

REGIONE BASILICATA



COMUNE DI MONTEMILONE

PROVINCIA DI POTENZA

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO AD INSEGUIMENTO SOLARE DA 19,9584 MWp DA REALIZZARSI IN LOCALITA' SPINAMARA SOTTANA NEL COMUNE DI MONTEMILONE

TAVOLA:	A.2	Relazione Geologica
SCALA:		
DATA:	novembre 2021	

Committente: MARMARIA SOLARE 8 - S.R.L.



Progettista impianti elettrici: Ing. Paolo Acquasanta

Collaboratori: Ing. Eustachio Santarsia
Studio Tecnico Lantri Srls

Opere edili e consulenza
Ambientale:

Ing. Paolo Acquasanta
Arch. Cosimo Damiano Belfiore
Geom. Rocco Donato Lorusso

Archeologo:

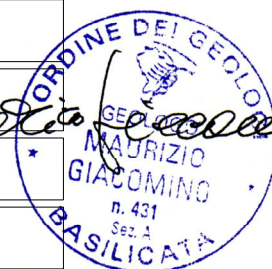
Dott. Antonio Bruscella

Geologo:

Dott. Maurizio Giacomino

Agronomo:

Dott. Gino Panzardi





Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
Spinamara Sottana

PAGE
1 di/of 61

RELAZIONE GEOLOGICA

IMPIANTO “SPINAMARA SOTTANA” MONTEMILONE

POWERDIS

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

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


TECNICI INCARICATI

Dott. Geol. Maurizio Giacomino

Matera, li 04 novembre 2021




REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Spinamara Sottana
		<i>PAGE</i> 2 di/of 61

INDICE

1	PREMESSA	3
2	PIANO STRALCIO PER LA DIFESA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO	5
3	DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI IPOTIZZATE	6
3.1	GEOLOGIA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.....	8
4	TETTONICA	10
5	GEOMORFOLOGIA.....	11
6	IDROGEOLOGIA ED IDROLOGIA.....	12
7	CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	21
7.1	Prospezione sismica a rifrazione eseguita con tecnica MASW.....	21
7.1.1	STENDIMENTO SISMICO A RIFARZIONE - MASW 1	23
7.1.2	STENDIMENTO SISMICO A RIFARZIONE IN ONDE P E Sh.....	26
7.2	Prove Penetrometriche Dinamiche (SPT).....	32
8	CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITA' DELL'AREA	54
8.1	PARAMETRI SISMICI DELL'AREA DEL PARCO FOTOVOLTAICO IN PROGETTO	54
8.2	MICROZONAZIONE SISMICA DELL'AREA DEL PARCO fotovoltaico IN PROGETTO.....	55
9	CONSIDERAZIONI SUI TERRENI DI FONDAZIONE	56
9.1	PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO	56
9.2	Parametri caratteristici.....	57
9.3	Parametri di progetto.....	57
10.	Analisi di stabilità di versante.....	59
11.	Considerazioni conclusive	60

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Spinamara Sottana
		<i>PAGE</i> 3 di/of 61

1 PREMESSA

Su incarico conferitomi dalla Società Marmari Solare 8 Srl, è stata condotta una Campagna di Indagine Geognostica, al fine di accertare le condizioni geologiche, morfologiche, idrogeologiche, sismiche e geotecniche dei terreni presenti a sud dell’abitato di Montemilone (PZ), in località Spinamara Sottana, dove si intende realizzare un parco fotovoltaico ad inseguitori solari di circa 20 MWp”.

L’esame delle caratteristiche sopra descritte, permette di esprimere una serie di considerazioni sui terreni di sedime dell’impianto in progetto in modo da valutare il loro comportamento in relazione con le strutture di fondazione.

L’acquisizione dei dati tiene conto della vigente normativa tecnica, quale: il D.M. 11.03.1988, la L.R. n.38 del 06/08/1997, la L.R. 9/2011 sulla caratterizzazione sismica dei terreni e il D.M. 17 gennaio 2018 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni), inoltre, rispetta le norme dell’Autorità di Bacino della Puglia riguardanti le Aree a Rischio Idrogeologico.

Per la redazione della presente Relazione Geologica sono state eseguite delle indagini Geologiche sia dirette che indirette ed è stato condotto un rilevamento geologico di superficie per la determinazione dei rapporti stratigrafici dei terreni affioranti.

L’indagine completa, estesa anche alle aree circostanti, è consistita in rilievi geologici e geomorfologici di superficie, in indagini geognostiche in sito sia eseguite direttamente sia e consultate e nella verifica della pericolosità geologica, geomorfologica ed idrogeologica dell’area.

I parametri fisico meccanici dei terreni interessati dalle strutture in progetto sono stati ottenuti dalle indagini indirette eseguite nell’area, quali:

- n. 5 Standard Penetration Test (SPT) con Penetrometro Medio;
- n. 1 stendimenti sismici a rifrazione con tecnica MASW;

L’ubicazione di tutte le indagini eseguite è riportata nell’Allegato A.12.a.7. - Planimetria Ubicazione Indagini Geognostiche, mentre, l’intero lavoro si compone dei seguenti elaborati descrittivi e cartografici:

- A.2 - Relazione Geologica
- A.3. – Relazione Idrogeologica
- A.12.7. - Planimetria Ubicazione Indagini Geologiche

Scala 1:2.000

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Spinamara Sottana
		<i>PAGE</i> 4 di/of 61

- A.12.a.8. - Carta Geologica Scala 1:2.000
- A.12.a.9 – Carta Geomorfologica Scala 1:2.000
- A.12.a.10 - Carta Idrogeologica Scala 1:2.000
- A.12.a.11.1. – Profili Geologici Scala 1:1.000
- A.12.a.11.2 – Carta della Microzonazione Sismica Scala 1:2.000
- A.12.a.11.3. – Carta di Sintesi Finale della Criticità e Pericolosità Geologica e Geomorfologica Scala 1:2.000
- A.12.a.12 – Corografia dei Bacini Scala 1:2.000
- A.12.a.12.1 – Sovrapposizione del Impianto con le aree vincolate dall'AdB Scala 1:2.000

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Spinamara Sottana
		<i>PAGE</i> 5 di/of 61

2 PIANO STRALCIO PER LA DIFESA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO

La zona interessata dall'installazione degli inseguitori solari, appartenente al Comune di Montemilone (PZ), è un'area ricadente nell'ambito dell'Autorità di Bacino della Puglia, la quale ha perimetrato nel territorio comunale di Montemilone alcune aree a Vincolo Idrogeologico per Pericolosità elevata (PG2 e PG3) determinate dal rischio geomorfologico.

Nella zona di stretto interesse e ancor più nell'area di sedime dell'impianto fotovoltaico "Spinamara Sottana", non vi è la presenza di tali aree, infatti come riportato nell'elaborato A12.a.9. – Carta Geomorfologica e nell'elaborato A.12.a.12.1 – Carta Sovrapposizione Impianto con aree Vincolate per Rischio Idrogeologico, non vi è alcuna interazione tra impianto in progetto e le aree vincolate.



Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
Spinamara Sottana

PAGE
6 di/of 61

3 DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI IPOTIZZATE

La configurazione geologica della Basilicata è il risultato di imponenti deformazioni tettoniche che hanno determinato accavallamenti e traslazioni di masse rocciose e terrigene, anche di notevoli proporzioni, da Ovest verso Est, verso l'Avanpaese Apulo.

L'azione di tali forze orogeniche riflette l'attuale assetto geo-strutturale rilevabile in superficie e, ad esse, sono da imputare la complessità dei rapporti geometrici tra le diverse unità litostratigrafiche.

A grande scala la regione può essere inquadrata, dal punto di vista geologico-strutturale,

nell'ambito del sistema orogenico appenninico, riconoscibile nel settore dell'Italia meridionale che si estende dal margine tirrenico a quello adriatico.

I tre domini del sistema orogenico sono: la Catena rappresentata dall'Appennino Campano-Lucano, l'Avanfossa rappresentata dall'Avanfossa Adriatica e l'Avanpaese rappresentata dalla regione Apulo-Garganica

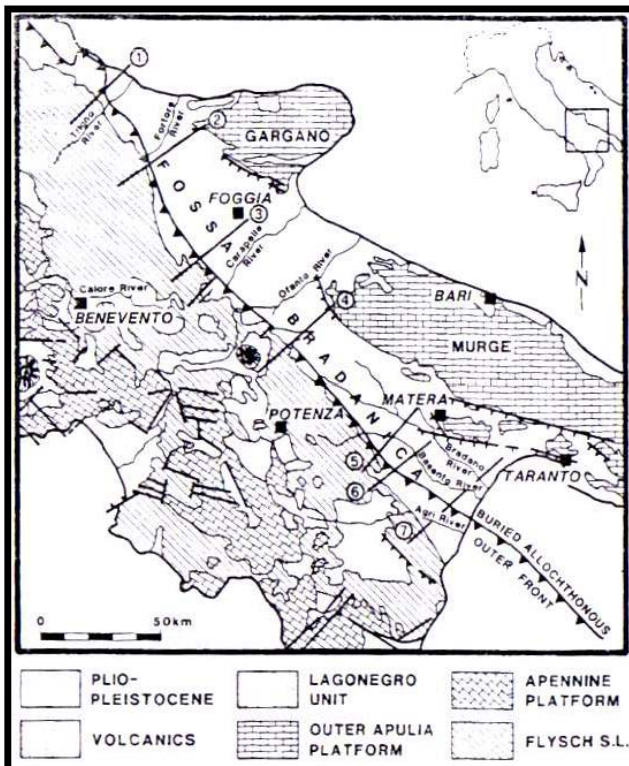


Fig. A - Unità strutturali principali del settore dell'Italia meridionale che si estende dal Tirreno all'Adriatico

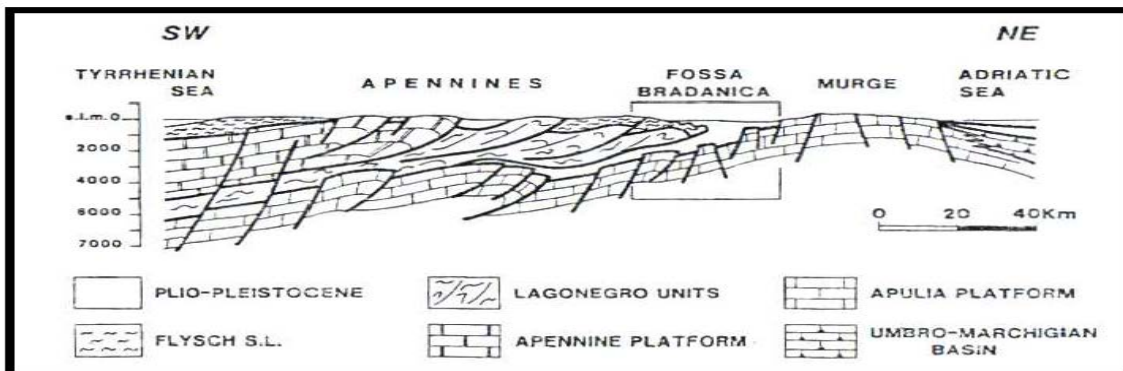



Fig. B - Sezione verticale del sistema Catena-Avanfossa-Avanpaese dell'Appennino Meridionale

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Spinamara Sottana
		<i>PAGE</i> 7 di/of 61

Le caratteristiche geologiche, morfologiche e tettoniche attuali della regione, possono essere quindi interpretate come il risultato complessivo degli sconvolgimenti tettonici, che a più riprese, ma soprattutto nella fase miocenica/pleistocenica dell'orogenesi appenninica, hanno interessato le unità geologiche preesistenti, e della continua evoluzione paleogeografia che i tre domini del sistema orogenico appenninico, risultanti da tali sconvolgimenti, hanno subito nel tempo.


I modelli evolutivi proposti dai diversi autori, si presentano diversi tra loro nel fornire una spiegazione delle diverse fasi della genesi appenninica, è comunque ormai comunemente accettato che il sistema orogenico appenninico si sia formato a partire dall'Oligocene Superiore-Miocene inferiore, dal progressivo accavallamento da ovest verso est, dovuto a compressione, di unità stratigrafico-strutturali mesozoico-paleogeniche e di unità sinorogeniche di Avanfossa.

I terreni affioranti nelle aree racchiuse nella parte nord-est del Foglio n.187 “Melfi” e la parte sud del Foglio n. 175 “Cerignola” e n. 176 “Barletta” della Carta Geologica d'Italia scala 1:100000 sono attribuibili al ciclo deposizionale plio-pleistocenico noto in letteratura come Ciclo di sedimentazione dell'Avanfossa Bradanica, serie trasgressiva e regressiva sui Calcari Cretacei di Altamura e sul Flysch della Catena Appenninica.

L'Avanfossa Bradanica è un elemento strutturale situato tra le Murge e gli Appennini; più precisamente per Avanfossa Bradanica s'intende il tratto di Avanfossa plio-quadernaria a sud del Fiume Ofanto mentre quello a nord è denominato Avanfossa Periadriatica.

I lati della serie di sedimentazione murgiano e appenninico differiscono solo per i termini di apertura: sul primo troviamo le Calcareni di Gravina in discordanza angolare sui calcari cretacei di Altamura, con una notevole corrispondenza tra litologia e morfologia; sul secondo vi sono il Sabbione di Garaguso e i Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano, due formazioni del tutto analoghe, anche se in letteratura sono riportate con nomi differenti. Poiché il territorio di Banzi ricade nella zona sud-occidentale del foglio n.188, zona più prossima all'appennino, allora il termine di apertura della serie sedimentaria della fossa Bradanica è costituito dai Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano.

La formazione dei Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano è costituita essenzialmente da conglomerati poligenici che presentano caratteri di deposito litorale-neritico (di spiaggia), sono presenti difatti strutture come clinostratificazioni e stratificazione incrociata, nonché macrofauna tipica di tale ambiente. Data la presenza di Pectinidi, Ostreidi e Lamellibranchi la datazione è fatta risalire alla parte più alta del Pliocene. Questi depositi poggiano in trasgressione sui terreni in facies di flysch della catena appenninica e passano in alto in continuità alle Argille Subappennine.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Spinamara Sottana
		<i>PAGE</i> 8 di/of 61

Le Argille Subappennine costituiscono la gran parte del riempimento dell'ASvanfossa Bradanica, esse sono di colore grigio-azzurre, costituite da quasi tutti i minerali argillosi, ricche in microforaminiferi, con rapporto bentos/plancton elevato indicativo di un ambiente di sedimentazione di piattaforma continentale, dove giungevano abbondanti apporti clastici molto fini. L'età è riferibile al Pleistocene Inferiore.

In continuità di sedimentazioni con le Argille Subappennine troviamo le Sabbie di Monte Marano formazione clastica sabbiosa silicatico-calcareo calcareo-silicatica con strutture sedimentarie come lamine incrociate bioturbazioni, lenti di ghiaia indicative di ambiente marino-litorale. Le scarse faune permettono di datarla Pleistocene inferiore. Il passaggio da argille a sabbie indica l'evoluzione da ambiente di piattaforma a nefritico-litorale.

Le Sabbie di Monte Marano passo poi gradualmente al Conglomerato d'Irsina che presenta anch'esso le caratteristiche di deposito litorale nefritico per gran parte del suo spessore e continentale nella parte più alta. La parte marina è stata evidenziata grazie alla presenza nelle lenti sabbiose di faune marine, oltre che dalla stratificazione incrociata, mentre quella continentale dalla colorazione della matrice che da gialla passa a rossastra (ossidi di ferro). L'origine appenninica del conglomerato è messa in evidenza dal fatto che esso è poligenico. Alcuni dei ciottoli sono addirittura policiclici, di fatti il grado di arrotondamento e alterazione varia. Vi sono elementi pliocenici derivanti da conglomerati del Miocene i quali in alcuni casi derivano a loro volta da conglomerati cretacei. Anche il Conglomerato d'Irsina, per la sua posizione stratigrafica, è databile al Pleistocene inferiore, in esso infatti mancano i minerali vulcanici presenti invece nei depositi marini terrazzati del Pleistocene medio. Datazioni assolute del monte Vulture hanno dato risultati di 7-800000 anni fa, proprio al passaggio tra Pleistocene inferiore e medio.

