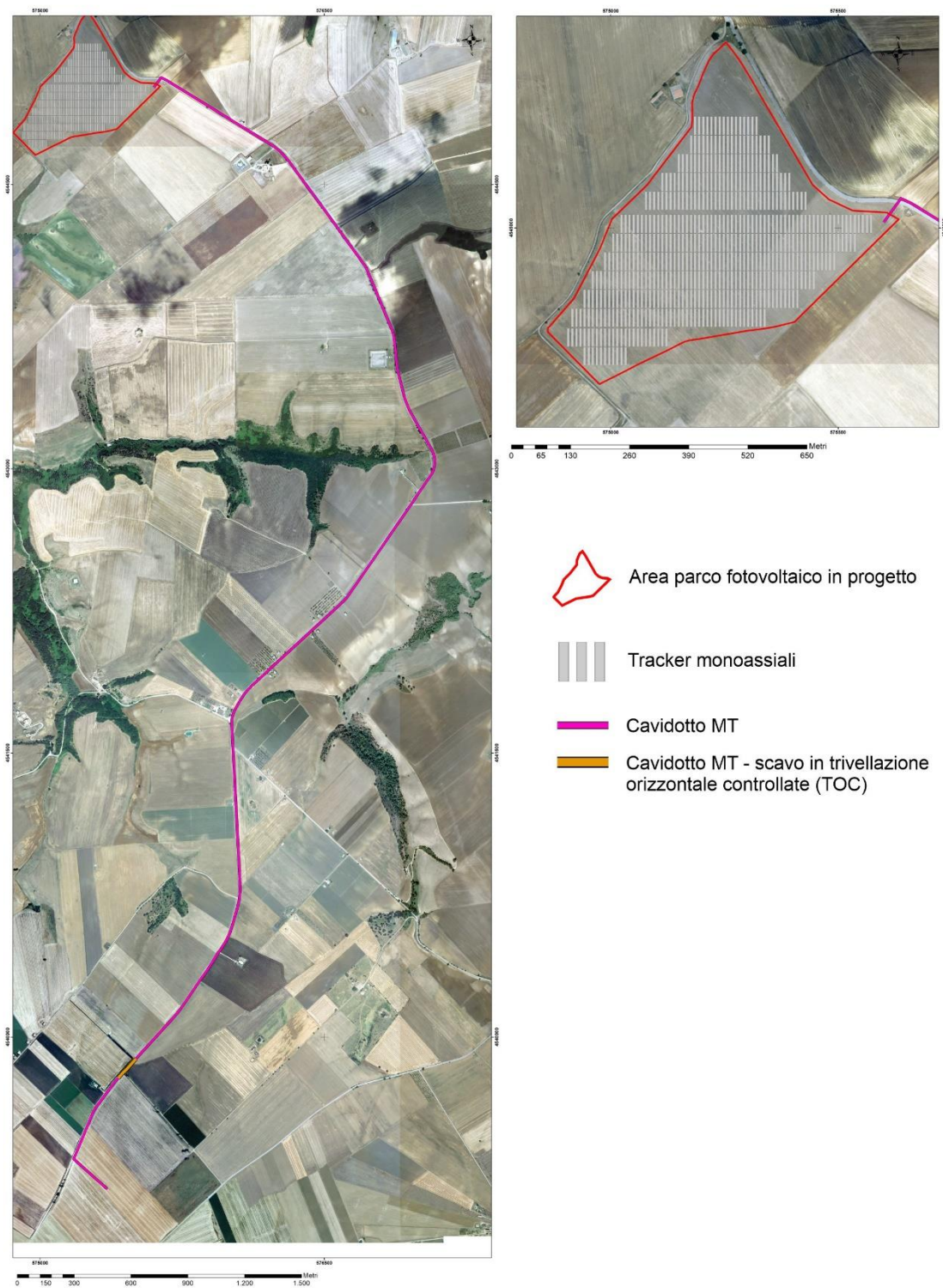


Fig.01: Veduta aerea dell'area con ubicazione del sito d'intervento.

Dal punto di vista cartografico è individuabile tra gli elementi n. 435112-435151-435152-452031 della Carta Tecnica Regionale della Regione Basilicata e Puglia in scala 1:5.000.

Con maggior dettaglio cartografico, il sito è inquadrato all'**Allegato Geo.01 – Carta di ubicazione dell'area di intervento**.

Ai fini dei calcoli sulla pericolosità sismica di base, si forniscono le coordinate di sito, riferite all'area di installazione dei tracker monoassiali:

- LATIDUDINE: 41.052775°
- LONGTUDINE: 15.895628°

3 VALUTAZIONE DEI VINCOLI PRESENTI

3.1 – Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS)

Il sito di realizzazione dell'intervento è collocato all'interno dell'area Comunale di Lavello (Impianto FTV e Cavidotto e la verifica sull'eventuale presenza di vincoli di tipo ambientale, ha messo in luce che:

- Il sito studiato non ricade in aree SIC e EUAP;
- Il sito studiato non ricade in aree ZPS e ZSC.

3.2 – Vincolo idrogeologico forestale

In riferimento alla Deliberazione di Giunta Regionale della Basilicata n. 414 del 31/03/2015 recante "Disposizioni in materia di vincolo idrogeologico – RD 3267/23 – Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani. Legge Regionale 10 novembre 1998 n. 42 Norme in materia forestale, art.16 comma 2", si segnala che il sito studiato non ricade in area sottoposta a vincolo idrogeologico forestale.

Si evidenzia che anche il tratto di cavidotto, ricadente nei Comuni di Venosa e Montemilone, non è soggetto a vincolo idrogeologico forestale.

3.3 – Vincolo idrogeologico PAI

La stesura di questa relazione geologica è stata supportata dalla consultazione del PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI), redatto dall'ex Autorità di Bacino della Puglia, oggi accorpata nell'ambito dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale

Tale piano, continua a rappresentare il riferimento tecnico e procedurale con valore normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono programmate e pianificate le azioni e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idraulico ed idrogeologico nel territorio di competenza. Nel caso in esame, l'area di intervento, non è inquadrata in aree a pericolosità geomorfologica e nemmeno in aree a pericolosità idraulica.

Nell'**Allegato Geo.02 – Carta della pericolosità idrogeologica** vengono riportate le perimetrazioni vincolanti del PAI e l'ubicazione del sito di intervento.

Dalla cartografia ufficiale, pertanto, si evince che l'area di progetto, nella sua totalità, non è interessata da alcun vincolo geomorfologico e/o idraulico. Di conseguenza, si esprime **giudizio positivo sulla fattibilità e compatibilità idrogeologica dell'intervento in progetto**, anche alla luce di tutte le specifiche osservazioni e indagini a carattere geologico e morfologico eseguite a supporto dello studio condotto e di seguito descritte nella presente relazione.

4 INDAGINI ESEGUITE

Successivamente alla fase di rilevamento geologico-tecnico ed alla raccolta e studio critico della documentazione scientifica e tecnica esistente per l'area e, al fine di avere un quadro più completo delle caratteristiche litotecniche, idrogeologiche, geotecniche e geofisiche dei terreni che ospiteranno le strutture ingegneristiche in progetto, sono state eseguite le seguenti indagini (vedi **Allegato Geo.03 – Ubicazione delle indagini e Geo.04 – Report indagini realizzate**):

- ✓ n.1 Prospezione sismica MASW – Mw1
- ✓ n.1 Prova Penetrometriche DPSH (DPSH1)
- ✓ n.2 Prelievi di campioni di terreno per Terre e Rocce da scavo