3.1 GEOLOGIA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.


Nell' area oggetto di studio e nelle zone limitrofe, come riportato nella Carta Geologica in scala 1:5.000 (All. A12.a.8.), affiorano, dal basso verso l'alto in ordine stratigrafico i seguenti litotipi:

- ❖ **Argille Subappennine:** Argille e argille limose di colore grigio-azzurro mediamente consistente e mediamente plastiche, passanti in alternanza a sabbie da fine e medie di colore giallo ocre e a livelli arenacei decimetrici. Tale unità rappresenta il termine basale di sedimentazione per regressione marina e occupa la parte bassa dei versanti formando pendenze da mediamente a poco inclinati.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Spinamara Sottana
		<i>PAGE</i> 9 di/of 61

- ❖ **Sabbie di Monte Marano:** Sabbia limosa debolmente argillosa di colore giallastro ocre a luoghi rossastra a granulometria medio fine, intercalati ad essa ci sono: livelli sparsi di arenaria con spessori da centimetraci a decimetrici di colore dal grigiastro al giallastro; lenti ciottolose e conglomeratiche con spessori da decimetrici a metrici, i cui ciottoli si presentano di medie e grandi dimensioni, eterogenei, da sub-arrotondati ad appiattiti; livelli limoso-sabbiosi e infine, frequenti straterelli di calcare polverulento e concrezioni calcaree che si presentano nel complesso nodulari. Tale unità rappresenta in termine mediano della sedimentazione per regressione marina ed occupa la parte medio alta dei versanti che in questa zona assumono pendenze maggiori.
- ❖ **Conglomerato d'Irsina:** Conglomerato marino moderatamente litificato con ciottoli eterogenei, di medie dimensioni da appiattiti a sub-arrotondati immersi in matrice sabbioso-limosa di colore giallo marroncino. I ciottoli appiattiti si presentano iso-orientati evidenziando una stratificazione inclinata con immersione SE SSE. All'interno sono presenti lenti di arenaria sub-orizzontali, con spessori decimetrici e lenti di sabbia debolmente limose con spessori da decimetrici a metrici e che localmente superano i 2 metri. Tali sedimenti rappresentano il termine ultimo della sedimentazione per regressione marina e occupano la parte più alta dei versanti e i pianori stessi della spianata sommitale. Il ciglio dei versanti si presenta sempre molto inclinato.
- ❖ **Depositi alluvionali attuali e recenti** composti da sabbie limose debolmente ghiaiose che affiorano lungo le valli dei torrenti che incidono la piana conglomeratica di sedimentazione marina.

La formazione del Conglomerato d'Irsina è in continuità di sedimentazione con quella delle Sabbie di Monte Marano pertanto risulta molto difficile stabilire con esattezza il limite stratigrafico delle due formazioni a causa del gran numero di lenti Conglomeratiche nelle Sabbie e lenti Sabbiose nei Conglomerati presenti al passaggio fra queste due Formazioni.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Spinamara Sottana
		<i>PAGE</i> 10 di/of 61

4 TETTONICA

I sollevamenti tettonici che hanno interessato l'Avanfossa Bradanica sono iniziati alla fine del Pleistocene inferiore e proseguiti fino ai giorni nostri; gli elementi che permettono di determinarlo sono due: il primo è che il Conglomerato d'Irsina si è depositato nel Pleistocene inferiore (assenza in esso dei prodotti vulcanici del Vulture iniziata circa 700.000 anni fa), quindi la sedimentazione nella gran parte dell'Avanfossa Bradanica si è conclusa proprio allora; il secondo elemento è la presenza di una serie di faglie inverse associate anche a pieghe che pongono a contatto terreni della catena Appenninica con quelli dell'Avanfossa Bradanica.


Si tratta di faglie compressive che hanno generato un piccolo raccorciamento associato ad un sollevamento; queste faglie sono un indizio dell'ultima fase compressiva avutasi al margine esterno della catena appenninica.

Sono comunque faglie che non interessano mai i depositi marini terrazzati del litorale ionico, permettendo la datazione delle stesse al Pleistocene inferiore.

Tra i vari sollevamenti che hanno interessato l'Avanfossa Bradanica quello della zona di Palazzo S.G. assume un'importanza particolare, in quanto ha determinato l'interruzione del corso dell'attuale torrente Basentello provocando la formazione, a monte, di un lago (Lago di "Venosa-Matinelle"), poi prosciugatosi per cattura da parte del Torrente Olivento ed il netto cambio di direzione dei torrenti nella zona di Venosa (uncinatura della testa dei torrenti).

A sud di Palazzo S.G. il sollevamento ha provocato la formazione di grosse valli incise dai torrenti Basentello, Banzullo e Fiumarella di Genzano e di grossi fossi formati dai loro affluenti.

Nel territorio di Montemilone, invece, il sollevamento regionale ha portato sempre alla creazione di profondi valli che hanno inciso i terreni granulari della sedimentazione della Fossa Bradanica, ma la direzione dei torrenti avviene verso Nord, dove tramite il Vallone San Nicola sfociano nel Fiume Ofanto fino al Mare Adriatico.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Spinamara Sottana
		<i>PAGE</i> 11 di/of 61

5 GEOMORFOLOGIA

L'area oggetto di studio comprende le spianate di sedimentazione per regressione marina presenti tutt'intorno l'abitato di Montemilone, dove in affioramento si trovano terreni granulari appartenenti ai depositi conglomeratici di chiusura del Ciclo Sedimentario dell'Avanfossa Bradanica (Argille Subappennine, Sabbie di Monte Marano e Conglomerato d'Irsina).


La continuità dell'intera spianata è interrotta da fossi a carattere torrentizio che scorrono secondo un reticolo dentritico verso Nord-Est, infatti la parte Nord-Est del territorio comunale è solcata da numerosi fossi il cui collettore principale è la Valle Cornuta, la zona Sud è solcata di fossi del Vallone Trecugno, mentre la parte Ovest è solcata dai fossi detritici del Vallone Santa Maria.

Tutti e tre confluiscono nel Torrente San Nicola che va ad alimentare l'invaso artificiale presente a Nord dell'abitato di Montemilone.

I fossi principali presentano valli più profonde e ampie sui cui versanti affiorano terreni argillosi alla base, sabbiosi nella porzione medio alta e conglomeratica ai ciglio della scarpata che borda i pianori sub-pianeggianti delle spianate di sedimentazione per regressione marina. Spesso, però, al ciglio delle scarpate non sono più affioranti i conglomerati sommitali, poiché completamente erosi, ma in essi affiorano direttamente le sabbie di intermedie.

Sul pianoro dove verrà ubicato l'impianto fotovoltaico, tali terreni risultano stabili, ed esso sarà realizzato lontano da cigli dei versanti dove si instaurano fenomeni franosi da scivolamento rototraslazionale o di erosione superficiale accelerata.

Nell'allegato A12.a.9. – Carta Geomorfologica in scala 1:2.000, sono indicati le aree soggette ad erosione sia superficiale che profonda oltre a altre indicazioni delle forme geomorfologiche.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Spinamara Sottana
		<i>PAGE</i> 12 di/of 61

6 IDROGEOLOGIA ED IDROLOGIA

Le acque di precipitazione che raggiungono il suolo sono ripartite in aliquota di scorrimento superficiale, e d'infiltrazione nel sottosuolo, secondo il grado di permeabilità dei terreni affioranti.

Nel caso specifico della zona del Parco fotovoltaico “Spinamara Sottana” le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione di acqua nel sottosuolo, consentendo in tal modo l'accumulo di acqua di falda.

Dai rilievi di superficie e dai dati di bibliografia è emerso che la falda acquifera che interessa i pianori di stretto interesse, si trova ad una profondità di circa 30 m ed è trattenuta alla base dalla formazione argillosa impermeabile.

A luoghi si riscontra anche la presenza di piccole falde sospese che sono dovute alla presenza di lenti limose argillose presenti nelle formazioni granulari permeabili come le sabbie e i conglomerati superficiali, ma mai a profondità esigua che possano interessare le strutture di fondazione degli inseguitori solari.


Nell'elaborato A12.a.10. – Carta Idrogeologica in scala 1:2.000 sono evidenziati i terreni a vario grado di permeabilità ed i loro rapporti stratigrafici.

L'idrologia superficiale dell'area di stretto interesse è rappresentata da fossi profondi con fondo piatto che incidono i terreni della piana di sedimentazione marina di chiusura del ciclo sedimentario della Fossa Bradanica.

Tali fossi formano un reticolo dendritico che termina nel collettore principale rappresentato dal torrente San Nicola.

Gran parte dell'anno i fossi sono in secca mentre si riattivano in occasione delle stagioni autunnali ed invernali quando la piovosità della zona aumenta notevolmente.

Di seguito si riportano i dati di uno studio della piovosità della Regione Basilicata eseguito dal dott. Stelluti e pubblicato nel settembre 2009 dall'ALSIA (Agenzia Lucana di Sviluppo e di Innovazione in Agricoltura) nel quale mensilmente si riportano i dati della piovosità raccolti nell'arco di tempo trascorso tra il 1971 e 2001.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Spinamara Sottana
		<i>PAGE</i> 13 di/of 61

Le precipitazioni medie mensili superano ovunque i 62 mm durante il trimestre novembre – gennaio (periodo più piovoso), mentre nel corso del trimestre giugno – agosto si scende fino a quantità di 27 mm.

Tabella 1: Elenco delle stazioni pluviometriche prese in considerazione e relative quote e coordinate geografiche.

Codice	Stazione	Quota (m)	Longitudine			Latitudine		
1	Agromonte C.C.	500	16°	4'	24"	40°	4'	0"
2	Aliano	497	16°	15'	24"	40°	17'	1"
3	Armento	640	16°	5'	24"	40°	17'	1"
4	Bernalda	127	16°	42'	24"	40°	24'	1"
5	Calciano	450	16°	13'	24"	40°	35'	0"
6	Calvello	700	15°	52'	24"	40°	28'	0"
7	Calvera	605	16°	10'	1"	40°	8'	1"
8	Cancellara	620	15°	56'	24"	40°	44'	0"
9	Carbone	685	16°	6'	24"	40°	7'	1"
10	Castelsaraceno	950	16°	0'	24"	40°	9'	1"
11	Castronuovo S. Andrea	660	16°	12'	31"	40°	11'	0"
12	Cersosimo	563	16°	22'	24"	40°	2'	1"
13	Cogliandrino	700	15°	57'	24"	40°	6'	0"
14	Cognato	557	16°	9'	24"	40°	34'	0"
15	Corleto Perticara	746	16°	2'	8"	40°	23'	0"
16	Ferrandina	496	16°	28'	8"	40°	29'	0"
17	FrancaVilla in Sinni	421	16°	12'	8"	40°	5'	0"
18	Gorgoglione	800	16°	9'	8"	40°	24'	1"
19	Grancia	747	15°	57'	24"	40°	37'	0"
20	Grassano	577	16°	18'	24"	40°	38'	0"
21	Grottole	481	16°	24'	24"	40°	36'	0"
22	Grumento Nova	585	15°	55'	15"	40°	17'	0"
23	Irsina	533	16°	15'	38"	40°	44'	1"
24	Lagonegro	666	15°	47'	24"	40°	7'	0"
25	Laurenzana	850	15°	58'	8"	40°	28'	0"
26	Lauria Inferiore	630	15°	51'	24"	40°	2'	1"
27	Malabocca C.C.	175	16°	30'	8"	40°	19'	0"
28	Maratea	300	15°	44'	24"	39°	59'	0"
29	Marsico Nuovo	850	15°	45'	6"	40°	25'	0"
30	Marsicovetere	1039	15°	49'	8"	40°	22'	0"
31	Matera	450	16°	35'	43"	40°	39'	1"
32	Melfi	531	15°	39'	0"	41°	0'	0"
33	Metaponto	3	16°	49'	8"	40°	22'	0"
34	Mezzana di Lucania	918	16°	11'	24"	39°	58'	0"
35	Miglionico	466	16°	30'	8"	40°	34'	0"
36	Missanello	566	16°	11'	24"	40°	16'	1"
37	Moliterno	879	15°	52'	8"	40°	14'	0"
38	Montalbano Jonico	292	16°	34'	8"	40°	16'	1"
39	Montemurro	710	15°	59'	8"	40°	17'	1"
40	Montescaglioso	364	16°	40'	8"	40°	34'	0"
41	Noepoli	676	16°	21'	24"	40°	5'	1"
42	Nova Siri	300	16°	33'	24"	40°	8'	1"
43	Nova Siri Scalo	2	16°	39'	24"	40°	7'	1"
44	Palazzo San Gervasio	483	16°	0'	24"	40°	55'	1"
45	Pisticci	364	16°	34'	24"	40°	23'	0"
46	Poggiorsini	461	16°	16'	24"	40°	54'	1"
47	Policoro	31	16°	42'	24"	40°	13'	0"
48	Potenza	811	15°	48'	6"	40°	38'	0"
49	Rivello	450	15°	45'	8"	40°	5'	0"
50	Roccanova	654	16°	13'	24"	40°	13'	0"
51	Salandra	598	16°	19'	8"	40°	30'	1"
52	San Basilio	67	16°	42'	8"	40°	19'	0"
53	San Giorgio Lucano	416	16°	24'	24"	40°	7'	0"
54	San Martino d'Agri	661	16°	4'	24"	40°	14'	0"
55	San Mauro Forte	565	16°	16'	24"	40°	29'	0"
56	San Severino Lucano	884	16°	9'	24"	40°	0'	1"
57	Sciffra	780	15°	47'	19"	40°	34'	0"
58	Senise	330	16°	18'	24"	40°	8'	1"
59	Stigliano	908	16°	14'	51"	40°	24'	1"
60	Teana	800	16°	9'	8"	40°	7'	1"
61	Terranova di Pollino	930	16°	18'	8"	39°	59'	0"
62	Tolve	568	16°	2'	24"	40°	42'	0"
63	Torre Accio	140	16°	40'	29"	40°	24'	0"
64	Tramutola	654	15°	45'	53"	40°	1'	0"
65	Trecchina	500	15°	48'	24"	40°	0'	1"
66	Tursi	348	16°	29'	24"	40°	15'	0"
67	Valsinni	250	16°	27'	24"	40°	9'	1"
68	Viggiano	1023	15°	53'	8"	40°	20'	0"



Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE

Spinamara Sottana

PAGE

14 di/of 61

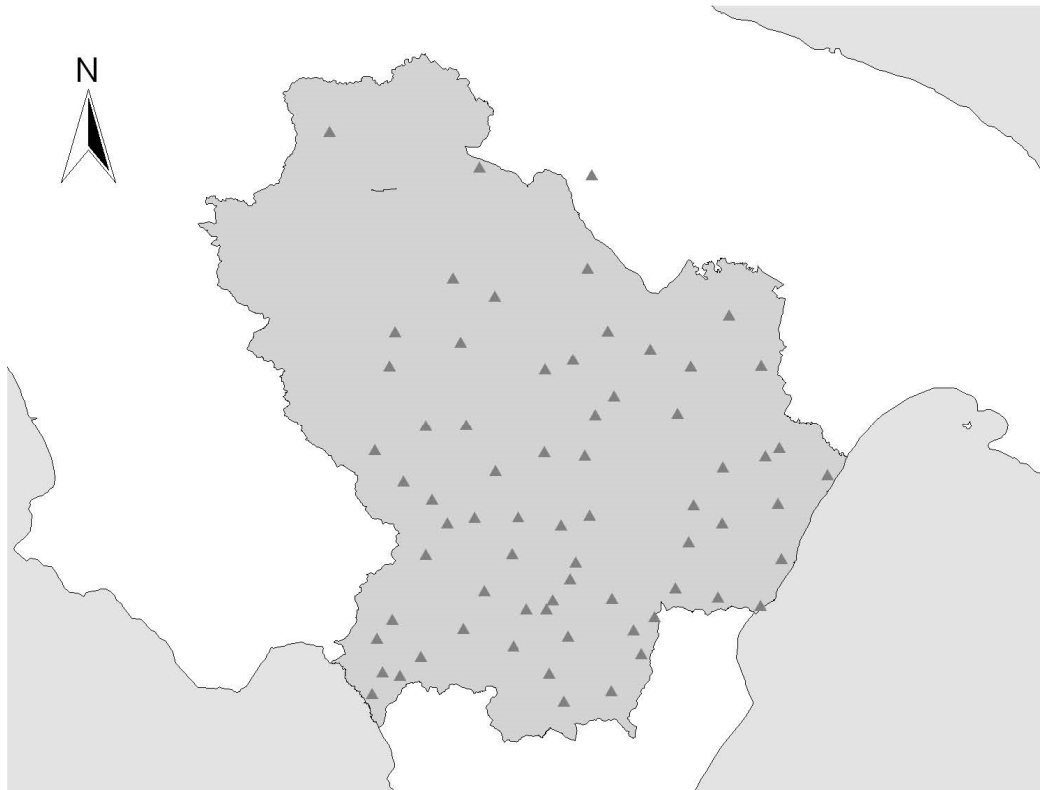


Figura 1: Ubicazione delle stazioni pluviometriche.



Figura 3: Ubicazione delle stazioni pluviometriche con serie storiche "lunghe" e "corte".



Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
Spinamara Sottana

PAGE
15 di/of 61

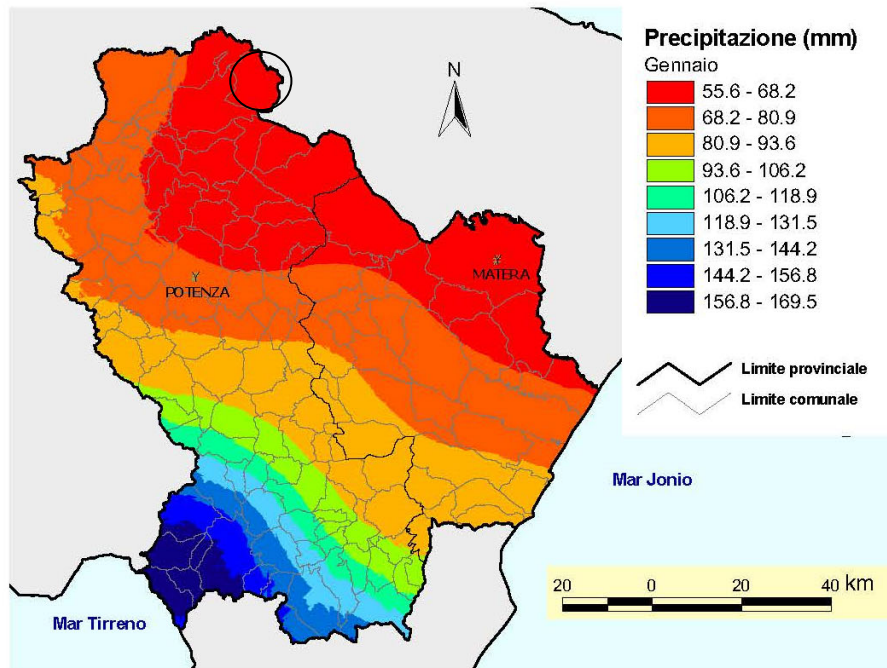


Figura 5: Mappa spaziale delle precipitazioni di gennaio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

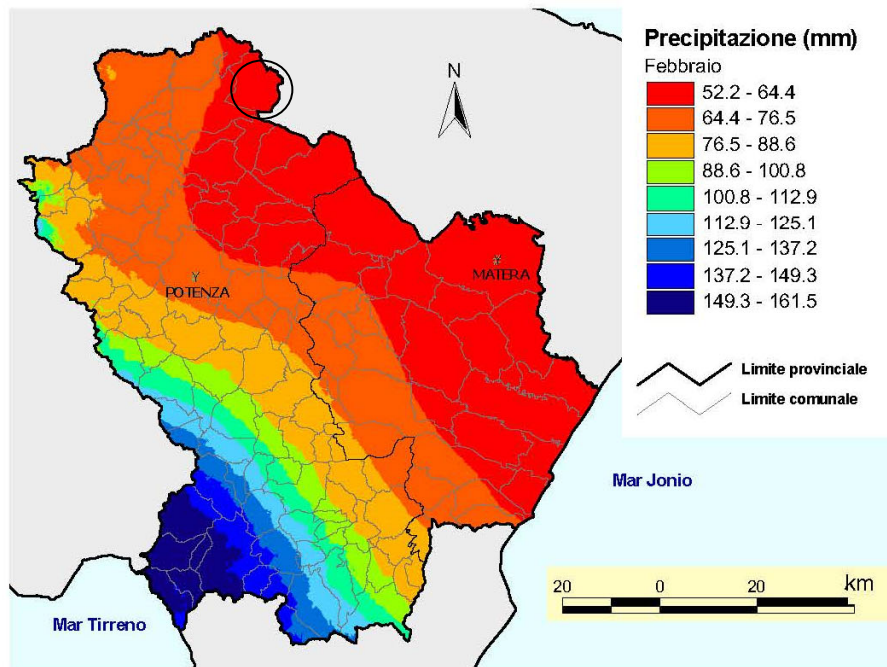


Figura 6: Mappa spaziale delle precipitazioni di febbraio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.



Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
Spinamara Sottana

PAGE
16 di/of 61

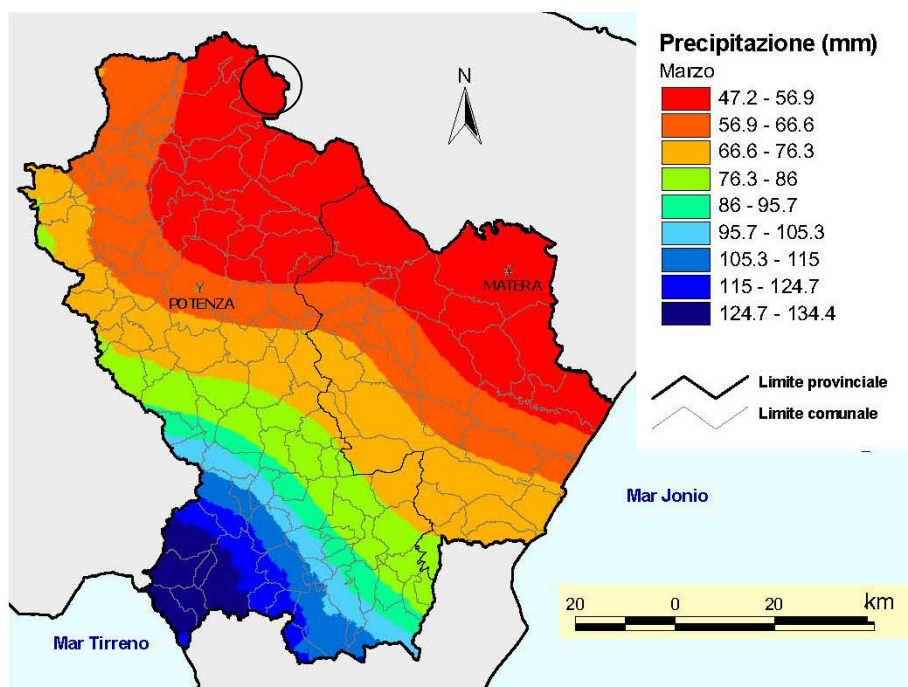


Figura 7: Mappa spaziale delle precipitazioni di marzo ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

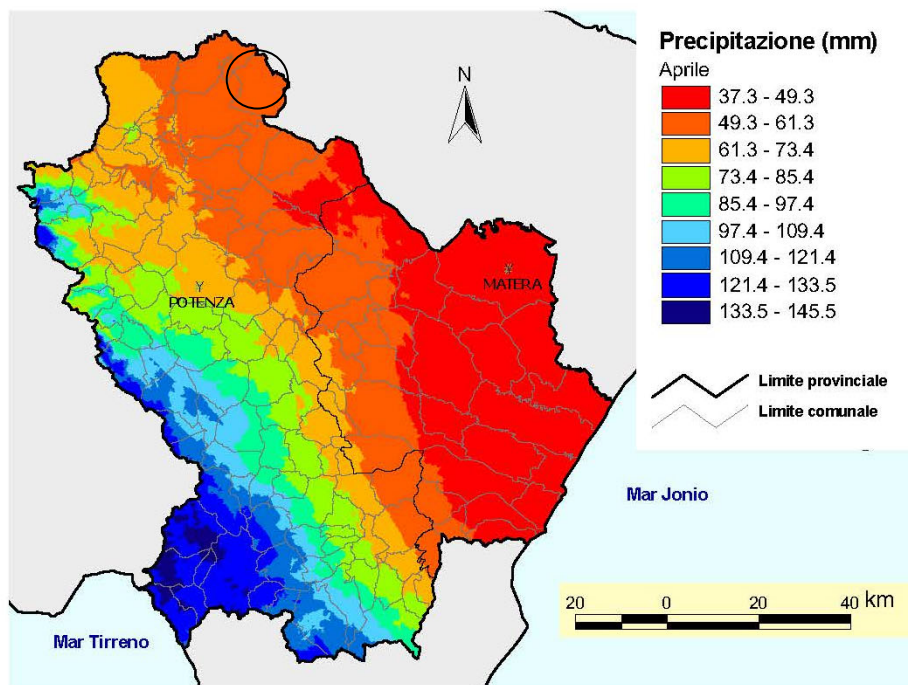


Figura 8: Mappa spaziale delle precipitazioni di aprile ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.



Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
Spinamara Sottana

PAGE
17 di/of 61

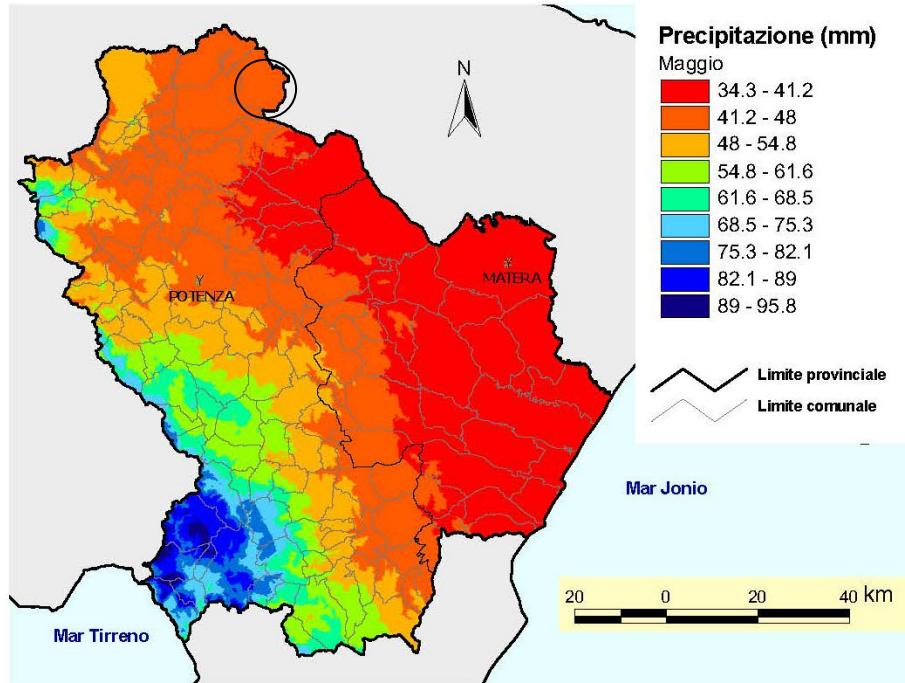


Figura 9: Mappa spaziale delle precipitazioni di maggio ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

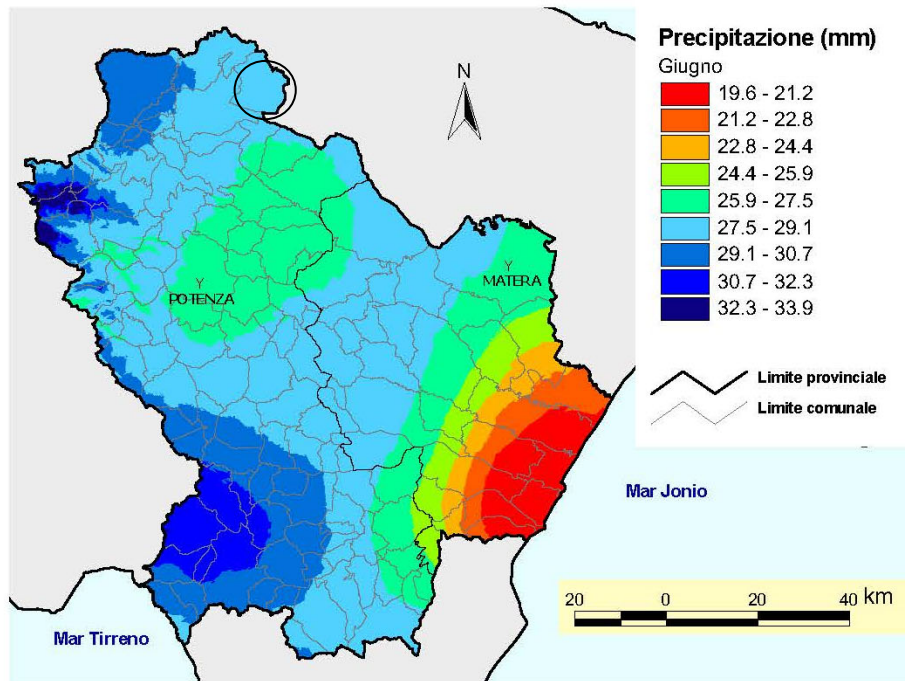


Figura 10: Mappa spaziale delle precipitazioni di giugno ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.



Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
Spinamara Sottana

PAGE
18 di/of 61

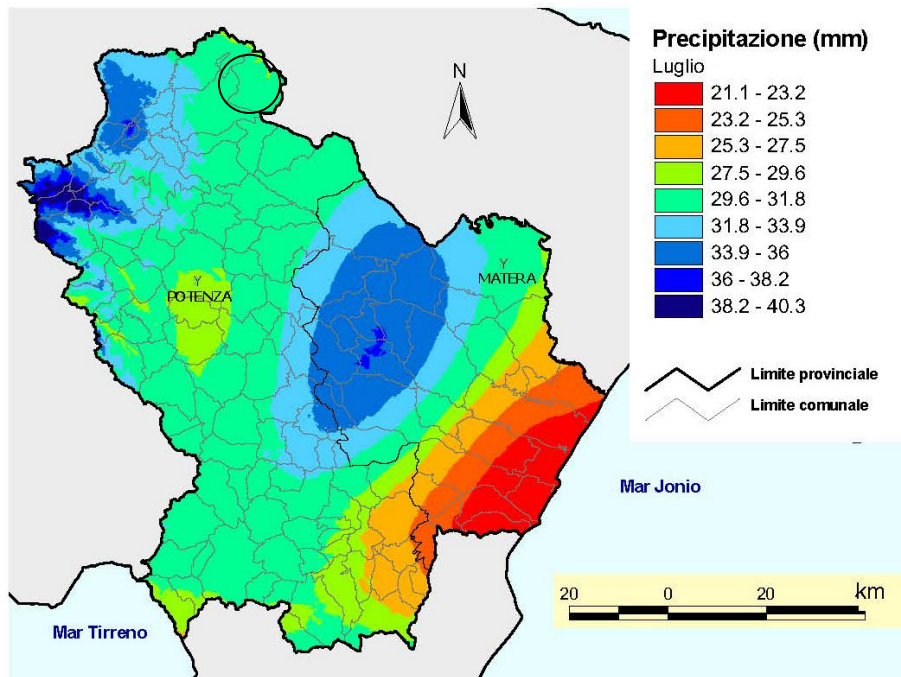


Figura 11: Mappa spaziale delle precipitazioni di luglio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

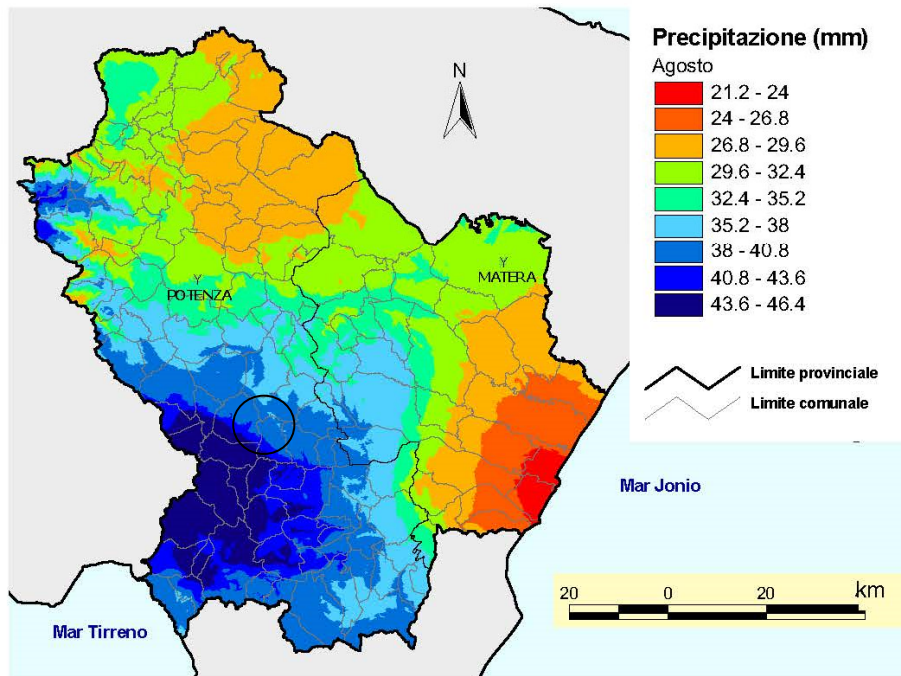


Figura 12: Mappa spaziale delle precipitazioni di agosto ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.



Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
Spinamara Sottana

PAGE
19 di/of 61

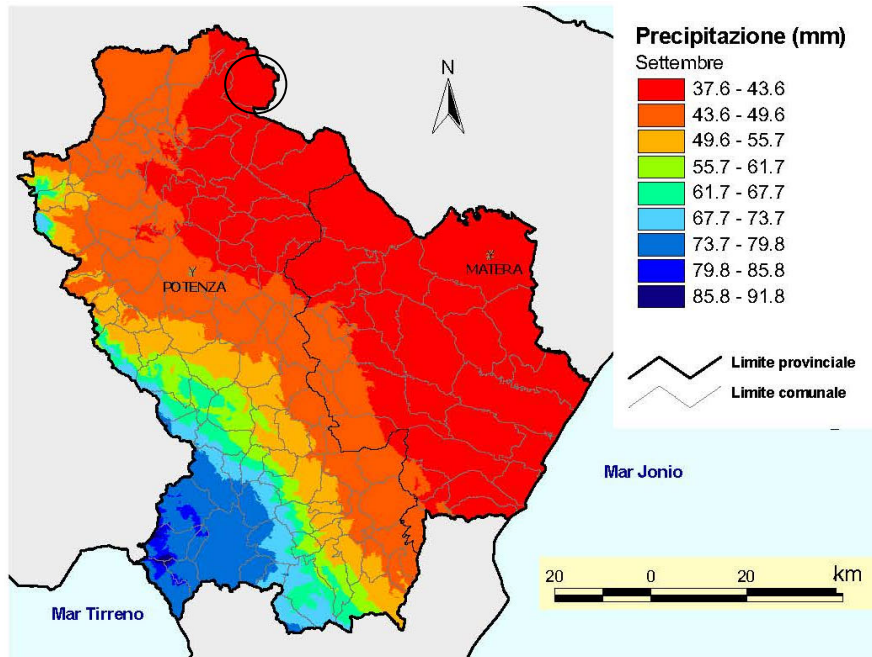


Figura 13: Mappa spaziale delle precipitazioni di settembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

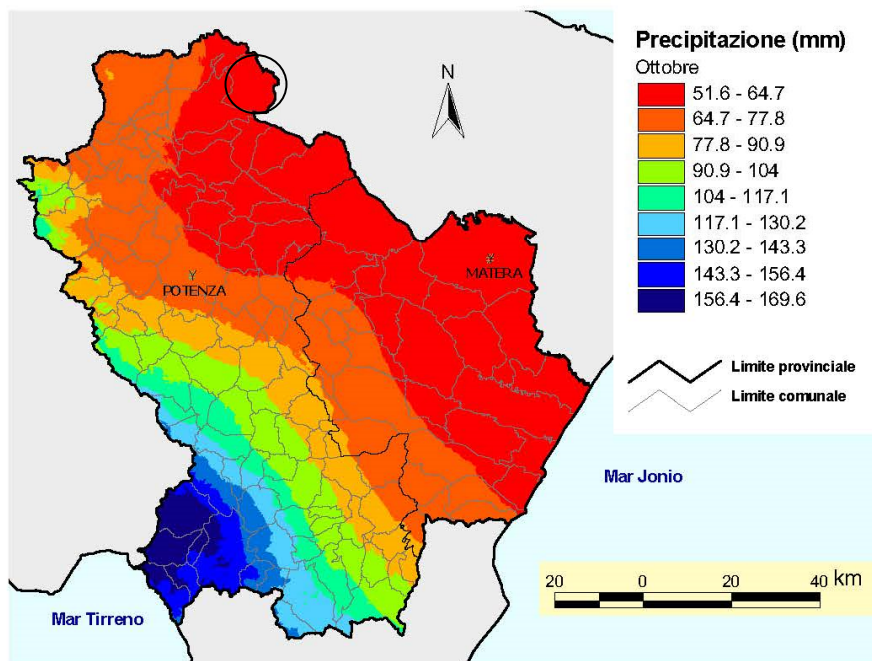


Figura 14: Mappa spaziale delle precipitazioni di ottobre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.



Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
Spinamara Sottana

PAGE
20 di/of 61

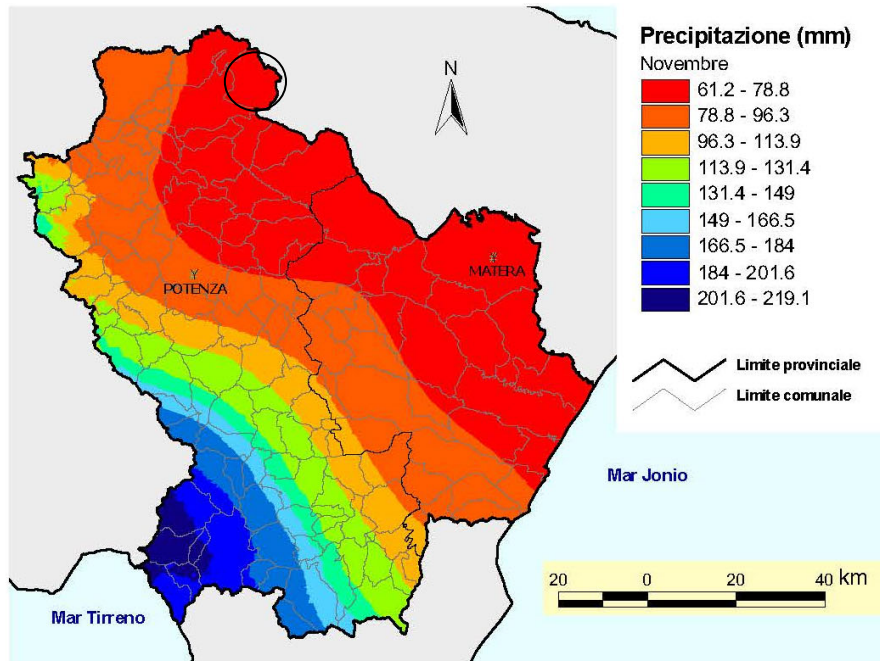


Figura 15: Mappa spaziale delle precipitazioni di novembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

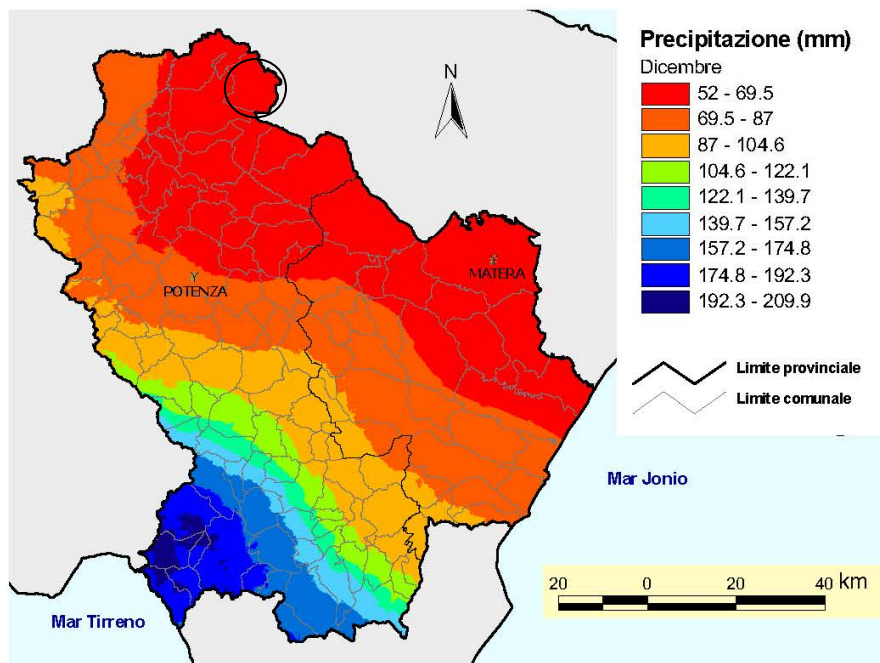



Figura 16: Mappa spaziale delle precipitazioni di dicembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Perillo Quaglietta
		<i>PAGE</i> 21 di/of 61

7 CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE

La campagna di indagini geognostiche è stata strutturata in relazione alla natura dei litotipi affioranti ed ha visto l'esecuzione di prove geotecniche indirette che hanno interessato le aree di sedime degli inseguitori solari in progetto.

Nei dintorni dell'abitato di Montemilone nell'anno 2019, il sottoscritto ha eseguito lo studio geologico per la realizzazione di un parco eolico composto da n. 11 aerogeneratori, e anche indagini geognostiche per la realizzazione di n. 2 parchi fotovoltaici, i dati ottenuti dalle indagini geognostiche eseguite allora sono sicuramente adottabili per il presente lavoro in quanto interessano gli stessi pianori su cui sarà realizzato l'impianto fotovoltaico in progetto.

Le nuove indagini eseguite, invece, sono consistite in


- n. 5 SPT (Standard Penetration Test) eseguite con Penetrometro Medio:
- n. 1 sismica a rifrazione eseguita con Tecnica MASW.
- n. 1 sismica a rifrazione eseguita in Onde P e Sh

7.1 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE ESEGUITA CON TECNICA MASW

Tenendo conto delle caratteristiche geolitologiche dell'area indagata, l'indagine geognostica mediante sismica MASW si rileva particolarmente utile poiché consente di indagare in dettaglio i primi 30 metri dal piano campagna e fornisce utili informazioni sullo spessore e sulla consistenza dei litotipi presenti.

La correlazione con le altre indagini, eseguite nell'ambito della stessa campagna, consente inoltre di definire i rapporti di giacitura, ed i caratteri geotecniche di massima, degli stessi.

Tale indagine si è resa necessaria in ottemperanza all'Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003 e del D.M. 17 Gennaio 2018, che attribuisce alle diverse località del Territorio Nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo e propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque (A – B – C – D – E) categorie di suolo (più altre due speciali: S1 e S2), sulla base della velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri di terreno (V_{s30}).

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Perillo Quaglietta
		<i>PAGE</i> 22 di/of 61

Per tale ragione nel presente lavoro è stato applicato il metodo di prospezione sismica del tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) che attraverso lo studio delle Onde Superficiali registrate in campagna, permette di determinare la V_s nei primi 30 metri di profondità.

L'indagine sismica MASW permette di valutare il profilo di velocità delle onde S relativamente al volume di suolo sotteso dallo stendimento realizzato.

Questa metodologia d'indagine si fonda sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh in un semispazio stratificato.

Le onde superficiali di Rayleigh si trasmettono sulla superficie della crosta terrestre e sono il risultato dell'interferenza tra le onde di pressione (P) e le onde di taglio (S).

Esse sono dispersive, ossia la loro velocità di fase dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva di queste onde fa sì che le onde ad alta frequenza si propagano negli strati più superficiali, mentre quelle a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi.

Il metodo MASW è un metodo attivo, infatti per la sua esecuzione è necessario eseguire uno o più scoppi ad uno dei vertici di uno stendimento lineare di geofoni, in modo da produrre un'onda che si propagerà nel suolo con una sua velocità di fase in un range di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz.

L'elaborazione dei dati sperimentali in una indagine MASW è composta da due fasi: la prima consiste nel calcolo della velocità di fase sperimentale, la seconda consiste nel calcolare la velocità di fase numerica che fitta meglio quella sperimentale.

Dall'analisi dello spettro di risposta del suolo indagato, si calcola la curva di dispersione sperimentale (Fig.1), successivamente, in base ai dati sperimentali, si individuano i valori che costituiscono la curva di dispersione (tab.1) e (Fig. 2).

Infine, si calcolano le velocità di fase numeriche utilizzando un'analisi trial and error nella quale, modificando opportunamente i parametri a contorno si minimizza l'errore e dunque .si ottiene la migliore sovrapposizione tra le due curve a confronto (Fig 3), a questo grafico è direttamente collegato il profilo di velocità delle onde S (Fig.4).

L'indagine in questione è stata realizzata mediante due stendimenti lineari di 24 geofoni (4,5 Hz) aventi distanza intergeofonica pari a 2.0 m. La registrazione è stata eseguita con un sismografo Mod. PASI 16SG24 con risoluzione emulata a 24 bit, come sensori di misura si è utilizzato un set di 24 geofoni da 4.5 Hz, il tempo di acquisizione è stato di 4 secondi con intervallo di campionamento di 2

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
	mauriziogiacomino@gmail.com	PAGE 23 di/of 61

millisecondi per un totale di 2000 campioni acquisiti. Per una più corretta analisi dei dati sono stati effettuati 3 scoppi per lato dello stendimento, di tutti gli scoppi eseguiti è stato scelto quello più rappresentativo.

7.1.1 STENDIMENTO SISMICO A RIFARZIONE - MASW 1

Considerando l'acquisizione realizzata per la prova, per la determinazione del profilo verticale della velocità media delle onde S, si è selezionato il set di dati relativamente allo shot effettuato a -5 mt dal 1° geofono (Figura 3) per il quale è stato desunto il relativo spettro di velocità (Figura 4).

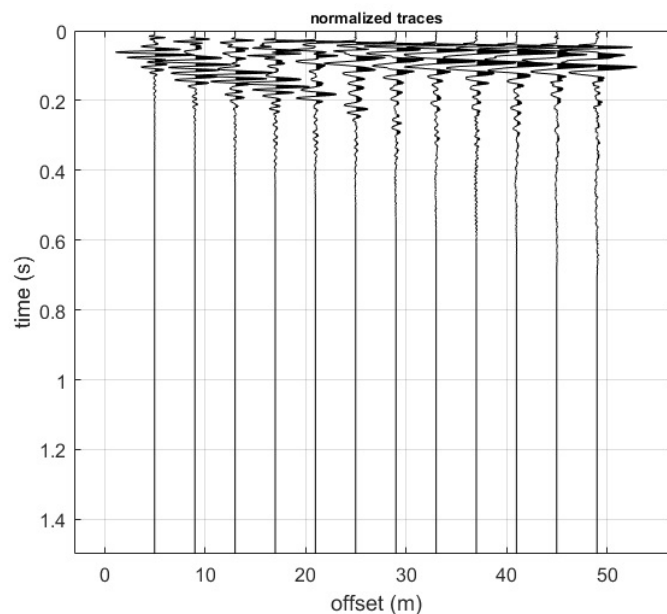


Figura 3-Tracce acquisite in situ ed utilizzate per la costruzione dello spettro di velocità

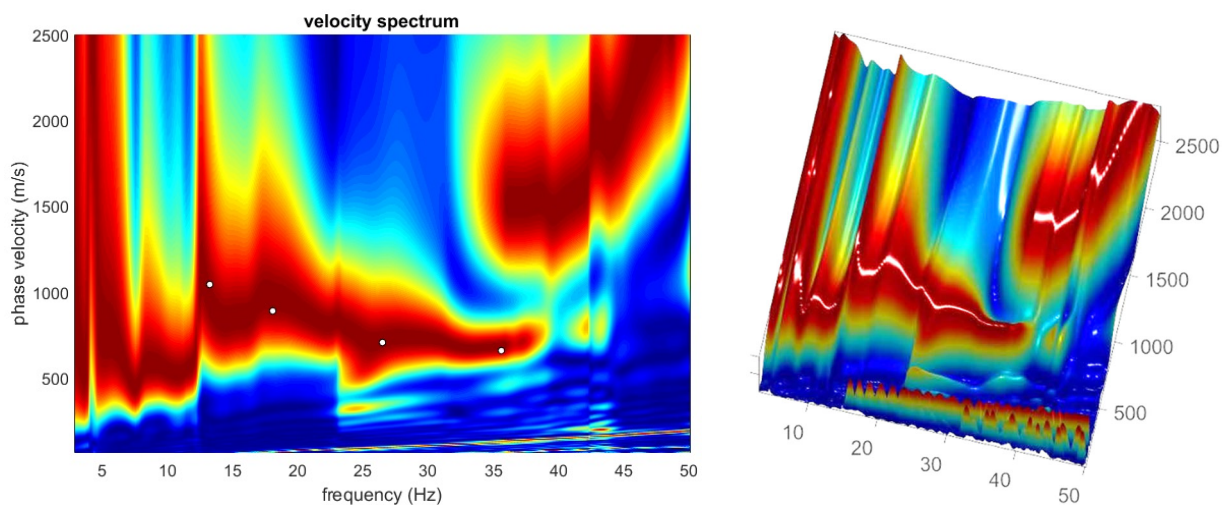


Figura 4-Spettro di velocità (visualizzazione 2D e 3D). In evidenza l'andamento del modo fondamentale (pallini bianchi)

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
	mauriziogiacomino@gmail.com	PAGE 24 di/of 61

L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_S in funzione della profondità (Figura 5). Si precisa infine che, il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 22,00 mt da inizio stendimento sismico). Di seguito si riporta lo spettro di velocità sul quale è stata riportata la curva di dispersione "piccata" (picking pallini fucsia), la curva di dispersione del "modello migliore" (pallini blu) e del "modello medio" (croci verdi), Figura 7, rispetto a tutti i modelli testati durante il processo di inversione, Figura 6. Viene riportato, inoltre, il grafico inerente il "misfit evolution" (disaccordo) e cioè la quantificazione di quanto si discosti un modello testato rispetto al dato osservato, Figura 8.