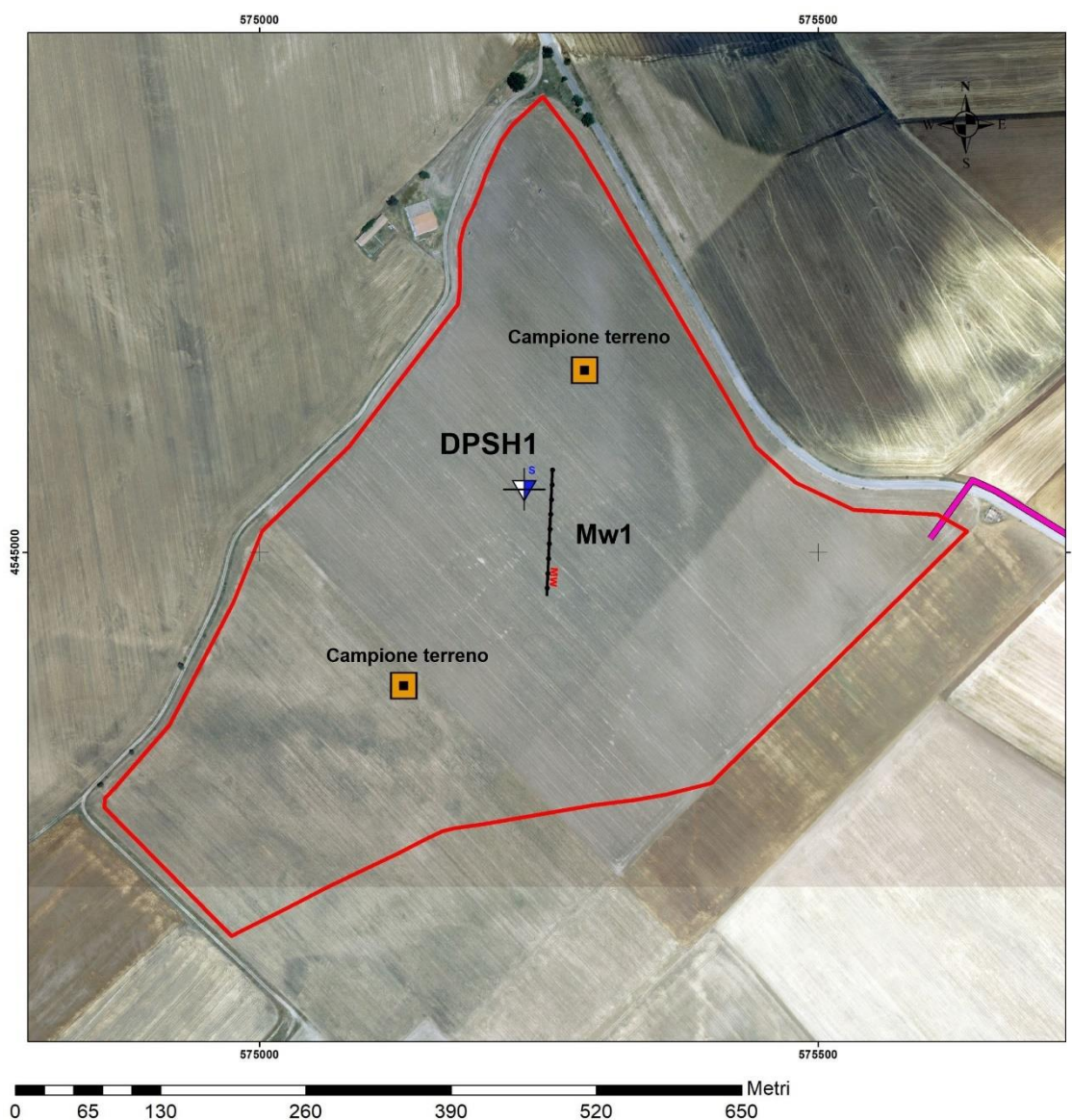


Fig.02 – Immagine illustrante l'ubicazione delle indagini effettuate

4.1 – Indagini Geofisiche

Le indagini geofisiche eseguite nell'area di studio sono consistite in uno stendimento MASW utilizzato per determinare sperimentalmente l'andamento sismostratigrafico del sottosuolo e, conseguentemente, delle superfici di discontinuità fisica (rifrattori) che separano porzioni di ammasso roccioso o terroso con differente grado di densità e compattazione e/o consistenza, nonché alla determinazione delle grandezze che influenzano il calcolo dinamico di una progettazione e anche per ricavare la categoria di sottosuolo e la V_{Seq} .

Per la dislocazione ed organizzazione della campagna lo scrivente ha tenuto conto, ovviamente, delle finalità del progetto, della conformazione dei luoghi e delle informazioni pregresse a disposizione.

Degno di menzione è anche il riferimento alle acquisizioni in campagna. Gli stendimenti geofisici effettuati non hanno incontrato difficoltà logistiche poiché l'area al momento della stesa dei cavi e durante tutta l'acquisizione era sgombera da ogni impedimento fisico.

A ciò è tuttavia opportuno aggiungere quanto segue:

- ✓ un orizzonte litologico non sempre coincide con quello rilevato attraverso profili sismici, in quanto la velocità di propagazione di un impulso sismico può variare nell'ambito dello stesso litotipo per differenze dovute a presenza di fratture, diverso grado di porosità, diverso grado di compattazione ecc., ovvero in base alle caratteristiche elastiche;
- ✓ la tecnica di rilevamento Masw fornisce il valore della V_{S30} / V_{Seq} a partire dal piano campagna e non dal piano fondazione così come previsto e richiesto dalla normativa vigente pertanto un più corretto e rappresentativo valore di V_{S30} / V_{Seq} è possibile solo nel momento in cui allo scrivente viene indicata una profondità di riferimento precisa (piano di posa delle fondazioni) che deve essere obbligatoriamente maggiore di 0 e minore di 30 e comunque in presenza di un modello geologico del sottosuolo quanto più possibile dettagliato e reale.

4.1.1 - Prospezione MASW

Il termine MASW è l'acronimo di Analisi Multi Canale di Onde di Superficie, ed indica una metodologia di indagine basata sulla analisi di velocità delle onde sismiche di superficie a diversa frequenza. Nello specifico si usano quindi le sole Onde di Reyleigh, e si trascurano gli effetti dovuti alle onde P ed S. Questa scelta operativa è conseguenziale a due fenomeni importanti:

- ✓ le Onde di Reyleigh trasportano circa i 2/3 dell'energia generata da una sorgente sismica;

- ✓ allontanandosi dalla sorgente tali onde subiscono un'attenuazione geometrica inferiore rispetto alle onde P e SV, in quanto esse si propagano secondo fronti d'onda cilindrici e non sferici.

Il metodo può essere scomposto in tre fasi consequenziali:

- ✓ calcolo della velocità di fase apparente sperimentale;
- ✓ calcolo della velocità di fase apparente numerica;
- ✓ individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs.

L'elaborazione è stata condotta ipotizzando la presenza di 2/3 sismostrati in quanto è sempre consigliabile compiere l'interpretazione Masw ricorrendo ad un numero di orizzonti sismici compreso tra 3 e 8 pur essendo la geologia del sito non particolarmente complessa.

Normalmente tale accorgimento consente di distinguere più agevolmente la parte superficiale alterata e dalle proprietà geomeccaniche scadenti rispetto alla roccia sottostante, e consente, inoltre, di rilevare le modeste stratificazioni (anche solo per compattazione se non per variazioni composizionali/tessiturali) della parte detritica più corticale, determinanti nel processo di dispersione delle onde di superficie. Nel sito oggetto di studio, è stato realizzato uno stendimento multicanale con strumentazione SoiSpy Rosina 25 canali, effettuato distanziando i geofoni di 5.00 m l'uno dall'altro e con geometria a lineare. Sullo stendimento sismico è stata effettuata una prova di sismica attiva di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), utilizzando geofoni per la misurazione delle onde di compressione (V_p) e di taglio (V_s). La prospezione, denominata MASW 1, della lunga 60.00 m, è stata posizionata in campo in direzione circa N – S (Fig.03).



Fig.03: Prova geofisica MASW eseguita nell'area prevista per l'installazione dei pannelli fotovoltaici

Per la tecnica MASW, gli scoppi, sono stati ottenuti mediante percussione con mazza da 5 Kg verticalmente, direttamente sul terreno, per enfatizzare il moto fondamentale di vibrazione ed attenuare i modi superiori. Gli scoppi sono stati posizionati in testa allo stendimento a circa 5 m dal geofono n° 1.

Il profilo di velocità delle onde di taglio risultante dall'indagine **MASW 1**, evidenzia la presenza di quattro unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- **primo sismostrato** costituito da terreno vegetale e primo sottosuolo alterato, con spessore medio di circa 1.71 m, Vs di **163 m/s**, con bassa rigidità sismica;
- **secondo sismostrato** mediamente addensato, con spessore medio di circa 3.79 m e Vs di **290 m/s**, con media rigidità sismica;
- **terzo sismostrato** addensato, con spessore medio di circa 21.77 m e Vs di **453 m/s**, con buon rigidità sismica;
 - **i sismostrati sottostanti** sono caratterizzati da Vs superiori a **753 m/s**, alta rigidità sismica e non producono contrasti di impedenza sismica significativi.

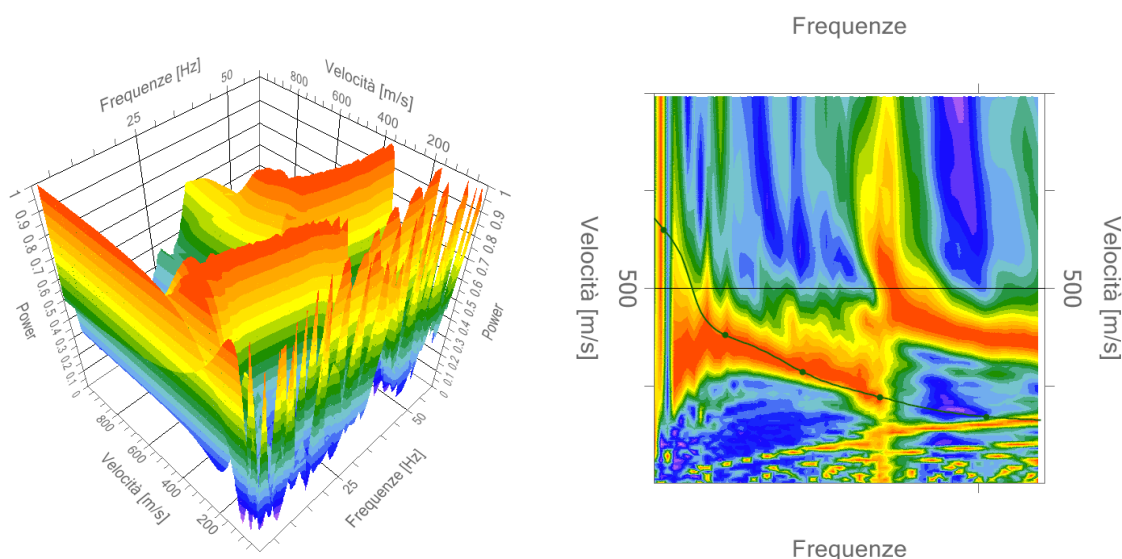


Fig. 04 – Spettri Velocità di fase – frequenza 3D e Spettro velocità di fase-frequenza (curva di dispersione)

Per quanto attiene la classificazione di sito basata sulla velocità equivalente delle onde di taglio V_{s30}/V_{seq} , si riporta di seguito le linee guida adottate nel presente rapporto tecnico:

TIPO DI TERRENO	V _{S30} /V _{Seq}
Rigido	> 800 m/s
Mediamente rigido	360 – 800 m/s
Mediamente soffice	360 – 180 m/s
Soffice	< 180 m/s

Di seguito si riportano le determinazioni dei principali parametri dinamici dedotti dal valore di velocità V_p approssimativo perché ottenuto indirettamente dalla prova Masw pertanto essi andranno impiegati nei calcoli ingegneristici previa riduzione cautelativa (conseguimento di ampi margini di successo progettuale):