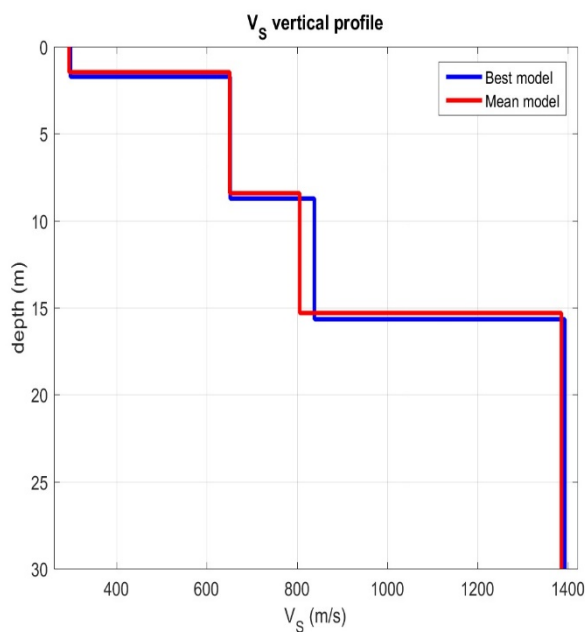


Figura 5-Profilo $V_{S, equ} = 529$ m/sec calcolato a partire dal piano campagna

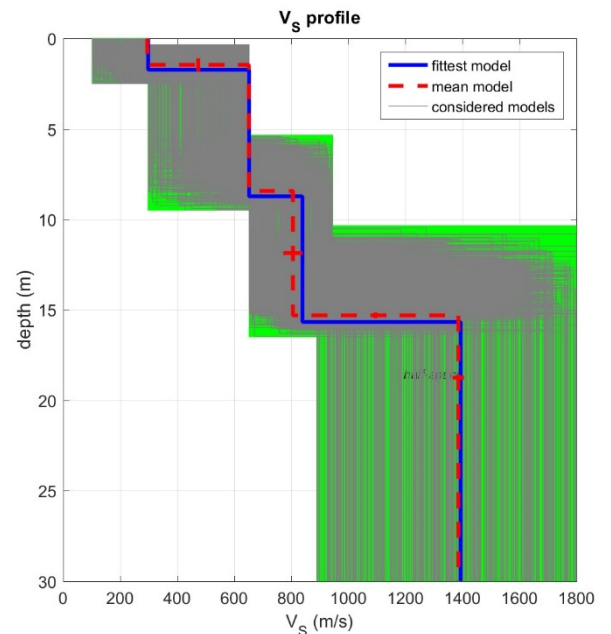


Figura 6-Modelli testati durante il processo di inversione

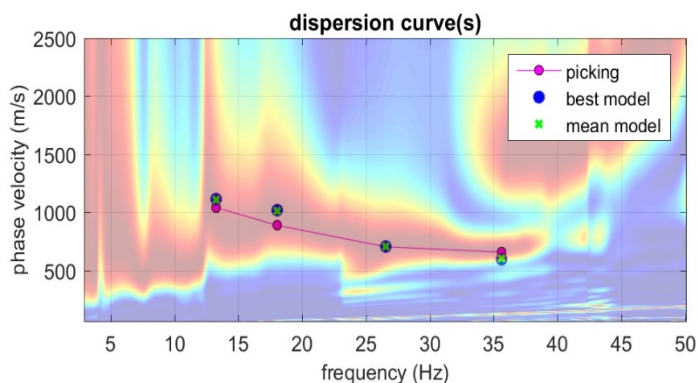


Figura 7-Curva di dispersione osservata (picking pallini fucsia) e curve di dispersione relative "best model" (pallini blu) e "mean model" (croci verdi)

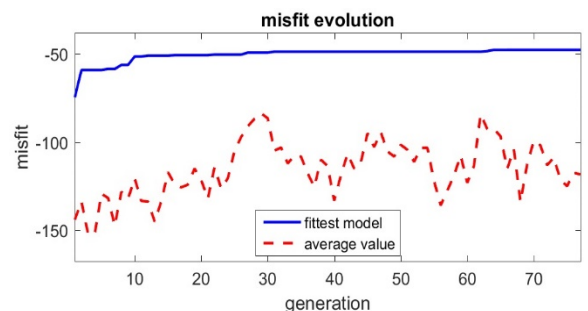



Figura 8-Evoluzione del misfit (disaccordo) al progredire dei modelli testati durante il processo di inversione

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 25 di/of 61

Sulla base delle risultanze delle indagini MASW condotte nelle aree oggetto di studio, il sottosuolo di fondazione è stato classificato ai sensi delle normative che attualmente regolano il settore (Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recepita dalla Regione Basilicata con DGR n° 2000/2003, e dalle modifiche allo stesso portate dal Consiglio dei ministri con Ordinanza n° 3431 del 03/05/2005, DM 17/01/2018). Si rammenta che le “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” individuano n. 5 categorie di sottosuolo e precisamente:

Categoria 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
Categoria 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
Categoria C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s
Categoria D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s
Categoria 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 30m


Le indagini MASW hanno consentito la stima dei valori delle velocità delle onde sismiche di taglio e, da queste, il calcolo della VS equivalente risultante, applicando la seguente formula:

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

Con:

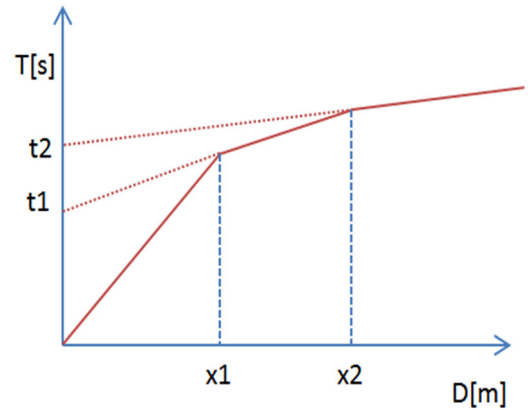
- h_i spessore (in mt) dell’i-esimo strato;
- $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell’i-esimo strato;
- N numero di strato;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiori a 800 m/s.

Per lo stendimento MASW01, il valore equivalente di V_{Seq} calcolato pari a **529 m/sec**, colloca i litotipi presenti 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.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
	mauriziogiacomino@gmail.com	PAGE 26 di/of 61

7.1.2 STENDIMENTO SISMICO A RIFARZIONE IN ONDE P E Sh

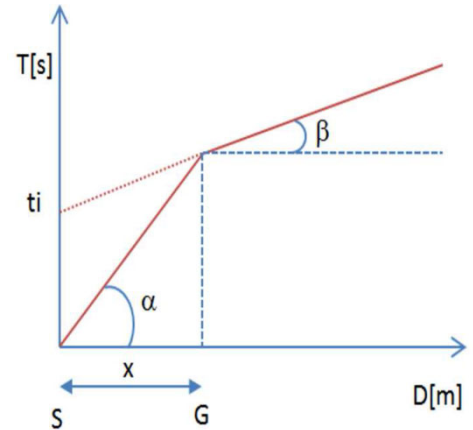
Le indagini di sismica a rifrazione (P e/o S), consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). Altro scopo è quello di tarare e vincolare l'altro metodo di indagine (MASW) per tutto lo spessore investigato dall'indagine sismica, contribuendo a diminuire l'incertezza sulla



determinazione delle velocità delle onde sismiche V_s . La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione tradizionale è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti. Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda λ , comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell. Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore. La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde λ , equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formula matematica è: $v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$. Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità. Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite d'incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'angolo limite è definito come: $\theta_i = \arcsin (v_1 / v_2)$.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
	mauriziogiacomino@gmail.com	PAGE 27 di/of 61

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione: $T=x_i/V_1$, dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione. L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come: $V_1=1/\tan\alpha$. I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette. La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati punti di ginocchio e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione. Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi. Infine, dalla conoscenza dei tempi di ritardo t_i si può determinare la velocità V_i dello strato i -esimo con la seguente relazione:



$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

Acquisizione ed Interpretazione dei Dati

Le indagini sono state condotte utilizzando la seguente strumentazione:

- Sismografo con 24 canali, della ditta “PASI Srl” modello GEA24 con acquisizione computerizzata dei dati mediante laptop;
- Sorgente di energizzazione costituita da un maglio del peso di 10 Kg battente verticalmente su piastra rettangolare in alluminio posta direttamente sul piano campagna per la generazione prevalentemente di onde P e secondariamente di onde SV;

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 28 di/of 61

- n. 12 geofoni verticali del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa, con frequenza di acquisizione pari a 4,5 Hz.

La distanza intergeofonica è stata posta pari a 4 mt per tutti gli stendimenti realizzati, denominati di seguito rispettivamente ST01, ST02, ST03, ST04, ST05, ST06, ST07, ST08 e ST09, con punti di battuta A e B poste a 5 mt rispettivamente dal 1° e dal 12° geofono, in posizione esterna allo stendimento, la battuta C posta al centro dello stendimento (fra il 6° e il 7° geofono), mentre le altre due battute intermedie D ed E poste rispettivamente tra 3° e 4° geofono e tra il 9° e il 10° geofono come riportato in Figura 1:

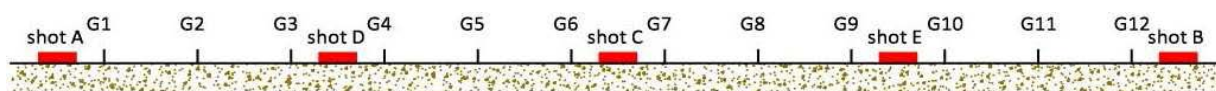



Figura 1-Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione

In fase di acquisizione dei sismogrammi è stato applicato un filtro passa alto, con frequenza di taglio pari a 10 Hz, per una migliore ricezione dei segnali. L'elaborazione dei dati è stata eseguita secondo la procedura descritta schematicamente di seguito:

- Inserimento delle geometrie mediante il software EasyRefract (distanze fra geofoni e posizioni dei punti di scoppio);
- Applicazione di un filtro “low-pass” per la lettura ottimale dei primi arrivi eliminando le frequenze di disturbo;
- Picking dei primi arrivi;
- Definizione delle dromocrone;
- Calcolo dromocrone traslate;
- Definizione del modello sismostratigrafico.

Bisogna precisare che, l'elaborazione dei dati di sismica a rifrazione rappresentano l'andamento dei sismostrati lungo la sezione corrispondente al profilo in superficie, ed il modello sismostratigrafico che ne deriva rappresenta l'interpretazione degli stessi sismostrati in funzione della geologia del sito, ottenuto correlando le velocità medie di ciascun sismostrato con i dati geologici noti e le loro velocità sismiche caratteristiche. Ai fini della corretta interpretazione dei risultati dell'indagine sismica è importante puntualizzare che:

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 29 di/of 61

1. I sismostrati non sono necessariamente associabili a litotipi ben definiti, ma sono rappresentativi di livelli con simili caratteristiche elastiche, in cui le onde sismiche si propagano con la stessa velocità;
2. La risoluzione del metodo è funzione della profondità d'indagine e la risoluzione diminuisce con la profondità: considerato uno strato di spessore h ubicato a profondità z dal piano campagna, in generale non è possibile individuare sismostrati in cui $h < 0,25 * z$;
3. Nelle indagini superficiali, le onde di taglio, meno veloci, arrivano in un tempo successivo, per cui il segnale registrato sarà la risultante delle onde S con le onde P e quindi la lettura dei tempi di arrivo delle onde S può risultare meno precisa della lettura dei tempi di arrivo delle onde P;
4. I terreni esaminati possono ricoprire un ampio campo delle velocità sismiche, in relazione alla presenza di materiale di riporto, di terreno vegetale e di acqua di falda nonché ai vari gradi di stratificazione, carsificazione e di fratturazione dell'ammasso roccioso.

Di seguito sono stati riportati, in Tabella 1, i valori di velocità delle onde sismiche di compressione P tipici di alcuni litotipi ricorrenti.

Litotipo	V_p (m/sec)	Litotipo	V_p (m/sec)
Areato superficiale	300-800	Calcare cristallino	5700-6400
Argille	1100-2900	Piroclastiti coerenti (tufo)	750-2450
Sabbia asciutta	200-1000	Piroclastiti incoerenti (pozzolana)	350-1000
Sabbie umida	600-1800	Arenaria	1400-4500
Terreni alluvionali sciolti	400-2100	Granito, Monzonite, Granodiorite, Gabbro, Diabase, Basalto	4000-6000
Acqua	1400-1500	Anidride	3500-5500
Calcare fratturato	700-4200	Gesso	1800-4000
Calcare compatto	2800-6400	Gneiss e scisti	3500-7500

Tabella 1-Valori di velocità tipiche delle onde di compressione P (da "Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo" di Carrara-Rapolla-Roberti, "Il manuale del geologo" di Cassadio-Elmi)

Stendimento Sismico ST01

Lo stendimento è stato realizzato su di un'area destinata a seminativo agricolo, senza variazioni altimetriche significative, per una estensione totale della linea sismica pari a 44 mt così come si può osservare in Fotografia 1, 2, 3 e 4. Per l'interpretazione litostratigrafica dell'indagine di sismica a rifrazione si faccia riferimento in allegato alla Tavola A. 2 "Sezioni Stratigrafiche Interpretative-Onde P".

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Perillo Quaglietta
		<i>PAGE</i> 30 di/of 61

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo investigato, identificando tre sismostrati, ciascuno caratterizzato da un determinato valore medio di velocità delle onde di compressione. Assimilando tali valori di velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area, in prima analisi, è stato ricostruito il seguente assetto litostratigrafico, evidenziando come i relativi spessori subiscono delle leggere variazioni lungo la sezione sismica:

- Sismostrato A: terreno vegetale e deposito di natura limo-sabbiosa, mediamente consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 452 m/sec per una profondità media di circa -2,50 mt da pc;
- Sismostrato B: deposito di natura sabbioso-limoso con ghiaia, ben consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 1565 m/sec per una profondità media di circa -8,90 mt da pc;
- Sismostrato C: deposito di natura limoso-argilloso, molto consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 2630 m/sec sino a fine indagine (\approx -15 mt da pc).

Caratterizzazione Elasto-Meccanica dei terreni di Fondazione


In base alle indicazioni ricavate dalle prove geofisiche, si riportano le tabelle riassuntive delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati per i siti d'interesse come risultato dalle indagini svolte e specificando che tali valori devono essere intesi come valori medi. I valori delle Vs sono stati ricavati in modo indiretto dalle prove sismiche MASW. Le determinazioni dei moduli elastici (dinamici), eseguite mediante tali metodologie sismiche, sono riferibili a volumi significativi di terreno in condizioni relativamente indisturbate a differenza delle prove geotecniche di laboratorio che, pur raggiungendo un elevato grado di sofisticazione ed affidabilità, soffrono della limitazione di essere puntuali, cioè relative ad un modesto volume di roccia e/o terreno. I moduli elastici sismici ottenuti, possono essere correlati ai normali moduli statici attraverso un fattore di riduzione (ad es. Rzhevsky et alii, 1971, $E_{din} = 8,3 * E_{stat} + 0,97$) semplicemente evidenziando che si riferiscono, in virtù delle energie movimentate dall'indagine e del conseguente basso livello di deformazione raggiunto, ad un modulo statico tangente iniziale.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Perillo Quaglietta
		<i>PAGE</i> 31 di/of 61

Sismostrato	\bar{V}_p (m/sec)	\bar{V}_s (m/sec)	γ (gr/cm ³)	μ	E_y (MPa)	G_0 (MPa)	M_0 (MPa)	λ (MPa)
A (0,00÷2,50)	452	298	1,63	0,12	323	145	140	44
B (2,50÷8,90)	1565	652	2,06	0,39	2443	876	3878	3294
C (8,90÷15,00≈)	2630	839	2,27	0,44	4613	1598	13571	12506

Sismostrato	R (tonn/m ² s)	E_d (MPa)
A (0,00÷2,50)	485	368
B (2,50÷8,90)	1343	4409
C (8,90÷15,00≈)	1904	12458

Tabella 2-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini geofisiche in situ per lo stendimento sismico ST01

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Perillo Quaglietta
	mauriziogiacomino@gmail.com	<i>PAGE</i> 32 di/of 61

7.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (SPT)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (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	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.761
Rivestimento/fanghi	Si
Angolo di apertura punta	60 °

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici. La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi □) misurando il numero di colpi N necessari.


Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, 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.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

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 □)
- avanzamento (penetrazione) □

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Perillo Quaglietta
		<i>PAGE</i> 33 di/of 61

- 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)	7.2.1.1.1.1 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 \square = 10 cm, punta conica (\square =60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE) massa battente M =0 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento \square =10 cm, punta conica (\square = 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 34 di/of 61

massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\square=30$ cm, punta conica ($\square = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA) massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\square=20-30$ cm, punta conica ($\square = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

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_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica 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 = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

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

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Perillo Quaglietta
		<i>PAGE</i> 35 di/of 61

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (δ/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 delle resistenze 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.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 36 di/of 61

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 mt. ed immersione $d = 1$ mt..

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} 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 prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. 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 (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. 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 (cond. Ottim. per prof. >2 m. e per valori di angolo di attrito <38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Perillo Quaglietta
		<i>PAGE</i> 37 di/of 61

- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE 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 (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- 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.
- Meyerhof (1957).
- 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
- Buismann-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)

Modulo di poisson Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss 1978-1981. Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio Vs (m/sec)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (Ko)

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Perillo Quaglietta
		<i>PAGE</i> 38 di/of 61

- Robertson 1983 Qc

Correlazioni geotecniche 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 $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). Cu min-max.
- Sanglerat, da dati Penetr. 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- N_{spt} -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.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson 1983 Qc

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 ($N_{spt}=6-12$).