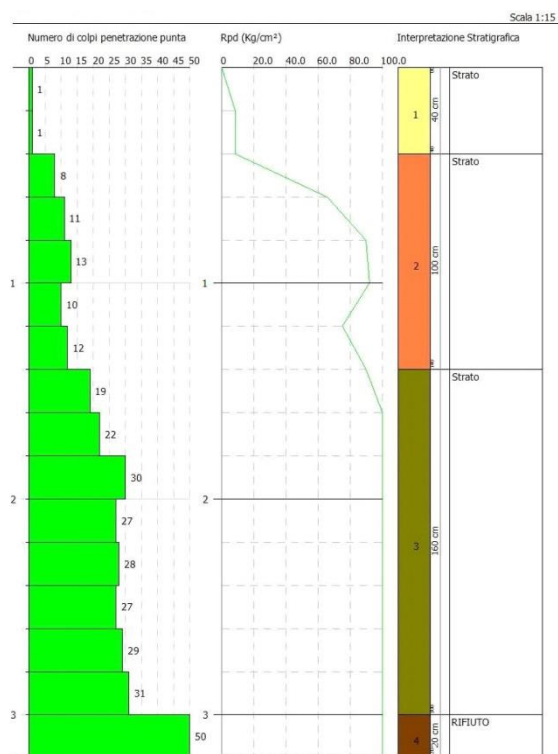
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	V _s [m/s]	V _p [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G ₀ [MPa]	Ed [MPa]	M ₀ [MPa]	E _y [MPa]
1	1.71	1.71	163	339	1800	0.35	47	207	143	129
2	5.50	3.79	290	590	1900	0.34	160	662	448	430
3	27.27	21.77	453	899	2000	0.33	410	1618	1070	1092
4	∞	∞	753	1464	2100	0.32	1191	4501	2912	3145

[G₀: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico; M₀: Modulo di compressibilità volumetrica; E_y: Modulo di Young]

4.2 – Indagini Penetrometriche

Lo scopo della prova penetrometrica DPSH è consistito nella definizione quali-quantitativa dei depositi di copertura, nella identificazione della tipologia e della profondità del substrato geologico al fine di ottenere un modello geologico e geotecnico del sottosuolo secondo quanto richiesto dalla normativa vigente. La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Dalla prova penetrometrica eseguita (DPSH1-Fig.05), si osserva un aumentare dei valori di resistenza dinamica alla punta (RPD) con la profondità che implica pertanto un miglioramento delle caratteristiche fisico-meccaniche delle litologie attraversate, man mano che aumenta la distanza dal p.c. in termini di profondità.



Diagrammi Profondità/N° di colpi della prova DPSH1.

Fig.05: Prova penetrometrica eseguita nell'area prevista per l'installazione dei pannelli fotovoltaici e relativa elaborazione.

Per maggiori dettagli riguardo la prova si rimanda al report in allegato **Geo.04 – Report Indagini realizzate**.

5 INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO DELL'AREA

Dott. Geologo Potenza Galileo iscr. O.G.B. N° 406
 Via dei Gerani 59/B - 85100 - Potenza - (PZ)
 E-mail galileopz@virgilio.it - Cell. 3207644905
 C.F. : PTN GLL 71C20G942V - P.I. : 01677970764

5.1 – Inquadramento geologico generale

L'area di studio ricade nel settore Est del Foglio n. 175 "Cerignola" e settore Ovest del Foglio n. 176 "Barletta" della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 (Fig.06).

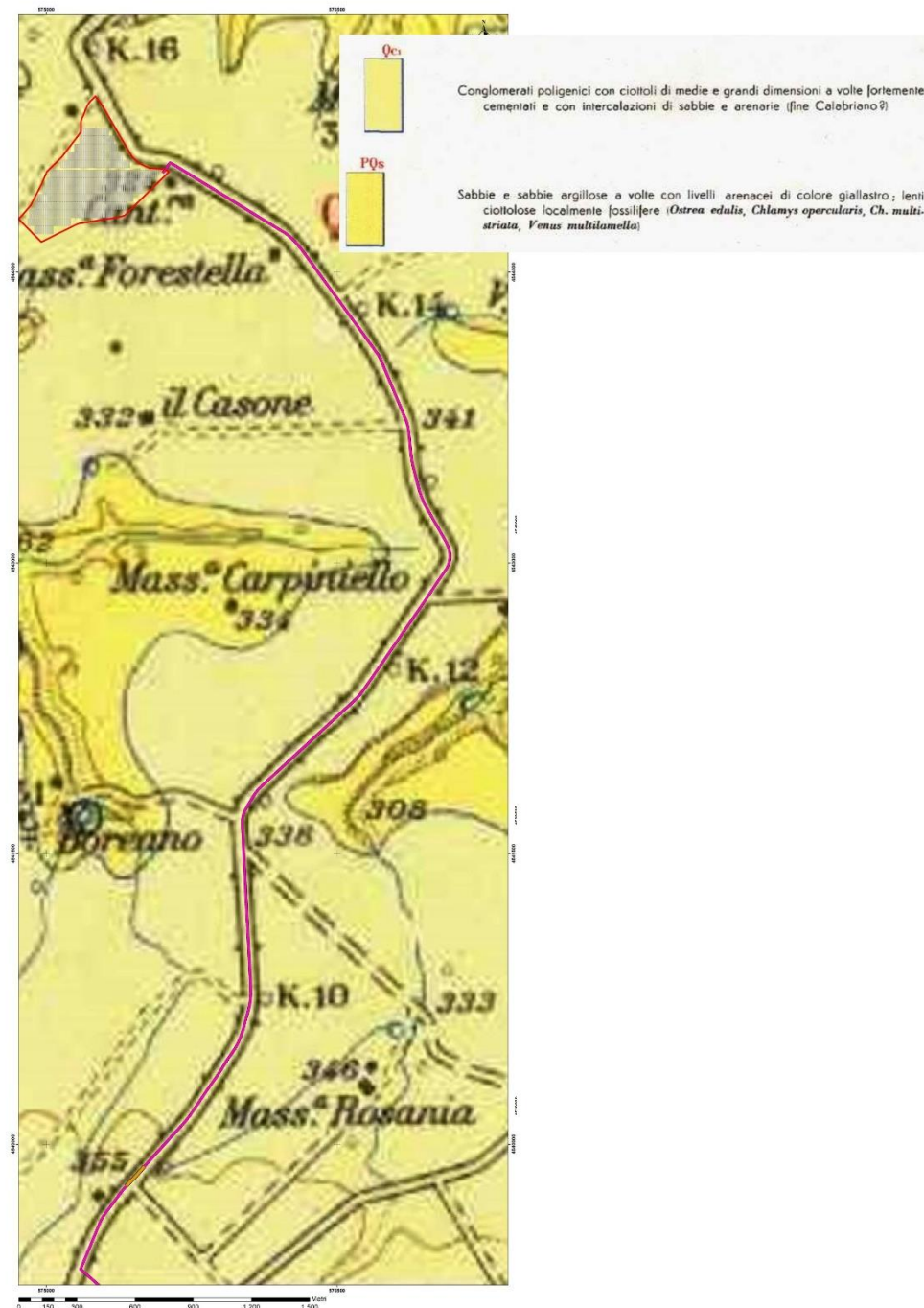


Fig.06: inquadramento geologico alla scala 1:100.000 dell'area di progetto

La Fossa Bradanica rappresenta un bacino di sedimentazione plio-pleistocenico compreso tra la catena appenninica meridionale ad ovest, e il Gargano e le Murge ad est.

La storia tettonico-sedimentaria della Fossa Bradanica va inquadrata nel più ampio contesto evolutivo del sistema orogenico subappenninico, che per successive fasi deformative migra progressivamente verso oriente durante il Plio-Pleistocene

L'evoluzione del sistema orogenico è indotta dalla subduzione appenninica, cui sono legati importanti caratteri strutturali che condizionano la fisiografia del bacino. La subduzione, rivolta verso ovest, impone infatti una sensibile retroflessione verso est della placca adriatica, che determinò nell'ambito dell'avanfossa sia lo sviluppo sul margine orientale, esterno, di una rampa regionale subsidente verso ovest, sia lo sviluppo su quello occidentale, interno, di un paleo pendio instabile inclinato ad est.

Nell'area di studio sono presenti le successioni di riempimento che rappresentano la parte alta del Ciclo Sedimentario Bradanico e sono costituite da unità sabbiose e ghiaiose. Queste poggiano stratigraficamente su sedimenti marini Pleistocenici costituiti da argille siltose di mare poco profondo, spessi alcune centinaia di metri e noti in letteratura come "Argille Subappennine".

Inoltre sono presenti i depositi alluvionali terrazzi del Fiume Ofanto.

I fianchi delle maggiori valli incise sono coperti a luoghi da depositi alluvionali in terrazzi. Tali depositi affiorano a quote diverse e sembrano riferibili a due cicli.

Il deposito più elevato (terrazzo alto del Fiume Ofanto e dei suoi affluenti) è situato generalmente al di sopra della quota 250 m.s.l.m.; è in gran prevalenza piroclastico (proviene dall'attività del vicino Vulture) ma a luoghi contiene detriti calcarei provenienti dalle Murge.

Il deposito terrazzato più recente (terrazzo medio del F. Ofanto e dei suoi affluenti) si riconosce in lembi lungo i fianchi della valle del Fiume Ofanto. È in gran prevalenza costituito da sedimenti ciottolosi o ciottoloso-sabbiosi; ha uno spessore che a luoghi supera i dieci metri.

Nell'alveo dell'Ofanto i depositi risultano incisi più o meno profondamente dal corso d'acqua, in vicinanza del quale si riconosce un ultimo deposito, anch'esso quasi esclusivamente ciottoloso.

5.2 – Caratteri litologici dell'area di intervento

La definizione litologica e stratigrafica dei terreni caratterizzanti l'area di studio è stata prodotta sia a seguito di un rilevamento geologico e di valutazioni condotte su aree più ampie rispetto al sito in parola (ciò al solo scopo di produrre una visione d'insieme più rappresentativa ed esaustiva) sia mediante una campagna di indagini geognostiche dirette ed indirette.