Modulo Di Young (EY)

Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15

- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

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 ($N_{spt}=28$)

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Perillo Quaglietta
		<i>PAGE</i> 39 di/of 61

PROVA ...Pen1

Strumento utilizzato DPM (DL030 10) (Medium)
Profondità prova 4,90 mt

Prova eseguita in data: 02/11/2021
Falda non rilevata

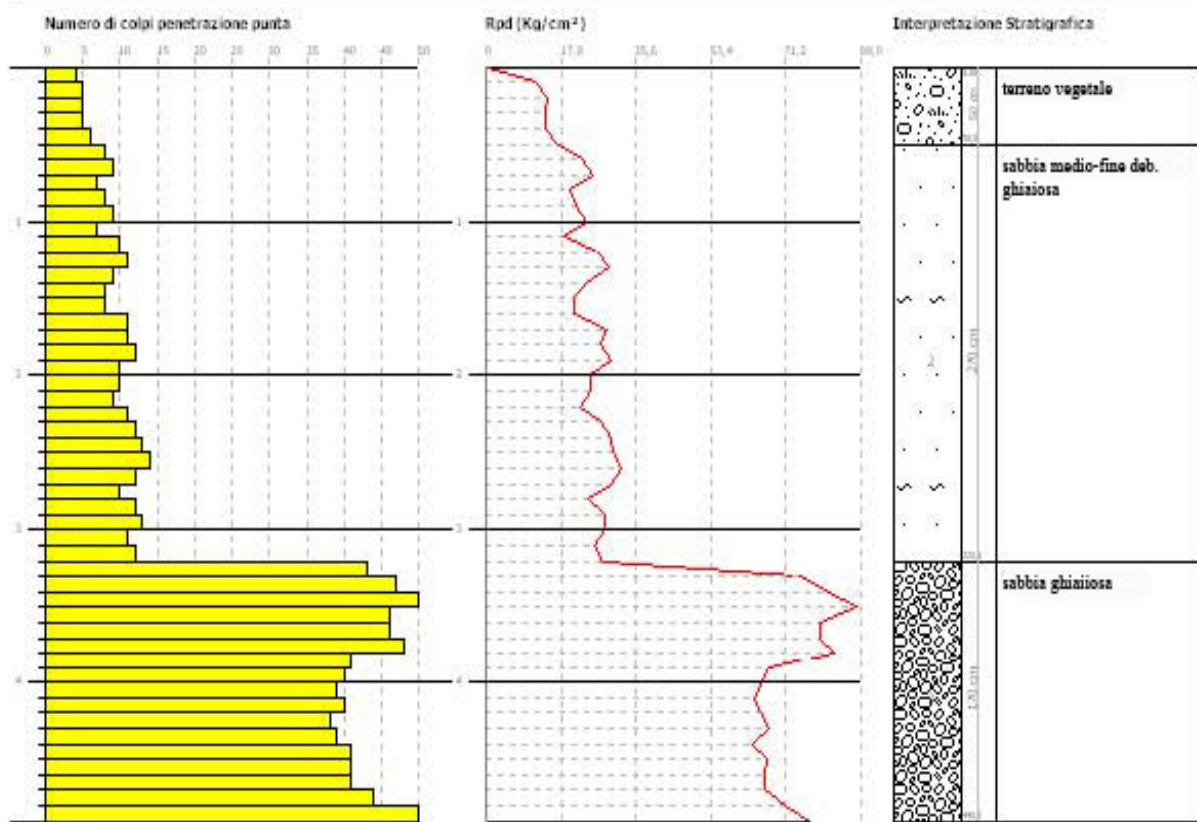
Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	4	0	0,857	11,44	13,36	0,57	0,67
0,20	5	0	0,855	14,27	16,70	0,71	0,83
0,30	5	0	0,853	14,24	16,70	0,71	0,83
0,40	5	0	0,851	14,21	16,70	0,71	0,83
0,50	6	0	0,849	17,01	20,04	0,85	1,00
0,60	8	0	0,847	22,63	26,72	1,13	1,34
0,70	9	0	0,845	25,40	30,06	1,27	1,50
0,80	7	0	0,843	19,71	23,38	0,99	1,17
0,90	8	0	0,842	21,33	25,35	1,07	1,27
1,00	9	0	0,840	23,95	28,52	1,20	1,43
1,10	7	0	0,838	18,59	22,18	0,93	1,11
1,20	10	0	0,836	26,50	31,69	1,33	1,58
1,30	11	0	0,835	29,09	34,86	1,45	1,74
1,40	9	0	0,833	23,75	28,52	1,19	1,43
1,50	8	0	0,831	21,07	25,35	1,05	1,27
1,60	8	0	0,830	21,03	25,35	1,05	1,27
1,70	11	0	0,828	28,86	34,86	1,44	1,74
1,80	11	0	0,826	28,81	34,86	1,44	1,74
1,90	12	0	0,825	29,84	36,18	1,49	1,81
2,00	10	0	0,823	24,82	30,15	1,24	1,51
2,10	10	0	0,822	24,77	30,15	1,24	1,51
2,20	9	0	0,820	22,25	27,14	1,11	1,36
2,30	11	0	0,819	27,15	33,17	1,36	1,66
2,40	12	0	0,817	29,57	36,18	1,48	1,81
2,50	13	0	0,766	30,01	39,20	1,50	1,96
2,60	14	0	0,764	32,26	42,21	1,61	2,11
2,70	12	0	0,813	29,41	36,18	1,47	1,81
2,80	10	0	0,811	24,46	30,15	1,22	1,51
2,90	12	0	0,810	27,95	34,50	1,40	1,73
3,00	13	0	0,759	28,36	37,38	1,42	1,87
3,10	11	0	0,807	25,54	31,63	1,28	1,58
3,20	12	0	0,806	27,81	34,50	1,39	1,73
3,30	43	0	0,605	74,77	123,64	3,74	6,18
3,40	47	0	0,603	81,55	135,14	4,08	6,76
3,50	51	0	0,602	88,30	146,65	4,41	7,33
3,60	46	0	0,601	79,48	132,27	3,97	6,61
3,70	46	0	0,600	79,31	132,27	3,97	6,61
3,80	48	0	0,598	82,59	138,02	4,13	6,90
3,90	41	0	0,597	67,29	112,67	3,36	5,63
4,00	40	0	0,596	65,52	109,92	3,28	5,50
4,10	39	0	0,595	63,75	107,18	3,19	5,36
4,20	40	0	0,594	65,26	109,92	3,26	5,50
4,30	38	0	0,643	67,10	104,43	3,36	5,22
4,40	39	0	0,591	63,39	107,18	3,17	5,36
4,50	41	0	0,590	66,51	112,67	3,33	5,63
4,60	41	0	0,589	66,39	112,67	3,32	5,63
4,70	41	0	0,588	66,27	112,67	3,31	5,63
4,80	44	0	0,587	70,99	120,92	3,55	6,05
4,90	50	0	0,586	77,11	131,58	3,86	6,58



Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
Perillo Quaglietta

PAGE
40 di/of 61



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen1 - TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Gibbs & Holtz 1957	21,12
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Gibbs & Holtz 1957	29,77
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Gibbs & Holtz 1957	55,16

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Sowers (1961)	25,6
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Sowers (1961)	30,19
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Sowers (1961)	37,21

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Bowles (1982) Sabbia Media	239,55

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,27
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	43,51
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	95,06

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 41 di/of 61

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Meyerhof ed altri	1,69
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Meyerhof ed altri	1,85
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Meyerhof ed altri	2,16

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,98
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,8	0,50	3,8	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	7,81	3,20	7,81	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	32,91	4,90	32,91	(A.G.I.)	0,29

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Ohsaki (Sabbie pulite)	227,99
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Ohsaki (Sabbie pulite)	448,75
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Ohsaki (Sabbie pulite)	1734,61

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Ohta & Goto (1978) Limi	65,952
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Ohta & Goto (1978) Limi	109,929
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Ohta & Goto (1978) Limi	164,005

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Navfac 1971-1982	0,70
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Navfac 1971-1982	1,63
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Navfac 1971-1982	6,00

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Robertson 1983	7,60
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Robertson 1983	15,62
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Robertson 1983	65,82

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 42 di/of 61

PROVA ...Pen2

Strumento utilizzato DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data: 02/11/2021

Profondità prova: 5,10 mt

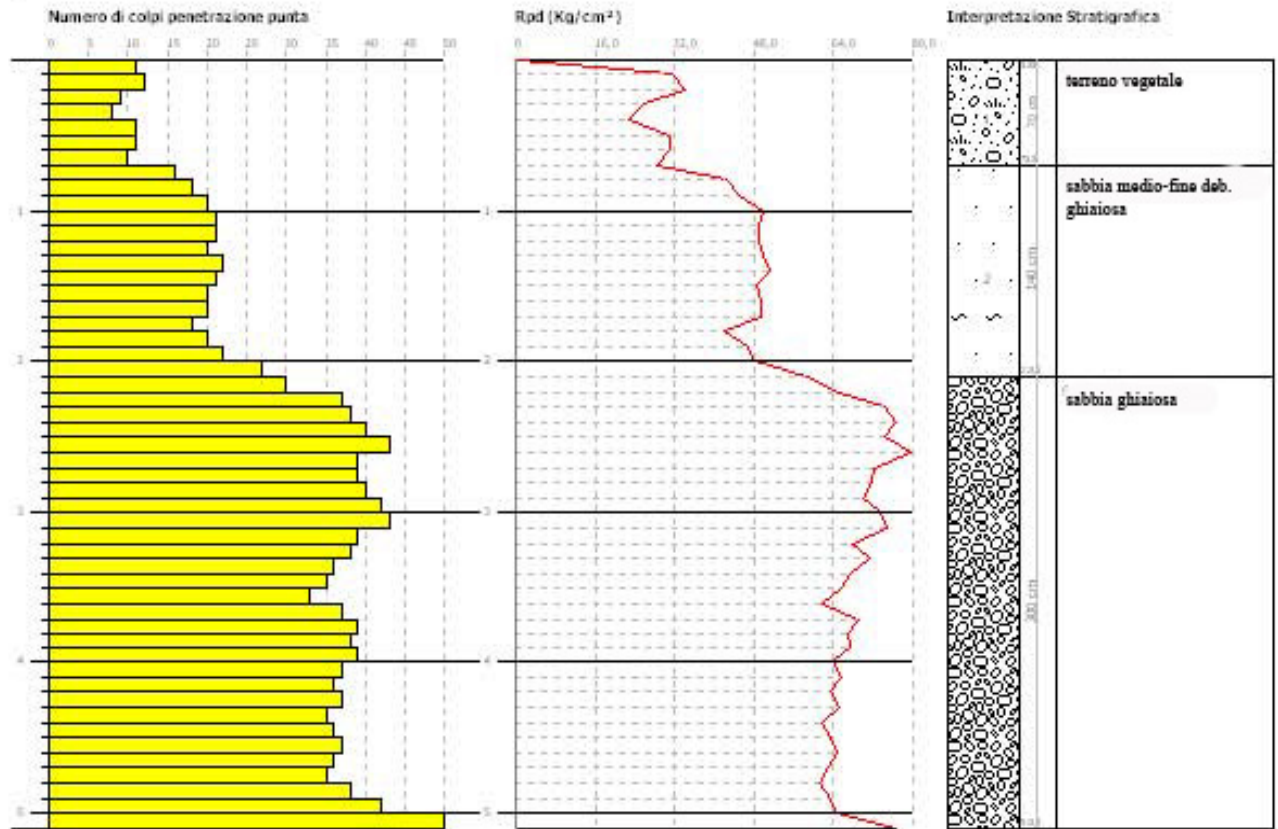
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	11	0	0,857	31,47	36,73	1,57	1,84
0,20	12	0	0,855	34,25	40,07	1,71	2,00
0,30	9	0	0,853	25,63	30,06	1,28	1,50
0,40	8	0	0,851	22,73	26,72	1,14	1,34
0,50	11	0	0,849	31,18	36,73	1,56	1,84
0,60	11	0	0,847	31,11	36,73	1,56	1,84
0,70	10	0	0,845	28,22	33,40	1,41	1,67
0,80	16	0	0,793	42,39	53,43	2,12	2,67
0,90	18	0	0,792	45,15	57,04	2,26	2,85
1,00	20	0	0,790	50,05	63,38	2,50	3,17
1,10	21	0	0,738	49,11	66,55	2,46	3,33
1,20	21	0	0,736	49,00	66,55	2,45	3,33
1,30	20	0	0,785	49,73	63,38	2,49	3,17
1,40	22	0	0,733	51,09	69,72	2,55	3,49
1,50	21	0	0,731	48,66	66,55	2,43	3,33
1,60	20	0	0,780	49,41	63,38	2,47	3,17
1,70	20	0	0,778	49,31	63,38	2,47	3,17
1,80	18	0	0,776	44,28	57,04	2,21	2,85
1,90	20	0	0,775	46,72	60,30	2,34	3,02
2,00	22	0	0,723	47,97	66,33	2,40	3,32
2,10	27	0	0,722	58,75	81,41	2,94	4,07
2,20	30	0	0,720	65,14	90,45	3,26	4,52
2,30	37	0	0,669	74,59	111,56	3,73	5,58
2,40	38	0	0,667	76,44	114,57	3,82	5,73
2,50	40	0	0,616	74,25	120,60	3,71	6,03
2,60	43	0	0,614	79,64	129,65	3,98	6,48
2,70	39	0	0,613	72,06	117,59	3,60	5,88
2,80	39	0	0,611	71,90	117,59	3,59	5,88
2,90	40	0	0,610	70,16	115,02	3,51	5,75
3,00	42	0	0,609	73,51	120,77	3,68	6,04
3,10	43	0	0,607	75,09	123,64	3,75	6,18
3,20	39	0	0,606	67,96	112,14	3,40	5,61
3,30	38	0	0,655	71,54	109,27	3,58	5,46
3,40	36	0	0,653	67,64	103,51	3,38	5,18
3,50	35	0	0,652	65,63	100,64	3,28	5,03
3,60	33	0	0,651	61,76	94,89	3,09	4,74
3,70	37	0	0,650	69,11	106,39	3,46	5,32
3,80	39	0	0,598	67,11	112,14	3,36	5,61
3,90	38	0	0,647	67,59	104,43	3,38	5,22
4,00	39	0	0,596	63,88	107,18	3,19	5,36
4,10	37	0	0,645	65,57	101,68	3,28	5,08
4,20	36	0	0,644	63,68	98,93	3,18	4,95
4,30	37	0	0,643	65,33	101,68	3,27	5,08
4,40	35	0	0,641	61,70	96,18	3,08	4,81
4,50	36	0	0,640	63,35	98,93	3,17	4,95
4,60	37	0	0,639	65,00	101,68	3,25	5,08
4,70	36	0	0,638	63,13	98,93	3,16	4,95
4,80	35	0	0,637	61,28	96,18	3,06	4,81
4,90	38	0	0,636	63,61	100,00	3,18	5,00
5,00	42	0	0,585	64,66	110,53	3,23	5,53
5,10	50	0	0,584	76,84	131,58	3,84	6,58



Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
Perillo Quaglietta
PAGE
43 di/of 61



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen2 TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Gibbs & Holtz 1957	34,75
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Gibbs & Holtz 1957	45,66
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Gibbs & Holtz 1957	52,05

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Sowers (1961)	26,02
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Sowers (1961)	32,35
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Sowers (1961)	36,13

Modulo di Young


	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Bowles (1982) Sabbia Media	152,75
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Bowles (1982) Sabbia Media	220,10

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	43,55
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	59,40
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	87,07

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 44 di/of 61

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Meyerhof ed altri	1,75
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Meyerhof ed altri	1,89
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Meyerhof ed altri	2,13

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	7,83	0,70	7,83	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	15,55	2,10	15,55	(A.G.I.)	0,32
Strato 3	29,02	5,10	29,02	(A.G.I.)	0,3

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Ohsaki (Sabbie pulite)	449,83
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Ohsaki (Sabbie pulite)	857,31
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Ohsaki (Sabbie pulite)	1541,16

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Ohta & Goto (1978) Limi	79,753
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Ohta & Goto (1978) Limi	117,353
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Ohta & Goto (1978) Limi	156,868

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Navfac 1971-1982	1,63
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Navfac 1971-1982	3,23
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Navfac 1971-1982	5,47

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Robertson 1983	15,66
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Robertson 1983	31,10
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Robertson 1983	58,04

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 45 di/of 61

PROVA ...Pen3

Strumento utilizzato DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data:02/11/2021