I luoghi risultano caratterizzati da una estrema omogeneità litologica, tanto in senso verticale quanto in senso orizzontale, che rende la circolazione idrogeologica e la ricostruzione stratigrafica semplice.

La ricostruzione di massima del sottosuolo è frutto dell'analisi critica sia dei dati pregressi effettuati nelle immediate vicinanze dell'area di studio sia mediante le prove penetrometriche e prospezioni geofisiche effettuate nei luoghi di studio.

La ricostruzione litostratigrafica, scaturita dal rilevamento geologico di superficie esteso ad un'area più ampia rispetto a quella strettamente interessata dal progetto in epigrafe, ha messo in evidenza che le caratteristiche peculiari delle formazioni sono, dall'alto verso il basso stratigrafico, quelle di seguito descritte:

- ❖ **LITOFACIES CONGLOMERATICO-SABBIOSA**: Depositi costituiti da ghiaie poligeniche da debolmente cementate a cementate in matrice sabbiosa di colorazione rossastra e giallastra, con intercalazioni di lenti e livelletti di materiale argilloso-siltoso e sabbioso.
- ❖ **LITOFACIES SABBIOSO-ARGILLOSA**: sabbie e sabbie argillose di colore giallastro e brunastro a cui si intercalano livelli arenacei e, meno frequentemente, livelli di micro conglomerati.

(Il progetto in epigrafe non intercetta questa litofacies)

6 CARATTERI GEOFISICI DEI TERRENI

I dati desunti dagli studi geofisici effettuati sui terreni oggetto di studio, sono stati impiegati per valutare la risposta sismo-elastica dei differenti terreni e produrre una definizione della categoria di suolo di fondazione, ai sensi della normativa sismica (O.P.C.M. n. 3274/2003 e NTC 2018).

Le Categorie di sottosuolo secondo il "Decreto del 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni" classificano il sottosuolo tramite le seguenti categorie:

A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.;

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;

C: Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s;

D: Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s;

E: Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione,

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

secondo la relazione:

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $V_s(strato)$.

Per H si intende la 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_{Seq} è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Considerati i valori di velocità delle Onde S rilevate nell'indagine MASW effettuata si è rilevata la seguente categoria di sottosuolo:

ID MASW	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	V_{Seq}
MW1	B	398 m/s

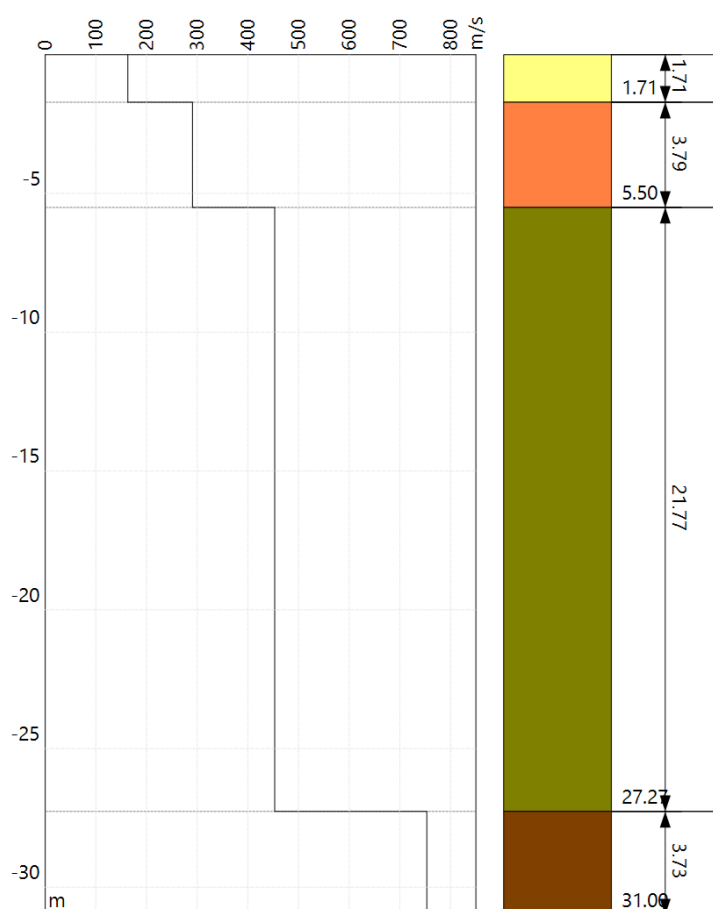


Fig.07: Colonna Sismo-Stratigrafica

7 DEFINIZIONE DEL MODELLO LITOTECNICO E DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Per la caratterizzazione fisico-meccanica dei litotipi che definiscono puntualmente l'assetto litostratigrafico dell'area oggetto di intervento si fa riferimento alla Prova DPSH effettuata.

Si sottolinea, inoltre, che:

- il progetto per cui interviene la presente relazione non prevede la realizzazione di volumi abitativi;
- L'intervento non comporta modifiche dell'assetto morfologico locale;
- L'intervento non comporta aumento delle condizioni di pericolosità idrologica e geomorfologica per le opere e persone al sito specifico.

Alla luce di tali osservazioni, quindi, si ritiene adeguato fornire una modellizzazione geologico-tecnica che si basa, sulle conoscenze e sull'esperienza maturata dal sottoscritto attraverso lavori condotti su terreni analoghi, sulla bibliografia studiata dal sottoscritto che offre dati geotecnici che riguardano gli stessi terreni interessati dalle opere in progetto e oltre alle indagini geognostiche dirette effettuate in loco. La modellazione, pertanto, viene fornita coerentemente anche a quanto indicato nel "DECRETO 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»".

Nell'analisi critica di tutti i dati a disposizione, quindi, si definisce un modello geotecnico per il quale sono state distinte due unità litotecniche.

Di seguito, si riportano i valori dei *parametri geotecnici caratteristici*:

▪ Unità litologica 1: DEPOSITI DI COPERTURA (Terreno Vegetale e Litofacies conglomeratico-sabbiosa superficiale)

Da 0.00 – 1.40ml dal p.c.

γ_n (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	ϕ (gradi)	C (kg/cm ²)
1.45	1.91	24.5°	0.44

▪ Unità litologica 2: LITOFACIES CONGLOMERATICO-SABBIOSA

Da 1.40ml dal p.c.

γ_n (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	ϕ (gradi)	C (kg/cm ²)
1.87	2.16	35°-38°	1.8-2.0

Legenda:

(γ_n = Peso dell'unità di volume; γ_{sat} = Peso dell'unità di volume saturo; ϕ = Angolo di attrito interno; **C** = Coesione drenata)

Come già enunciato precedentemente i suddetti parametri sono da considerarsi indicativi e la loro scelta ricade nella piena responsabilità del progettista per quanto riguarda le ipotesi e le scelte progettuali.

8 CARATTERI GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI DELL'AREA DI STUDIO

8.1 – Caratteri morfologici locali

Da un punto di vista geografico, il sito di progetto è localizzato in località “La Forestella” a Nord-Est rispetto al nucleo abitativo di Venosa.

La morfologia dell'area interessata si presenta a grandi linee collinare con quote topografiche che si attestano tra circa 330 e 338 metri s.l.m. con deboli pendenze verso S-E. (vedi ***Allegato Geo.06 – Carta Geomorfologica***).

In particolare, l'Area Impianto FTV si instaura in un contesto a prevalente vocazione agricola in agro del Comune di Venosa. Dall'Impianto FTV partirà il Cavidotto che sarà installato lungo la S.P. 18 Ofantina in direzione Sud per circa 6.50km fino alla località Perillo Soprano. In località “I Parazzi”, per un breve tratto, il cavidotto verrà escavato tramite tecnica TOC.

L'aspetto morfologico è il risultato degli agenti modellatori controllati direttamente dalla natura litologica, dalla stratigrafia e dalla giacitura delle unità affioranti. A causa dello sfruttamento intensivo dei suoli, ad esempio, sono andate perse le più piccole inflessioni del piano campagna che avrebbero potuto aiutare la ricostruzione geologica dell'area tradendo i cambi litologici in profondità. Anche i rilievi sono stati progressivamente rimodellati ed addolciti dalle operazioni di aratura tanto che oggi l'area si manifesta con un andamento quasi del tutto piatto o solo lievemente ondulato.

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica e rischio frane le aree sono esentati da tali problematiche confermate dalle planimetrie redatte dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Dallo studio geomorfologico di dettaglio l'area è risultata con pendenze blande che non superano i 10°, pertanto non è stato eseguito uno studio sulla valutazione della stabilità del versante.

Alla luce di tali osservazioni, quindi, **si conferma la stabilità morfologica dell'area e l'assenza di elementi di pericolosità in tutta l'area di interesse progettuale.**

8.2 – Caratteri idrogeologici

Per quanto attiene l'idrogeologia dei terreni caratterizzanti l'area di studio si ritiene che la conducibilità idrica sia nettamente differente a seconda della litologia considerata, ovvero, i terreni costituenti sono dotati di caratteristiche idrogeologiche piuttosto differenziate in rapporto alla composizione granulometrica, alla porosità, al grado di addensamento ed alla fratturazione.

Infatti in quest'area, eccetto nei punti in cui la copertura diviene significativa per spessore e diffusione areale, non oppongono grossa resistenza alla infiltrazione dell'acqua meteorica che pertanto più che alimentare un deflusso superficiale ne alimenta uno profondo. Inoltre qualora si verificano eventi meteorici eccezionali per durata ed intensità il deflusso superficiale in coincidenza di tali litotipi tende a prodursi secondo direttive ben precise, ovvero, secondo le direzioni di massima pendenza.

In merito alle condizioni di permeabilità delle unità rilevate, possiamo distinguere due complessi:

- **COMPLESSO CONGLOMERATICO-SABBIOSO**, costituito da depositi clastici sabbioso-ghiaiosi da incoerenti a poco cementati, ascrivibili alle fasi regressive iniziate nel Pleistocene Inf. Costituiscono acquiferi anche di buona trasmissività, ma in genere, per il frazionamento della circolazione idrica sotterranea, danno luogo a sorgenti di portata modesta, in corrispondenza di limiti di permeabilità indefiniti o definiti con i sottostanti terreni argillosi. Le acque del livello idrico, se presenti, sono dovute all'infiltrazione di acque di scorrimento superficiali nella parte superiore più permeabile del litotipo presente, sostenute alla base dalle Argille grigio-azzurre.

TIPO DI PERMEABILITÀ: POROSITÀ

GRADO DI PERMEABILITÀ: SCARSO-MEDIO

- **COMPLESSO SABBIOSO-ARGILLOSO**: sabbie e sabbie argillose di colore giallastro e brunastro a cui si intercalano livelli arenacei. Anche questo complesso può rappresentare un acquifero di buona trasmissività e può ospitare falde acquifere anche importanti visto il limite di permeabilità rappresentato dalla sottostante unità argillosa.

TIPO DI PERMEABILITÀ: POROSITÀ

GRADO DI PERMEABILITÀ: BASSO-MEDIO

Le attività di realizzazione dell'impianto agrivoltaico non compromettono in nessun modo le caratteristiche idrogeologiche dell'area di studio.

In ogni caso le opere in progetto non hanno un impatto tale da poter influenzare negativamente le condizioni vigenti in termini di permeabilità dei terreni. La realizzazione dell'intervento in progetto, infatti:

- non comporterà un aumento delle condizioni di pericolosità insistenti sull'area in quanto non prevede edificazione di strutture ad uso pubblico;
- non rappresenterà un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte;
- non comporterà effetti di impermeabilizzazione superficiale e non interferirà con le attuali condizioni di drenaggio dei terreni presenti in sito.

9 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Riguardo la verifica sulla suscettibilità a liquefazione, si richiama integralmente quanto riportato al paragrafo 7.11.3.4.2 "Esclusione della verifica a liquefazione" delle NTC 2018:

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

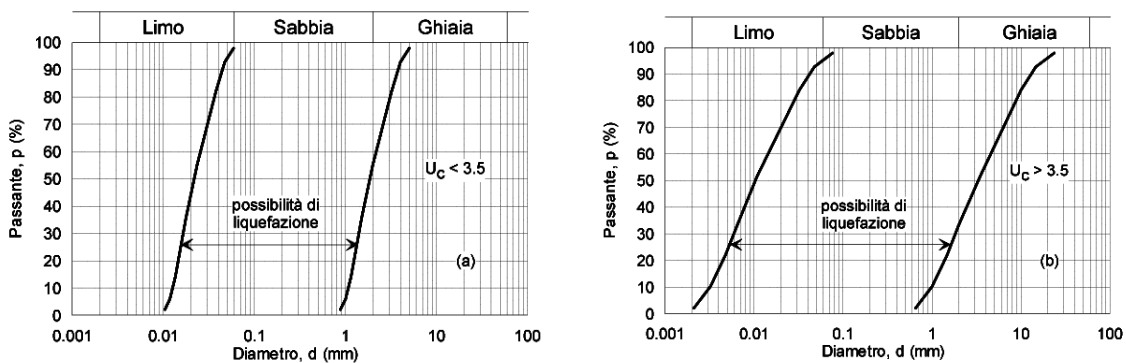


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Per quanto riguarda il sito in esame, risulta che questo ricade all'interno dei terreni del substrato geologico di natura conglomeratico-sabbiosa, inoltre non sussistono condizioni di falda media stagionale superficiale, pertanto, in riferimento al punto 2) e 3) del capitolo 7.11.3.4.2 delle N.T.C. 17 gennaio 2018 **la verifica a liquefazione può essere omessa.**

10 CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Per quanto riguarda la criticità geologica e geomorfologica del territorio, in ottemperanza alla L.R. 23/99 e al suo Regolamento di Attuazione sono state redatte le carte specifiche denominate "**CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA**" dell'impianto FTV, Cavidotto e tutte le opere di connessione alla rete MT (**Allegato Geo.06**) rappresentanti la sintesi e la sovrapposizione di tutti i tematismi cartografati nel presente studio.

Le aree interessate dalle strutture di progetto sono state classificate per il livello di criticità geologica e pericolosità geomorfologica come di seguito riportate:

I – AREE NON CRITICHE

Ib) aree di versante (esenti da problematiche di stabilità)

Aree esenti da criticità geologica e geomorfologica; Aree di versante occupati da depositi conglomeratico-sabbiosi, esenti da problematiche di stabilità a morfologia da sub-pianeggiante a debolmente inclinati. Le aree si presentano stabili ed esenti da problematiche geologico-tecniche relative alle opere in progetto.

Nell'area è presente una unica microzona sismica, che ricade nelle "Zone stabili suscettibili di amplificazione locale" denominata Zona 1, i cui terreni sono suscettibili di amplificazione locale con

FA=1.62 e FV=1.42, con profondità del bedrock sismico a 30.00 m. La categoria di Sottosuolo è di tipo "B" e la categoria topografica è la "T1".

I comuni interessati dal progetto ricadono nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, ex Autorità di Bacino della Puglia, dal PAI vigente si nota come l'area di studio (Area Impianto FTV e Cavidotto) non rientra in perimetrazioni di aree classificate a pericolosità geomorfologica e di conseguenza in perimetrazioni di aree classificate a rischio."

11 SISMICITÀ DEL COMUNE DI VENOSA E AZIONE SISMICA DI SITO

11.1 – I forti terremoti nell'Appennino meridionale

La sismicità storica dell'Appennino meridionale è ricca d'eventi di forte intensità. Nella figura sotto è riportata la distribuzione dei maggiori terremoti avvenuti nell'Appennino meridionale tra il 461 a.C. ed il 1990 (Fig.12)

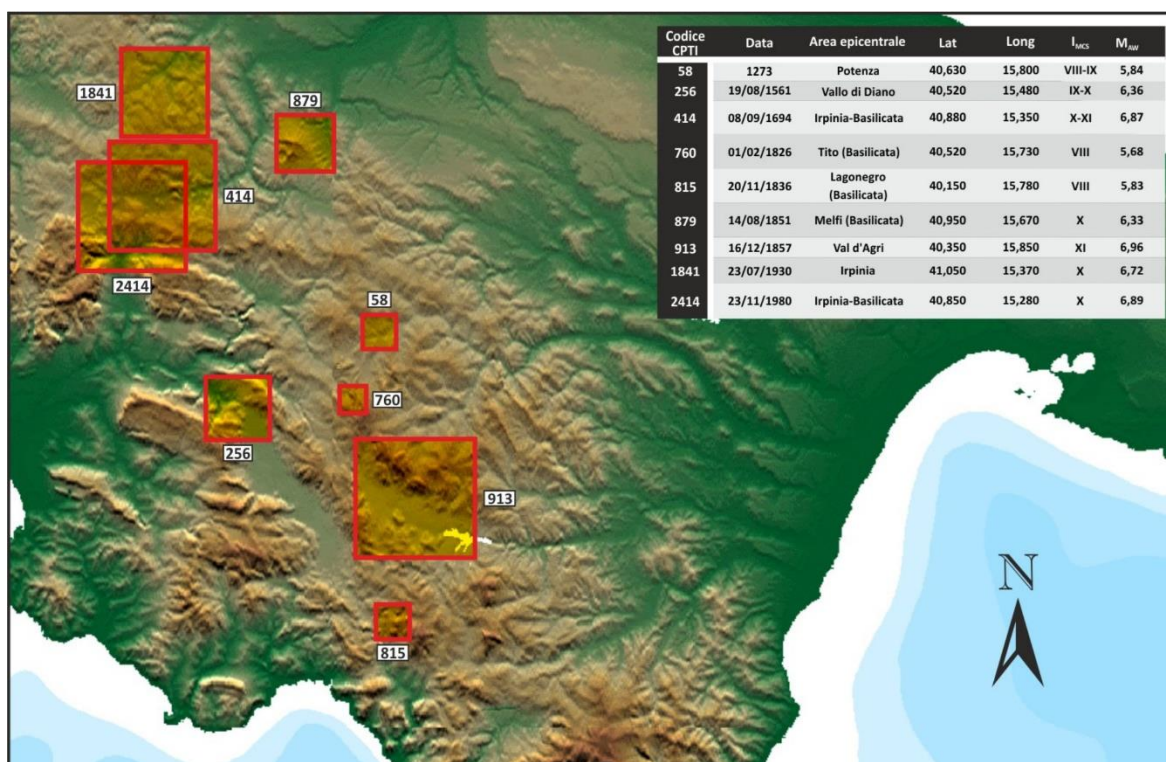


Fig.12: Distribuzione epicentrale dei maggiori terremoti avvenuti nell'Appennino meridionale tra il 461 a.C. ed il 1900. Elaborata dallo scrivente attraverso i dati del Catalogo CPTI.

Il primo evento che le fonti storiche riportano è quello del 1273 che causò gravi danni a Potenza e danni non precisati nell'area della Basilicata. All'evento è attribuita un'intensità del VIII- IX grado MCS.

Nel 1561 parte del Regno di Napoli fu colpito da due forti scosse e da numerose repliche di minore intensità. La prima scossa, valutata del IX grado della scala MCS, ebbe effetti distruttivi sul paese di Buccino (SA), e provocò danni nell'avellinese. La seconda scossa, stimata al X grado MCS, distrusse diversi paesi tra cui Tito (PZ), Sant'Arzenio (SA) e San Pietro al Tanagro.

L'8 settembre 1694 una scossa molto forte, seguita da un'altra violentissima replica e da una sequenza di eventi d'intensità equiparabile, colpì una vasta area dell'Italia meridionale. La Campania, la Basilicata e la Puglia subirono danni ingenti. Gli effetti sull'ambiente furono notevoli, la scossa innescò frane con crolli di massi. Vennero anche osservate onde anomale nel mare in prossimità della costa di Brindisi.