Profondità prova: 5,90mt

Falda non rilevata

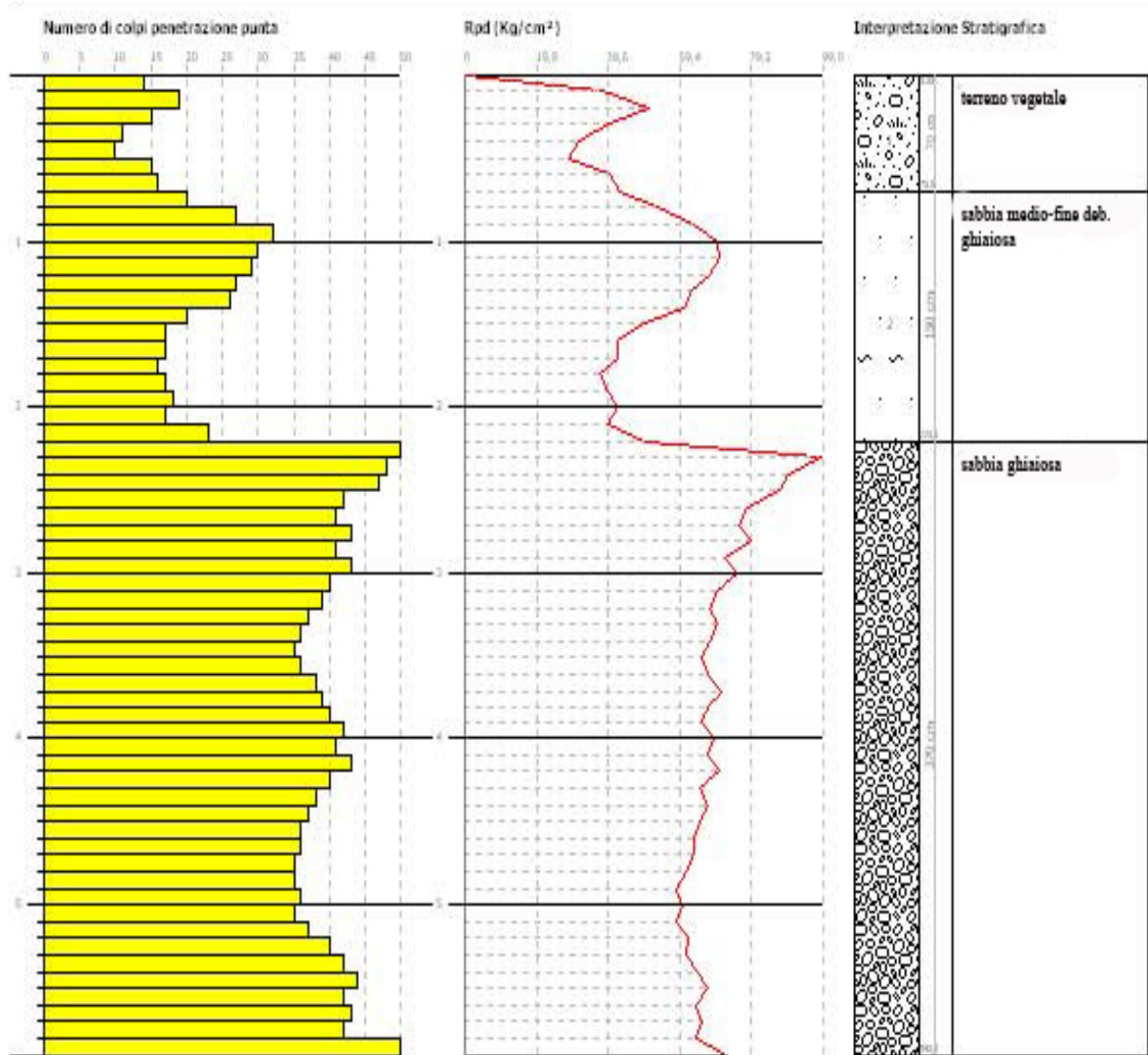
Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	14	0	0,807	37,71	46,75	1,89	2,34
0,20	19	0	0,805	51,05	63,45	2,55	3,17
0,30	15	0	0,803	40,21	50,09	2,01	2,50
0,40	11	0	0,851	31,25	36,73	1,56	1,84
0,50	10	0	0,849	28,35	33,40	1,42	1,67
0,60	15	0	0,797	39,92	50,09	2,00	2,50
0,70	16	0	0,795	42,49	53,43	2,12	2,67
0,80	20	0	0,793	52,99	66,79	2,65	3,34
0,90	27	0	0,742	63,45	85,56	3,17	4,28
1,00	32	0	0,690	69,95	101,41	3,50	5,07
1,10	30	0	0,738	70,16	95,07	3,51	4,75
1,20	29	0	0,736	67,66	91,90	3,38	4,60
1,30	27	0	0,735	62,85	85,56	3,14	4,28
1,40	26	0	0,733	60,38	82,39	3,02	4,12
1,50	20	0	0,781	49,51	63,38	2,48	3,17
1,60	17	0	0,780	42,00	53,87	2,10	2,69
1,70	17	0	0,778	41,91	53,87	2,10	2,69
1,80	16	0	0,776	39,36	50,70	1,97	2,54
1,90	17	0	0,775	39,71	51,26	1,99	2,56
2,00	18	0	0,773	41,96	54,27	2,10	2,71
2,10	17	0	0,772	39,55	51,26	1,98	2,56
2,20	23	0	0,720	49,94	69,35	2,50	3,47
2,30	53	0	0,619	98,86	159,80	4,94	7,99
2,40	48	0	0,617	89,32	144,72	4,47	7,24
2,50	47	0	0,616	87,25	141,71	4,36	7,09
2,60	42	0	0,614	77,78	126,63	3,89	6,33
2,70	41	0	0,613	75,76	123,62	3,79	6,18
2,80	43	0	0,611	79,27	129,65	3,96	6,48
2,90	41	0	0,610	71,92	117,89	3,60	5,89
3,00	43	0	0,609	75,26	123,64	3,76	6,18
3,10	40	0	0,607	69,85	115,02	3,49	5,75
3,20	39	0	0,606	67,96	112,14	3,40	5,61
3,30	37	0	0,655	69,65	106,39	3,48	5,32
3,40	36	0	0,653	67,64	103,51	3,38	5,18
3,50	35	0	0,652	65,63	100,64	3,28	5,03
3,60	36	0	0,651	67,37	103,51	3,37	5,18
3,70	38	0	0,650	70,98	109,27	3,55	5,46
3,80	39	0	0,598	67,11	112,14	3,36	5,61
3,90	40	0	0,597	65,65	109,92	3,28	5,50
4,00	42	0	0,596	68,79	115,42	3,44	5,77
4,10	41	0	0,595	67,02	112,67	3,35	5,63
4,20	43	0	0,594	70,16	118,17	3,51	5,91
4,30	40	0	0,593	65,14	109,92	3,26	5,50
4,40	38	0	0,641	66,98	104,43	3,35	5,22
4,50	37	0	0,640	65,11	101,68	3,26	5,08
4,60	36	0	0,639	63,24	98,93	3,16	4,95
4,70	36	0	0,638	63,13	98,93	3,16	4,95
4,80	35	0	0,637	61,28	96,18	3,06	4,81
4,90	35	0	0,636	58,58	92,11	2,93	4,61
5,00	36	0	0,635	60,16	94,74	3,01	4,74
5,10	35	0	0,634	58,40	92,11	2,92	4,61
5,20	37	0	0,633	61,63	97,37	3,08	4,87
5,30	40	0	0,582	61,26	105,26	3,06	5,26
5,40	42	0	0,581	64,22	110,53	3,21	5,53
5,50	44	0	0,580	67,17	115,79	3,36	5,79
5,60	42	0	0,579	64,01	110,53	3,20	5,53
5,70	43	0	0,578	65,43	113,16	3,27	5,66
5,80	42	0	0,577	63,80	110,53	3,19	5,53
5,90	50	0	0,576	72,75	126,23	3,64	6,31



Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
Perillo Quaglietta

PAGE
46 di/of 61



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen3 - TERRENI INCOERENTI

Densità relativa


	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Gibbs & Holtz 1957	41,81
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Gibbs & Holtz 1957	47,39
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Gibbs & Holtz 1957	58,97

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Sowers (1961)	26,04
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Sowers (1961)	32,77
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Sowers (1961)	36,59

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Bowles (1982) Sabbia Media	129,35
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Bowles (1982) Sabbia Media	160,25
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Bowles (1982) Sabbia Media	228,40

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 47 di/of 61

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	49,79
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	62,49
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	90,48

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Meyerhof ed altri	1,76
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Meyerhof ed altri	1,93
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Meyerhof ed altri	2,14

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	10,87	0,70	10,87	(A.G.I.)	0,33
Strato 2	17,05	2,20	17,05	(A.G.I.)	0,32
Strato 3	30,68	5,90	30,68	(A.G.I.)	0,29

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Ohsaki (Sabbie pulite)	612,31
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Ohsaki (Sabbie pulite)	934,83
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Ohsaki (Sabbie pulite)	1623,89

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Ohta & Goto (1978) Limi	84,41
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Ohta & Goto (1978) Limi	120,048
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Ohta & Goto (1978) Limi	162,027

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Navfac 1971-1982	2,29
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Navfac 1971-1982	3,52
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Navfac 1971-1982	5,70

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Robertson 1983	21,74
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Robertson 1983	34,10
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Robertson 1983	61,36

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 48 di/of 61

PROVA ...Pen4

Strumento utilizzato DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data: 02/11/2021

Profondità prova: 5,70 mt

Falda non rilevata

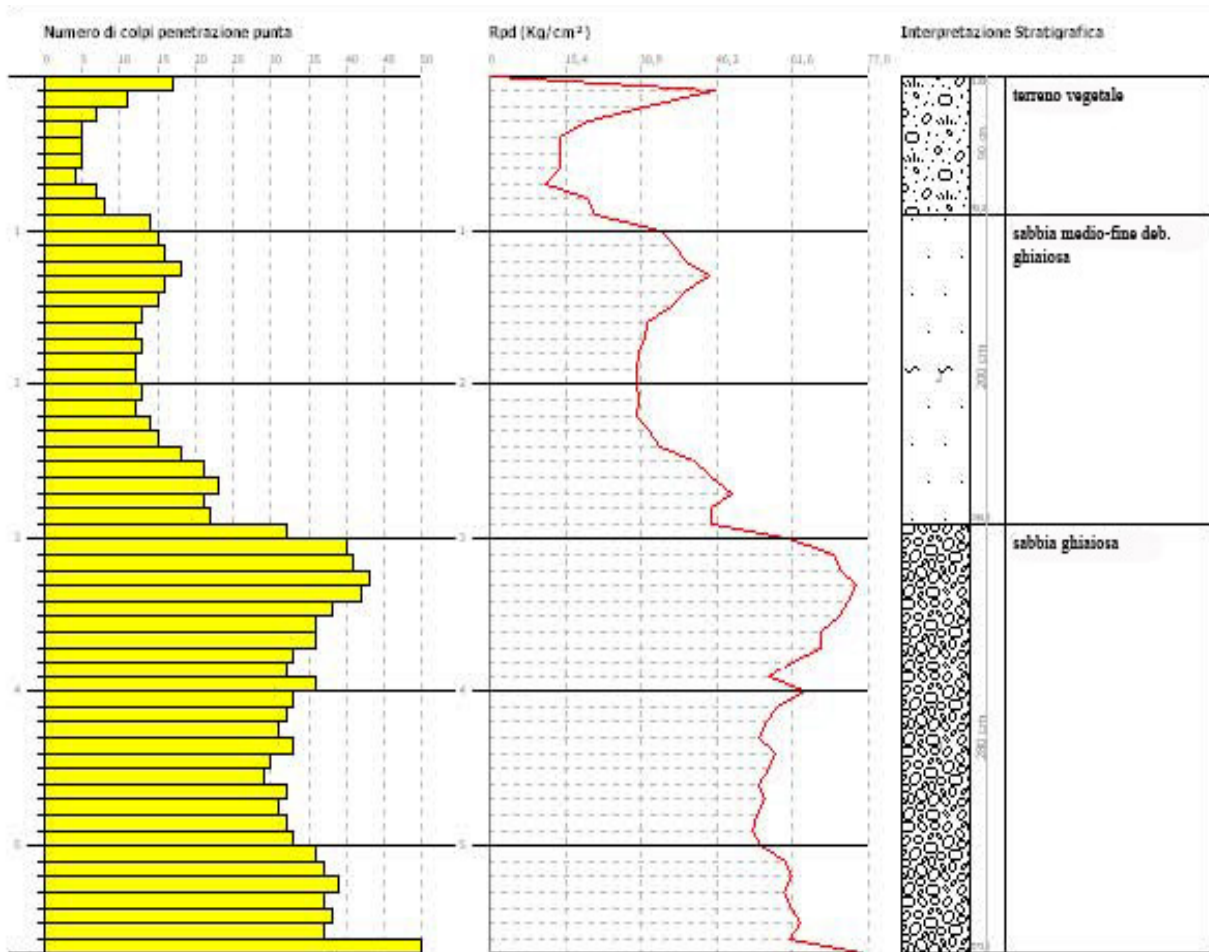
Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	17	0	0,807	45,79	56,77	2,29	2,84
0,20	11	0	0,855	31,39	36,73	1,57	1,84
0,30	7	0	0,853	19,93	23,38	1,00	1,17
0,40	5	0	0,851	14,21	16,70	0,71	0,83
0,50	5	0	0,849	14,17	16,70	0,71	0,83
0,60	5	0	0,847	14,14	16,70	0,71	0,83
0,70	4	0	0,845	11,29	13,36	0,56	0,67
0,80	7	0	0,843	19,71	23,38	0,99	1,17
0,90	8	0	0,842	21,33	25,35	1,07	1,27
1,00	14	0	0,790	35,04	44,37	1,75	2,22
1,10	15	0	0,788	37,46	47,54	1,87	2,38
1,20	16	0	0,786	39,87	50,70	1,99	2,54
1,30	18	0	0,785	44,75	57,04	2,24	2,85
1,40	16	0	0,783	39,69	50,70	1,98	2,54
1,50	15	0	0,781	37,13	47,54	1,86	2,38
1,60	13	0	0,780	32,12	41,20	1,61	2,06
1,70	12	0	0,828	31,48	38,03	1,57	1,90
1,80	13	0	0,776	31,98	41,20	1,60	2,06
1,90	12	0	0,825	29,84	36,18	1,49	1,81
2,00	12	0	0,823	29,78	36,18	1,49	1,81
2,10	13	0	0,772	30,25	39,20	1,51	1,96
2,20	12	0	0,820	29,67	36,18	1,48	1,81
2,30	14	0	0,769	32,44	42,21	1,62	2,11
2,40	15	0	0,767	34,69	45,23	1,73	2,26
2,50	18	0	0,766	41,55	54,27	2,08	2,71
2,60	21	0	0,714	45,22	63,32	2,26	3,17
2,70	23	0	0,713	49,43	69,35	2,47	3,47
2,80	21	0	0,711	45,04	63,32	2,25	3,17
2,90	22	0	0,710	44,92	63,26	2,25	3,16
3,00	32	0	0,659	60,61	92,01	3,03	4,60
3,10	40	0	0,607	69,85	115,02	3,49	5,75
3,20	41	0	0,606	71,44	117,89	3,57	5,89
3,30	43	0	0,605	74,77	123,64	3,74	6,18
3,40	42	0	0,603	72,87	120,77	3,64	6,04
3,50	38	0	0,652	71,25	109,27	3,56	5,46
3,60	36	0	0,651	67,37	103,51	3,37	5,18
3,70	36	0	0,650	67,25	103,51	3,36	5,18
3,80	33	0	0,648	61,53	94,89	3,08	4,74
3,90	32	0	0,647	56,91	87,94	2,85	4,40
4,00	36	0	0,646	63,91	98,93	3,20	4,95
4,10	33	0	0,645	58,48	90,69	2,92	4,53
4,20	32	0	0,644	56,61	87,94	2,83	4,40
4,30	31	0	0,643	54,74	85,19	2,74	4,26
4,40	33	0	0,641	58,17	90,69	2,91	4,53
4,50	30	0	0,690	56,91	82,44	2,85	4,12
4,60	29	0	0,689	54,93	79,69	2,75	3,98
4,70	32	0	0,638	56,12	87,94	2,81	4,40
4,80	31	0	0,637	54,28	85,19	2,71	4,26
4,90	32	0	0,636	53,56	84,21	2,68	4,21
5,00	33	0	0,635	55,15	86,84	2,76	4,34
5,10	36	0	0,634	60,06	94,74	3,00	4,74
5,20	37	0	0,633	61,63	97,37	3,08	4,87
5,30	39	0	0,582	59,73	102,63	2,99	5,13
5,40	37	0	0,631	61,44	97,37	3,07	4,87
5,50	38	0	0,630	63,01	100,00	3,15	5,00
5,60	37	0	0,629	61,26	97,37	3,06	4,87
5,70	50	0	0,578	76,08	131,58	3,80	6,58



Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
Perillo Quaglietta

PAGE
49 di/of 61



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen4 - TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Gibbs & Holtz 1957	28,5
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Gibbs & Holtz 1957	38,28
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Gibbs & Holtz 1957	48,9

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Sowers (1961)	25,64
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Sowers (1961)	31,36
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Sowers (1961)	35,6

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Bowles (1982) Sabbia Media	134,95
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Bowles (1982) Sabbia Media	210,75

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	39,46
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	52,09
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	83,23

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 50 di/of 61

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Meyerhof ed altri	1,7
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Meyerhof ed altri	1,89
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Meyerhof ed altri	2,10

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,9
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,05
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	5,84	0,90	5,84	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	11,99	2,90	11,99	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	27,15	5,70	27,15	(A.G.I.)	0,3

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Ohsaki (Sabbie pulite)	341,46
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Ohsaki (Sabbie pulite)	671,43
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Ohsaki (Sabbie pulite)	1447,63

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Ohta & Goto (1978) Limi	79,576
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Ohta & Goto (1978) Limi	119,003
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Ohta & Goto (1978) Limi	160,481

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Navfac 1971-1982	1,18
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Navfac 1971-1982	2,52
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Navfac 1971-1982	5,20

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Robertson 1983	11,68
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Robertson 1983	23,98
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Robertson 1983	54,30