Il primo febbraio del 1826 l'area a NO della provincia di Potenza fu colpita da un terremoto ascrivibile al IX grado MCS. Il paese che ha subito maggiori danni fu Tito, mentre a Potenza, Satriano di Lucania e Tramutola vi furono notevoli crolli di abitazioni.

Il 20 Novembre del 1836 si verificò un evento del IX grado MCS che interessò la zona del massiccio del monte Sirino, al confine tra la Campania e la Basilicata. Lagonegro fu il paese che subì i maggiori danni, dove quasi tutte le abitazioni furono distrutte o danneggiate.

Un altro forte terremoto, il 14 Agosto del 1851, causò più di mille vittime. La scossa principale, ascrivibile al X grado (MCS), fece crollare diversi edifici di Barile (PZ) e Melfi (PZ). A distanza di un'ora l'area fu colpita da una seconda scossa di minore entità che gravò ulteriormente sugli edifici già lesionati. L'area di maggior risentimento si estese verso Est, in direzione della valle d'Ofanto, e verso Nord. La scossa fu avvertita anche in Campania, Abruzzo e Salento, mentre ingenti danni subirono molti paesi irpini.

Tra gli eventi più distruttivi che hanno colpito la penisola italiana è da ricordare il terremoto del 1857 che interessò una vasta area, lunga all'incirca 60 km e larga più di 10 Km, estesa dal Vallo di Diano (Campania) alla Val d'Agri (Basilicata). Nel 1857 si sono distinti due importanti eventi sismici. Il primo, di maggiore rilevanza (XI grado MCS, pari a $M_s = 6,9$) si verificò il 16 dicembre, devastando un'ampia zona della provincia di Potenza e di Salerno. Le fonti ufficiali riportano più di diecimila vittime, il 90% delle quali nell'area della provincia potentina. Un'area di più di 3.000 km² fu completamente rasa al suolo. In molte zone furono riportati vasti movimenti franosi, smottamenti, abbassamenti del terreno ed ampie fratture di cui una di 270 m a Polla (SA). Dopo dieci giorni dalla prima, la seconda

scossa ha avuto epicentro in corrispondenza dell'attuale paese di Montemurro (PZ). Quest'ultimo evento è stato valutato di intensità pari al VII-VIII grado della scala MCS.

Nel 1930 la zona montuosa compresa tra Melfi (PZ) ed Ariano Irpino (AV), durante la notte del 23 Luglio, è stata scossa da un evento sismico del X grado MCS. La scossa fu avvertita fino alle province di Brescia e Vicenza ed al sud fino alle province di Catanzaro e Lecce.

Infine, il sisma del 23 Novembre del 1980, d'intensità X-XI grado MCS ($M_s = 6,8$) colpì gravemente alle 19:34 l'Irpinia e la Basilicata. Gli effetti della scossa interessarono tutta la penisola italiana, causando poco meno di 3.000 vittime, 10.000 feriti ed i senzatetto si avvicinarono ai 300.000. Una trentina di paesi ed innumerevoli frazioni, compresi in un'ampia area (Napoli, Salerno, Potenza e S. Angelo dei Lombardi) furono distrutti. L'area di danneggiamento fu stimata di circa 3.500 km². Alla scossa principale ne seguirono molte altre che contribuirono ad aggravare la situazione.

11.2 – Zona sismica del Comune di Venosa

Ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio n°3274 del 20/03/2003 pubblicata sulla G.U. del 08/05/2003, e successivamente ai sensi della Delibera di Consiglio Regionale della Regione Basilicata n°731 del 19/11/2003, il Comune di Venosa viene classificato in ZONA 2, che è la zona intermedia di pericolosa in termini di zone soggette a rischio e pericolosità sismica (Fig.14).

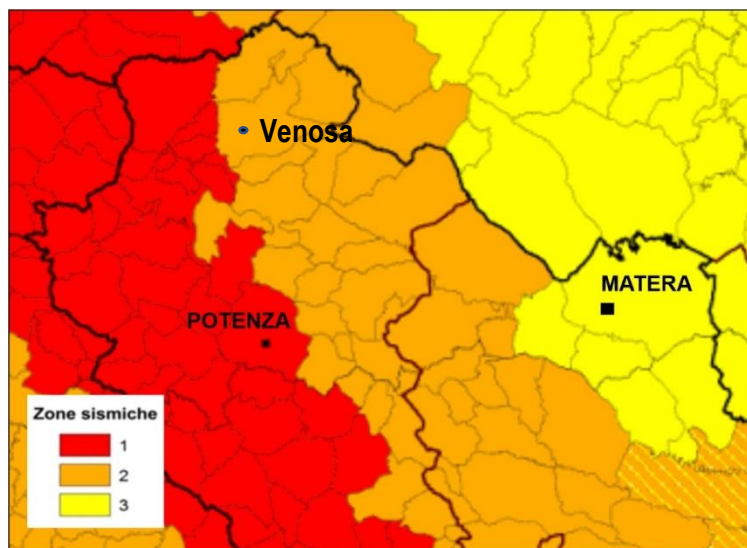


Fig.14: Zone sismiche della Basilicata

Secondo la nuova zonazione sismica della L.R. 9/2011 e s.m.i., è classificato come **zona 2c**, a cui è attribuito il valore di **PGA di 0.200 g**.

La consultazione de Database Macrosismico Italiano, inoltre, consente di analizzare i principali terremoti che in epoca storica hanno interessato la Città di Venosa e si osserva che l'area può essere interessata anche da fenomeni di media-alta intensità (Fig.15).

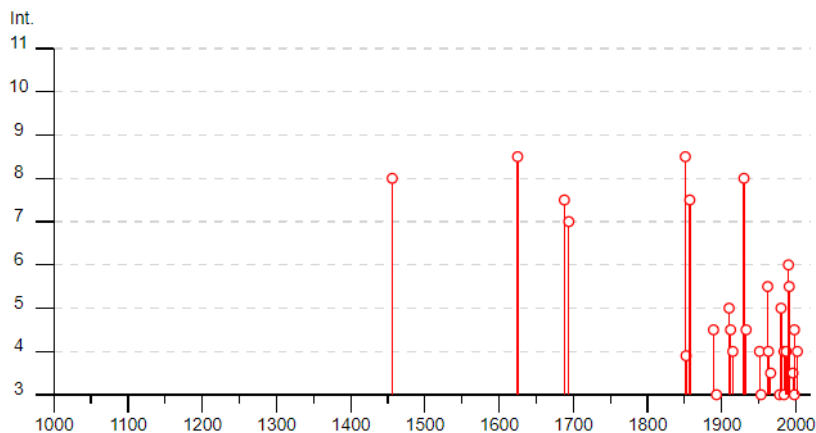


Fig.15: Eventi storici che hanno interessato la Città di Venosa (<http://emidius.mi.ingv.it/CPT115-DBMI15/>).

11.3 – Azione sismica: Pericolosità sismica di base al sito di studio

Il Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante “Norme Tecniche per le Costruzioni” e il recente aggiornamento operato dal *DECRETO 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»* (nel seguito indicate con NTC) raccoglie in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire, per stabiliti livelli sicurezza, la pubblica incolumità. Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

In Italia la “pericolosità sismica di base” è stata definita su tutto il territorio nazionale dall'INGV attraverso un reticolo di riferimento con maglia avente passo < 10 km per periodi di ritorno ricadenti in un intervallo di riferimento compreso tra 30 e 2475 anni estremi inclusi.

In termini di pericolosità sismica di base le caratteristiche specifiche del sito di studio sono riportate all'*Allegato Geo.09 – Relazione sulla pericolosità sismica di base*.

12 MICROZONAZIONE SISMICA DI II° LIVELLO DELL'AREA DI STUDIO

Lo studio di microzonazione è stato redatto in base alle disposizioni dell'art. 2 comma 6 della L.R. n. 9 del 7 giugno 2011 "Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica". Pertanto per il progetto corrente è stato predisposto il secondo livello di approfondimento. Si è fatto inoltre riferimento alla "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata" così come previsto dal medesimo articolo al comma 3.

Per il Comune di Venosa la nuova classificazione sismica è riportata nella tabella che segue.

Zona Sismica OPCM3274	Nuova Zonazione Sismica	PGA subzona (g)	Magnitudo	Distanza (Km)
2	2c	0.200	6.7	50

Il secondo livello di approfondimento si pone come obiettivo quello di fornire quantificazioni numeriche, con metodi semplificati (abachi e leggi empiriche), della modificazione locale del moto sismico in superficie (zone stabili suscettibili di amplificazioni locali) e dei fenomeni di deformazione permanente (zone suscettibili di instabilità). La sovrapposizione areale dei due fenomeni sopra descritti costituisce la "Carta di microzonazione sismica" che nello specifico è stata redatta secondo quanto dettato dagli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica" (ICMS).

I fattori di amplificazione locale sono stati valutati solo in base alla situazione litostratigrafica non essendoci nell'area di studio:

- ✓ zone suscettibili di instabilità di alcun tipo fra quelle previste negli "ICMS";
- ✓ condizioni topografiche che determinino fenomeni di amplificazione o altre contesti di incompatibilità quali bacini sepolti;
- ✓ situazioni litostratigrafiche con inversione di velocità con $V_s \text{ rig}/V_s \text{ sof} > 2$ con $V_s \text{ rig} > 500 \text{ m/s}$;
- ✓ aree con deformazioni permanenti.

Le amplificazioni sono state quantificate per mezzo di "abachi" che definiscono i fattori di amplificazione degli spettri elastici in superficie associati alle singole situazioni litostratigrafiche.

Attualmente, in assenza di abachi regionali di riferimento sono stati impiegati gli abachi riportati al capitolo 3.2 Appendice 3 Volume 2 Parte III di ICMS.

Gli abachi sono realizzati sintetizzando i risultati di analisi numeriche mono-dimensionali di propagazione delle onde sismiche di taglio effettuate con il programma SHAKE91 (Idriss e Sun, 1992).

Tali analisi sono di tipo non lineare equivalente e sono condotte su un modello di sottosuolo costituito da terreni stratificati orizzontalmente, poggianti su un semispazio.

Il modello di sottosuolo si riferisce a un deposito stratificato di terreni omogenei deformabili, sovrastante un terreno più rigido avente $V_s = 800$ m/s (bedrock sismico). Il deposito, qualunque sia lo spessore complessivo, è stato diviso in 50 sublayer di spessore costante.

Questa suddivisione consente di descrivere con sufficiente dettaglio la variazione del profilo di rigidità dei terreni soffici lungo la verticale nel campo di profondità indagato per la redazione degli abachi.

Lo spessore totale del deposito di terreni soffici (H) varia nei calcoli da 5 a 150 m, per un totale di 19 valori. La velocità equivalente del deposito di terreni soffici (V_sH) copre l'intervallo tra 100 e 700 m/s per un totale di 10 valori. Per ognuno dei suddetti valori di velocità equivalente V_sH , sono stati considerati 3 diversi profili di velocità per lo spessore del deposito.

I valori riportati negli abachi sono la media dei risultati ottenuti da 7 accelerogrammi diversi per ciascun livello energetico (0.06g Bassa sismicità, 0.18g media sismicità e 0.26g alta sismicità), su ciascun litotipo (argille, sabbie e ghiaie), spessore H e per ciascun valore dei tre profili di V_s (costante, variabile linearmente con la massima pendenza compatibile con il valore di V_sH , e variabile linearmente con pendenza intermedia fra costante e massima).

La scelta del tipo di profilo va fatta sulla base delle conoscenze specifiche ottenute con il livello 2: in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri), è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi preferibile orientarsi verso le tabelle riferite al profilo variabile linearmente con pendenza intermedia.

Le amplificazioni ricavate sono espresse attraverso due fattori di amplificazione **FA** e **FV** da applicare alle ordinate spettrali a basso periodo (FA) e a alto periodo (FV).

Per la scelta dell'abaco di riferimento è necessario quindi conoscere:

- ✓ Il " V_sH " che rappresenta la velocità media delle onde di taglio dal substrato rigido (V_s 800m/s) posto a profondità "H" alla superficie. Visto che con l'indagine Masw1 non è stato raggiunto il substrato rigido (bedrock sismico), il profilo di V_s con la profondità è stato estrapolato mantenendo il gradiente dell'ultimo tratto della curva sperimentale fino al raggiungimento di $V_s = 800$ m/s (metodo consigliato nell'Atto d'indirizzo 112/2007 per le analisi di III livello dalla Regione Emilia Romagna).

Nel dettaglio abbiamo: dalla MASW1 effettuata risultata una sismosezione con le seguenti velocità Vs.

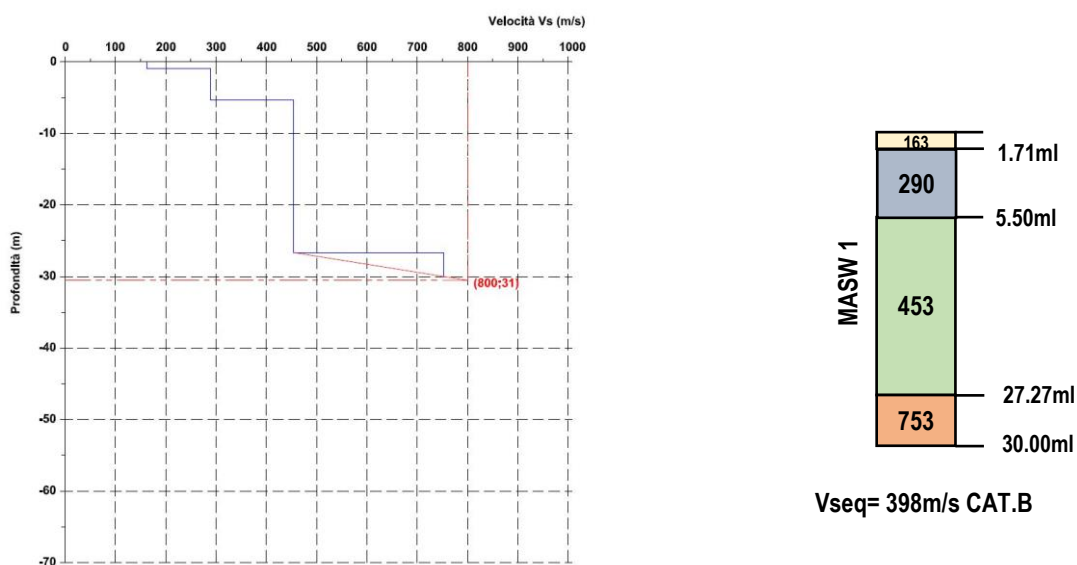


Fig. 16 – Interpolazione curva Vs da Masw per l'individuazione del bedrock sismico e colonna sismica.

Con la suddetta l'estrapolazione "H" è di circa 31.00 m, approssimata a 30.00 m.

Nota "H" (30.00m) e noto il Vs30 (398 m/s) dalla tabella che segue - Tabella 3.2-2 – Valori di Vs30 (velocità equivalente nei primi 30 m) alle diverse profondità (H) corrispondenti alle diverse VsH (velocità equivalenti su tutto lo spessore del deposito) per il profilo con pendenza intermedia.

- ✓ Il valore di $a_g(g)$, la "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata" di cui alla L.R. 9/2001 attribuisce a Venosa una PGA di subzona pari a 0.200g, pertanto si considererà l'abaco relativo alla $a_g(g)$ pari a **0.26g**.
- ✓ Il litotipo prevalente che, sulla base dei dati delle indagini eseguite e dalle caratteristiche formazionali dei depositi presenti costituiti in modo prevalente da Depositi Conglomeratico-sabbioso, sono le **GHIAIE**.
- ✓ Il profilo di velocità, in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri), è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi preferibile orientarsi verso le tabelle riferite al "**profilo variabile linearmente con pendenza intermedia**".

Riepilogando, si considereranno i valori di FA e FV corrispondenti all'abaco relativo a:

- Tipo di terreno: **Ghiaie**
- $a_g(g)$: **0.26g**

➤ Profilo di velocità: **Lineare pendenza intermedia**

Considerato che:

➤ VsH = **398m/s approssimato a 400m/s**

➤ H = 31.00m approssimato a **30.00m**

Abbiamo:

FA = 1.62

FV = 1.42

Legge Regionale 7 giugno 2011 n. 9					
Allegato 1 - Nuova Classificazione sismica e coppie magnitudo-distanza					
Comune	Zona Sismica OPCM 3274	Nuova Zonazione Sismica	PGA subzona (g)	Magnitudo	Distanza (km)
VENOSA	2	2C	0.200	6.7	50

Microzonazione Sismica di II livello						
Abaco						
VsH (m/s)	H (m)	ag (g)	Tipo di terreno	Profilo di velocità	FA	FV
400	30	0.26	Ghiaie	Lineare pendenza intermedia	1.62	1.42

Fattore di amplificazione FA	Tipo di terreno Ghiaia	a _g (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			V _{sH} (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.05	1.01	1.01	1.01
	10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02	1.02
	15	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04	1.04
	20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06	1.06
	25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08	1.08
	30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09	1.09
	35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09	1.09
	40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09	1.09
	50	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07	1.07
	60	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04	1.04
	70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00	1.00
	80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98	0.98
	90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96	0.96
	100	-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95	0.95
	110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.05	1.01	0.95	0.95
120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	0.93	
130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92	0.92	
140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91	0.91	
150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89	0.89	

Fattore di amplificazione Fv	Tipo di terreno Ghiaia	a_g (g) 0.26g		Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia							
				V_{ps} (m/s)							
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.05	1.04	1.02	1.02	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00
	10	-	-	1.17	1.07	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00
	15	-	-	-	1.24	1.14	1.09	1.05	1.03	1.02	1.01
	20	-	-	-	1.53	1.28	1.18	1.11	1.08	1.03	1.01
	25	-	-	-	1.81	1.47	1.29	1.19	1.12	1.07	1.02
	30	-	-	-	2.06	1.65	1.42	1.28	1.19	1.09	1.03
	35	-	-	-	2.25	1.84	1.54	1.37	1.25	1.11	1.04
	40	-	-	-	2.29	1.96	1.66	1.46	1.32	1.14	1.07
	50	-	-	-	2.12	2.02	1.80	1.59	1.43	1.21	1.09
	60	-	-	-	2.10	1.86	1.79	1.65	1.49	1.26	1.11
	70	-	-	-	-	1.88	1.68	1.61	1.51	1.29	1.12
	80	-	-	-	-	1.88	1.69	1.53	1.46	1.29	1.13
	90	-	-	-	-	1.91	1.69	1.54	1.41	1.27	1.13
	100	-	-	-	-	1.88	1.69	1.53	1.43	1.24	1.09
	110	-	-	-	-	1.84	1.68	1.53	1.41	1.22	1.09
120	-	-	-	-	1.77	1.68	1.53	1.40	1.23	1.10	
130	-	-	-	-	1.74	1.64	1.53	1.42	1.23	1.10	
140	-	-	-	-	1.73	1.60	1.51	1.42	1.22	1.10	
150	-	-	-	-	1.74	1.57	1.48	1.40	1.23	1.09	

A conclusione dello Studio di Microzonazione Sismica di II livello è stata elaborata la Carta di Microzonazione Sismica con l'identificazione di un'unica Microzona omogenea in prospettiva sismica occupata dall'impianto FTV ed Cavidotto (**Allegato Geo.10**)

- ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI APLIFICAZIONE LOCALI

ZONA 1 – Fa: 1.62 Fv: 1.42

13 ANALISI TERRE E ROCCE DA SCAVO

13.1 – Premesse

Nell'ambito dell'applicazione del Decreto del Presidente della Repubblica n. 120 del 13/06/2017, si è valutato in questa fase di progettazione, se i materiali da asportare fossero classificabili come "sottoprodotto" ai sensi dell'art. 4 del suddetto Decreto n. 120. Lo stesso prevede che "Le terre e rocce da scavo come definite ai sensi del presente decreto sono utilizzabili per rinterri, riempimenti, modellizzazioni, miglioramenti fondiari o viari oppure per altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e, nel corso di processi di produzione industriale, in sostituzione dei materiali da cava. La classificazione delle terre e rocce da scavo asportate, come sottoprodotto e non come rifiuto, consente alla committenza un notevole risparmio di risorse economiche e, non secondaria una ricaduta positiva a livello di impatto ambientale. L'aspetto ambientale ne ricava sicuramente dei vantaggi non costituendo questi materiali rifiuto edile e quindi nessuna incidenza in discarica ma infine anche un vantaggio in quanto sarebbero utilizzabili nei rinterri previsti nello stesso intervento e in altri cantieri e o in impianti industriali. Mentre per la caratterizzazione chimica del materiale sono stati effettuati i campionamenti e le analisi come previsto dalla norma dall'Allegato 2 – Procedure di Campionamento in fase di Progettazione (articolo n. 8).

13.2 – Inquadramento tipologia di cantiere e valutazione delle quantità di terre e rocce

Il cantiere degli interventi in oggetto è inquadrabile ai sensi dell'art. 2, lettera T) del D.P.R. n. 120 quale : «cantiere di piccole dimensioni»: cantiere in cui sono prodotte terre e rocce da scavo in quantità non superiori a seimila metri cubi, calcolati dalle sezioni di progetto, nel corso di attività e interventi autorizzati in base alle norme vigenti, comprese quelle prodotte nel corso di attività o opere soggette a valutazione d'impatto ambientale o ad autorizzazione integrata ambientale di cui alla Parte II del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;

I volumi prodotti saranno sicuramente INFERIORI di seimila metri cubi.

L'inquadramento del cantiere come Cantiere di PICCOLE dimensioni non sottoposto a VIA o Aia determina poi la metodologia del campionamento e le relative norme da rispettare ossia si è proceduto alla classificazione delle terre e rocce quali sottoprodotto ai sensi dell'art. 21 del D.P.R n. 120.

I volumi di terre e rocce da movimentare per realizzazione di quanto previsto dal progetto sono riportati in tabella:

Computo volumi di scavo, smaltimento e sottoprodotti	Totale m³
Volumi di scavo	circa 10.000
Trasporto fuori cantiere	0,00
Materiale in discarica autorizzata	0,00
Materiale classificato come sottoprodotto da portare fuori cantiere	0,00
Materiale classificato come sottoprodotto da riutilizzare in cantiere (riempimenti, gabbionate ecc.)	circa 10.000

13.3 – Descrizione della metodologia di campionamento

La campionatura è stata eseguita dallo scrivente Dott. Geol. Galileo Potenza, incaricato per la redazione della presente relazione e delle indagini geognostiche e prove di laboratorio. Le operazioni di prelievo sono state realizzate secondo quanto previsto dall'Allegato n. 2 Procedure di Campionamento in fase di Progettazione (Art. 8), pertanto si è proceduto ad individuare 2 punti di prelievo.



Mototrivella Valex Auger 52F5 utilizzata per il campionamento

Il prelievo dei campioni è stato eseguito a mezzo mototrivella Valex Auger 52F5 (Fig 2), in modo da campionare terreni a profondità di circa 50 – 70 cm dal p.c., i campioni delle terre prelevati sono stati prontamente etichettati e inviati al Laboratorio Analisi Chimiche Ambientali del Dott. Luca Montanarella, Sito in Via Mantova 2/B, 85025 MELFI (PZ) le cui analisi sono allegate alla presente relazione.

13.4 – Caratterizzazione delle terre e rocce da scavo e considerazioni sui risultati delle analisi.

Durante le fasi di campionamento si è potuto rilevare che si tratta di termini costituiti da conglomerati poligenici con ciottoli eterometrici e intercalazioni di sabbie giallastre e arenarie. All'interno dei saggi di campionamento la frazione di materiali antropici è assente.

Il dato è stato desunto da analisi, prelievi e misurazioni realizzate secondo la procedura prevista dall'Allegato n. 10 METODOLOGIA PER LA QUANTIFICAZIONE DEI MATERIALI DI ORIGINE ANTROPICA DI CUI ALL'ARTICOLO 4, COMMA 3 (ARTICOLO 4) che, nelle terre e rocce da scavo dell'area oggetto dell'intervento, la componente di materiali di origine antropica essendo assente, non supera la quantità massima del 20% in peso.

Come dimostrano i certificati allegati del Laboratorio SCA per tutti e nove i prelievi i risultati analitici dei parametri determinati rientrano nei valori di CSC (Concentrazione Soglia di Contaminazione suolo e sottosuolo ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006 Allegato 5 Tabella 1A e quanto prescritto dalla Tabella 4.1 del DPR 120/2017).

Le analisi e gli studi effettuati sui N. 4 campioni di terre e le rocce da scavo prelevate nell'areale di interesse permettono di qualificarle come sottoprodotti e non come rifiuti (Art. 4 del DPR 120/2017).

Come descritto anche nei certificati di laboratorio prodotti dal Laboratorio Analisi Chimiche Ambientali del Dott. Luca Montanarella (vedi **Allegato Geo.11 – Certificati analisi su terre e rocce da scavo**), che ha eseguito le prove sui campioni prelevati in sito, "Per i parametri determinati, i terreni sottoposti ad analisi chimica sono risultati idonei al riutilizzo sia in siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale, sia in quelli ad uso commerciale ed industriale, ai sensi della Parte IV D.L.vo 152/06 e s.m.i. e del D.P.R. n. 120/2017."

Pertanto le terre e rocce scavate, **potranno essere riutilizzate per i riempimenti e la sagomatura dei profili della areale di progetto.**

14 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In base a ciò che è emerso in occasione del rilevamento geologico e idrogeologico compiuto e della campagna di indagini geognostiche effettuate oltre che, allo studio critico della bibliografia tecnica esistente sull'area di interesse ***il sottoscritto esprime parere favorevole alla esecuzione degli interventi ingegneristici*** così come riportato in epigrafe e raccomanda la realizzazione di quanto prescritto nel report geologico e l'osservazione di quanto necessario ad una progettazione a regola d'arte ed a norma di Legge.

In sintesi:

- ✓ Le informazioni di carattere geologico e idrogeologico raccolte hanno permesso di definire con sufficiente dettaglio le caratteristiche dei terreni che ospiteranno l'Impianto FTV, Cavidotto e tutte le opere annesse ed hanno consentito di accertare la fattibilità del progetto previsto.
- ✓ Le aree che saranno interessate dall'Impianto FTV, Cavidotto e tutte le opere annesse non coincidono con areali perimetrati dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale ex AdB Puglia.
- ✓ Le aree che saranno interessate dall'Impianto FTV, Cavidotto e tutte le opere annesse non sono assoggetta a Vincolo Idrogeologico ai sensi del D.R. 3267/1923;
- ✓ Non sono stati rinvenuti segni o markers che lascino ritenere che l'area in questione sia in condizioni di equilibrio precario o presagire condizioni di rischio degne di attenzione;
- ✓ Nelle aree di studio non sono presenti faglie e/o discontinuità tettoniche di qualsiasi natura che possano costituire un pericolo;
- ✓ Dal punto di vista della Microzonazione Sismica nell'area (FTV, Cavidotto e tutte le opere annesse) è stata riconosciuta un'unica microzona sismica che rientra nelle "Zone stabili suscettibili di amplificazione locale" denominata ZONA 1, dove i terreni sono suscettibili di amplificazione locale con valori di FA=1.62 ed FV=1.42, con il bedrock sismico stimato a circa 31.00ml (valore dimensionato a 30.00ml per i calcolo dei valori di FA e FV) di profondità ricavato mediante il profilo di velocità della MASW;
- ✓ *Ai sensi della L.R. 23/99 le aree di interesse progettuale rientrano:*

I – AREE NON CRITICHE

Ib) aree di versante (esenti da problematiche di stabilità)

Aree esenti da criticità geologica e geomorfologica; Aree di versante occupati da depositi conglomeratico-sabbiosi, esenti da problematiche di stabilità a morfologia da sub-pianeggiante a

debolmente inclinati. Le aree si presentano stabili ed esenti da problematiche geologico-tecniche relative alle opere in progetto.

✓ L'area è caratterizzata da:

- ❖ **LITOFACIES CONGLOMERATICO-SABBIOSA**: Depositi costituiti da ghiaie poligeniche da debolmente cementate a cementate in matrice sabbiosa di colorazione rossastra e giallastra, con intercalazioni di lenti e livelletti di materiale argilloso-siltoso e sabbioso.
- ❖ **LITOFACIES SABBIOSO-ARGILLOSA**: sabbie e sabbie argillose di colore giallastro e brunastro a cui si intercalano livelli arenacei e, meno frequentemente, livelli di micro conglomerati.

✓ Le aree si presentano stabili ed esenti da problematiche geologico-tecniche relative alle opere in progetto;

✓ È possibile affermare che la realizzazione del progetto di che trattasi in nessun modo va ad interferire con l'attuale stato di equilibrio dei luoghi e, quindi, assolutamente è ininfluente sul grado di pericolosità e rischio idrogeologico delle aree di sedime dell'Impianto FTV e delle opere connesse che, comunque, si presentano stabili.

✓ Dalla lettura della Carta Idrogeologica e dai rilievi idrogeologici di dettaglio eseguiti nell'area di studio non è stata rilevata la presenza di una falda e di conseguenza si esclude il fenomeno alla liquefazione dei terreni oggetto di studio.

✓ Il Cavidotto sarà interrato ad una profondità compresa tra 1.00/1.50ml dal p.c.

✓ La categoria di sottosuolo ai sensi del D.M. 14/01/2018 è di tipo **B** e la categoria topografica è la T1 per tutte le aree oggetto di studio

POTENZA, Novembre 2021

Il Tecnico Geologo
Dr. Geol. Galileo POTENZA