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 51 di/of 61

PROVA ...Pen5

Strumento utilizzato DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data: 02/11/2021

Profondità prova: 5,10 mt

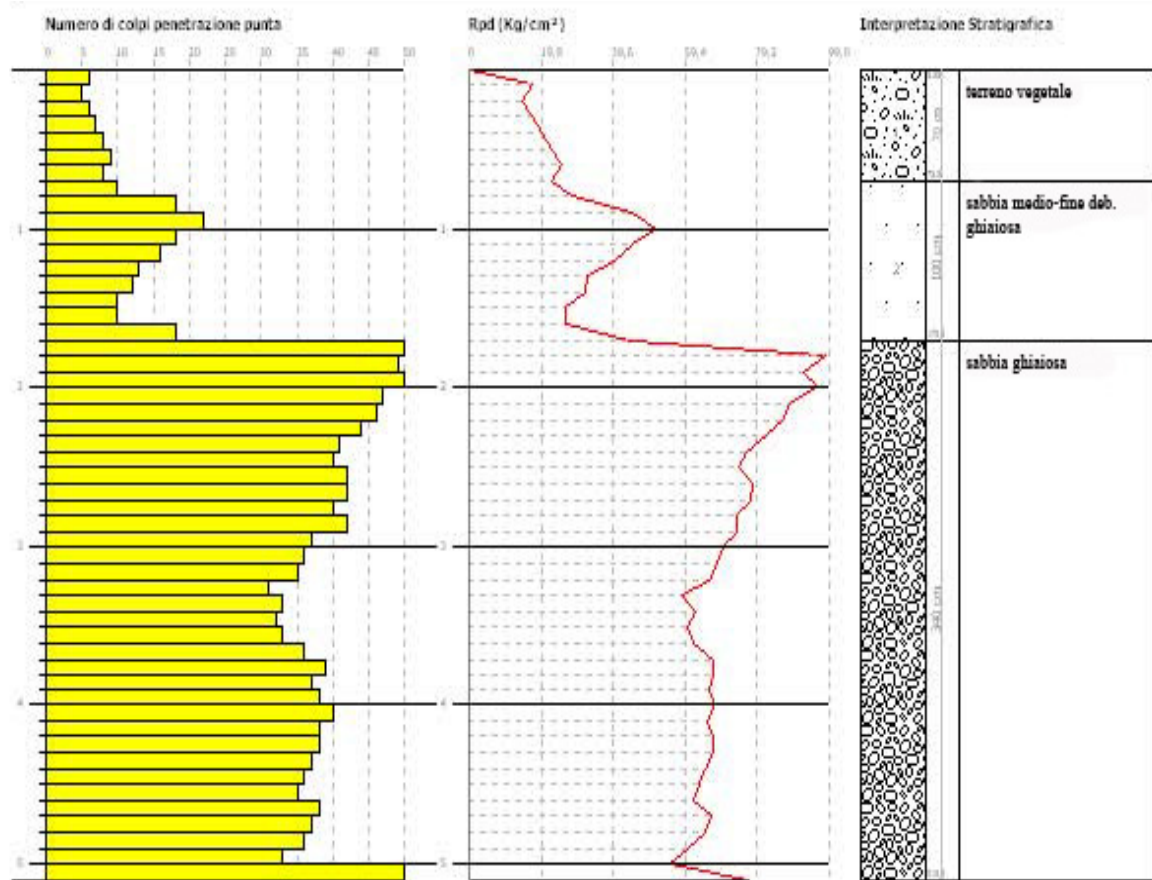
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	6	0	0,857	17,16	20,04	0,86	1,00
0,20	5	0	0,855	14,27	16,70	0,71	0,83
0,30	6	0	0,853	17,09	20,04	0,85	1,00
0,40	7	0	0,851	19,89	23,38	0,99	1,17
0,50	8	0	0,849	22,68	26,72	1,13	1,34
0,60	9	0	0,847	25,46	30,06	1,27	1,50
0,70	8	0	0,845	22,58	26,72	1,13	1,34
0,80	10	0	0,843	28,16	33,40	1,41	1,67
0,90	18	0	0,792	45,15	57,04	2,26	2,85
1,00	22	0	0,740	51,57	69,72	2,58	3,49
1,10	18	0	0,788	44,95	57,04	2,25	2,85
1,20	16	0	0,786	39,87	50,70	1,99	2,54
1,30	13	0	0,785	32,32	41,20	1,62	2,06
1,40	12	0	0,833	31,67	38,03	1,58	1,90
1,50	10	0	0,831	26,34	31,69	1,32	1,58
1,60	10	0	0,830	26,29	31,69	1,31	1,58
1,70	18	0	0,778	44,37	57,04	2,22	2,85
1,80	52	0	0,626	103,21	164,79	5,16	8,24
1,90	49	0	0,625	92,30	147,74	4,61	7,39
2,00	51	0	0,623	95,83	153,77	4,79	7,69
2,10	47	0	0,622	88,09	141,71	4,40	7,09
2,20	46	0	0,620	86,01	138,69	4,30	6,93
2,30	44	0	0,619	82,07	132,66	4,10	6,63
2,40	41	0	0,617	76,29	123,62	3,81	6,18
2,50	40	0	0,616	74,25	120,60	3,71	6,03
2,60	42	0	0,614	77,78	126,63	3,89	6,33
2,70	42	0	0,613	77,60	126,63	3,88	6,33
2,80	40	0	0,611	73,74	120,60	3,69	6,03
2,90	42	0	0,610	73,67	120,77	3,68	6,04
3,00	37	0	0,659	70,08	106,39	3,50	5,32
3,10	36	0	0,657	68,04	103,51	3,40	5,18
3,20	35	0	0,656	66,02	100,64	3,30	5,03
3,30	31	0	0,655	58,36	89,14	2,92	4,46
3,40	33	0	0,653	62,00	94,89	3,10	4,74
3,50	32	0	0,652	60,00	92,01	3,00	4,60
3,60	33	0	0,651	61,76	94,89	3,09	4,74
3,70	36	0	0,650	67,25	103,51	3,36	5,18
3,80	39	0	0,598	67,11	112,14	3,36	5,61
3,90	37	0	0,647	65,81	101,68	3,29	5,08
4,00	38	0	0,646	67,46	104,43	3,37	5,22
4,10	40	0	0,595	65,39	109,92	3,27	5,50
4,20	38	0	0,644	67,22	104,43	3,36	5,22
4,30	38	0	0,643	67,10	104,43	3,36	5,22
4,40	37	0	0,641	65,22	101,68	3,26	5,08
4,50	36	0	0,640	63,35	98,93	3,17	4,95
4,60	35	0	0,639	61,48	96,18	3,07	4,81
4,70	38	0	0,638	66,64	104,43	3,33	5,22
4,80	37	0	0,637	64,78	101,68	3,24	5,08
4,90	36	0	0,636	60,26	94,74	3,01	4,74
5,00	33	0	0,635	55,15	86,84	2,76	4,34
5,10	50	0	0,584	76,84	131,58	3,84	6,58



Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
Perillo Quaglietta
PAGE
52 di/of 61



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen5 - TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Gibbs & Holtz 1957	27,07
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Gibbs & Holtz 1957	39,29
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Gibbs & Holtz 1957	61,32

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Sowers (1961)	26,49
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Sowers (1961)	31,13
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Sowers (1961)	36,4

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Bowles (1982) Sabbia Media	130,95
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Bowles (1982) Sabbia Media	225,05

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38,41
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	50,45
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	89,11

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 53 di/of 61

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Meyerhof ed altri	1,7
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Meyerhof ed altri	1,8
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Meyerhof ed altri	2,14

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,99
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	5,33	0,70	5,33	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	11,19	1,70	11,19	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	30,01	5,10	30,01	(A.G.I.)	0,29

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Ohsaki (Sabbie pulite)	313,36
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Ohsaki (Sabbie pulite)	629,24
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Ohsaki (Sabbie pulite)	1590,54

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Ohta & Goto (1978) Limi	74,619
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Ohta & Goto (1978) Limi	107,61
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Ohta & Goto (1978) Limi	156,05

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Navfac 1971-1982	1,06
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Navfac 1971-1982	2,35
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Navfac 1971-1982	5,61

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Robertson 1983	10,66
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Robertson 1983	22,38
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Robertson 1983	60,02

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 54 di/of 61

8 CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITA' DELL'AREA

8.1 PARAMETRI SISMICI DELL'AREA DEL PARCO FOTOVOLTAICO IN PROGETTO

La normativa regionale indicata nella L. R. n. 9 del 07/06/2011, dispone che l'abitato di Montemilone sia classificato Zona Sismica "2b" con un PGA (Peak Ground Acceleration) pari a 0.225 e una magnitudo attesa a distanza di 30 km pari a 6.3.

Il suolo di fondazione per l'area oggetto di studio può essere associato, in base ai dati delle indagini sismiche eseguite nella campagna geognostica, alla categoria di suolo "B" – "Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensati o di argille di media consistenza". I valori del V_{seq} , della categoria di terreno "B", sono compresi tra 360 e 800 m/sec.

Di seguito si riportano i Parametri Sismici di tutti e quattro gli stati limite (NTC), relativi alla macrozona sismica comprendente le aree di sedime dell'impianto in progetto che è compresa nella Categoria Topografica T1.

CATEGORIA SOTTOSUOLO: B

CATEGORIA TOPOGRAFICA: T1

PERIODO DI RIFERIMENTO: 50 ANNI

COEFFICIENTE CU: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,043 g
Fo: 2,530
Tc*: 0,282 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,057 g
Fo: 2,538
Tc*: 0,292[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,185 g
Fo: 2,504
Tc*: 0,371 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
g: 0,262 g
Fo: 2,372
Tc*: 0,409 [s]

COEFFICIENTI SISMICI

SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,420
St: 1,000
Kh: 0,0009
Kv: 0,005
Amax: 0.505
Beta: 0,180

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,410
St: 1,000
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0.674
Beta: 0,180

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,340
St: 1,000
Kh: 0,053
Kv: 0,027
Amax: 2.175
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,150
Cc: 1,320
St: 1,000
Kh: 0,093
Kv: 0,047
Amax: 2.955
Beta: 0,310

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Perillo Quaglietta
		<i>PAGE</i> 55 di/of 61

8.2 MICROZONAZIONE SISMICA DELL'AREA DEL PARCO FOTOVOLTAICO IN PROGETTO

Nella progettazione di nuove opere o di interventi su opere esistenti, gli studi di Microzonazione Sismica evidenziano la presenza di fenomeni di possibile amplificazione dello scuotimento sismico atteso legati alle caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche dell'area e di fenomeni di instabilità e deformazione permanente che possono essere attivati dal sisma.

Gli studi di Microzonazione Sismica, quindi, possono offrire elementi conoscitivi utili per la progettazione di opere, con differente incisività in funzione del livello di approfondimento e delle caratteristiche delle opere stesse, indirizzando alla scelta delle indagini di dettaglio.

Nel presente studio è stato eseguito un approfondimento di I° livello, mappando l'intera zona circostante l'area di sedime dell'impianto in progetto in zone a suscettibilità sismica differente.

Come riportato nell'elaborato A12.a.11.2 - Carta della Microzonazione Sismica in scala 1:2.000, la zona circostante l'impianto in progetto è diviso in n. 4 zone sismiche differenti: due classificate Zone Stabili (b) suscettibili di amplificazioni locali, mentre le altre due sono state classificate Zona suscettibili di instabilità (c) in cui gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del terreno come l'instabilità di versante sia profonda che superficiale.

L'area dell'impianto di stretto in progetto compreso le strade esterne sarà ubicato in zona suscettibile d'instabilità classificata "Mz – b-1".

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 56 di/of 61

9 CONSIDERAZIONI SUI TERRENI DI FONDAZIONE

Il parco fotovoltaico in progetto sarà disposto sulla piana di sedimentazione per regressione marina dove affiorano terreni quaternari di natura conglomeratica e sabbiosa appartenenti al ciclo di chiusura della sedimentazione dell'Avanfossa Bradanica.

I terreni presenti in queste piane e affioranti lungo i versanti, poc'anzi descritti, sono terreni con discrete caratteristiche geotecniche, privi di instabilità sia profonda che superficiale o areale, ed esenti da problematiche relative alla liquefazione.

In generale sono terreni conglomeratici e sabbiosi intercalati da lenti sabbioso limose di vario spessore, in cui non vi è presenza di acqua di falda, poiché la stessa è attestata ad una profondità media di circa 30.00 mt, misurata in alcuni pozzi presenti nella zona.

Al di sotto di tali terreni affiorano sempre terreni granulari sabbiosi limosi mediamente cementati intercalati da lenti ghiaiose e livelli arenacei per uno spessore di circa 50,0 mt.

Le sabbie passano in continuità di sedimentazione con le argille subappennine mediamente plastiche e mediamente compatte.

Di seguito si riportano i parametri geotecnici di riferimento dei terreni di sedime degli inseguitori solari in progetto.

9.1 PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

- Valori medi (V_m) dei terreni conglomeratici sabbiosi superficiali

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| □ Peso di volume naturale | $P_v = 18.50 \text{ kN/m}^3$ |
| □ Contenuto naturale di acqua | $W = 23.0 \%$ |
| □ Coesione | $c = 0.00 \text{ kPa}$ |
| □ Angolo di attrito interno | $\phi = 33.6^\circ$ |

- Valori medi (V_m) dei terreni sabbioso limosi intermedi

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| □ Peso di volume naturale | $P_v = 19.25 \text{ kN/m}^3$ |
| □ Contenuto naturale di acqua | $W = 22.0 \%$ |
| □ Coesione | $c = 0.00 \text{ kPa}$ |
| □ Angolo di attrito interno | $\phi = 29.7^\circ$ |

- Valori medi (V_m) dei terreni argilloso limosi profondi

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| □ Peso di volume naturale | $P_v = 20.05 \text{ kN/m}^3$ |
| □ Contenuto naturale di acqua | $W = 24.0 \%$ |
| □ Coesione | $c = 21.00 \text{ kPa}$ |
| □ Angolo di attrito interno | $\phi = 23.5^\circ$ |

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 57 di/of 61

Il D.M. 17 Gennaio 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” prevede per la definizione del grado di sicurezza di una struttura relativamente alla possibilità di rottura del terreno di fondazione, un approccio di semiprobabilistico, o di I livello, adottando il concetto di stato limite ultimo (SLU). Pertanto dai valori medi (V_m) dei parametri del terreno si passa a valori caratteristici V_k , come richiesto dalle verifiche allo SLU e allo SLE.

9.2 PARAMETRI CARATTERISTICI

In prima approssimazione i valori caratteristici di c' e ϕ' sono determinabili con le seguenti relazioni:

- (1) $\phi'_k = \phi'_m (1 + X \cdot V_\phi)$
- (2) $c'_k = c'_m (1 + X \cdot V_c)$
- (3) $C_{uk} = C_{um} (1 + X \cdot V_{Cu})$

Secondo le NTC 2018 il valore caratteristico può essere valutato con un approccio di tipo Bayesiano anche nelle condizioni in cui non sia presente nessun valore di prove disponibile. In questo caso il valore caratteristico X_k del parametro ricercato, secondo Cherubini e Orr (1999) è ottenuto dalla seguente relazione

$$X_k = X_m \cdot (1 - CV/2)$$

con

$$X_m = (a + 4b + c) / 6$$

$$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$$

dove :

a = valore minimo stimato

b = valore più probabile

c = valore massimo stimato

9.3 PARAMETRI DI PROGETTO

I valori dei parametri di progetto ϕ' e c' si ottengono in relazione alla Combinazione Azioni/Resistenze dividendo i valori caratteristici per un coefficiente riduttivo parziale secondo quanto indicato nella Tabella 6.2.II delle NTC.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 58 di/of 61

In pratica, in problemi connessi al raggiungimento dello stato limite ultimo SLU del terreno, Combinazione 2 Approccio 1 (A2+M2+R2), i valori di progetto Vd di pertinenza geotecnica (M2) si ottengono come indicato nella tabella:

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_γ	1,0	1,0

L'utilizzo dei parametri di progetto Vd avviene esclusivamente nell' Approccio 1 Combinazione 2 (A2-M2-R2) relativa al raggiungimento dello Stato Limite Ultimo (SLU).

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Perillo Quaglietta
		<i>PAGE</i> 59 di/of 61

10.ANALISI DI STABILITÀ DI VERSANTE

L'intero parco fotovoltaico sarà ubicato in zona pianeggiante o poco inclinati lontani da versanti la cui pendenza necessita di essere investigata tramite l'esecuzione di verifiche di stabilità di versante.

Pertanto, per le caratteristiche morfologiche delle aree interessate dell'ubicazione degli inseguitori solari e delle strade di progetto non è necessario eseguire delle verifiche specifiche.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Perillo Quaglietta
		<i>PAGE</i> 60 di/of 61

11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I lavori in progetto prevedono la costruzione di un campo fotovoltaico disposto su un pianoro di sedimentazione per regressione marina in cui affiorano terreni conglomerati immersi in scarsa matrice sabbiosa, sabbie limose e sabbie grossolane addensate.

Tali opere anche se trasmettono al terreno di fondazione un esiguo carico unitario; allo scopo di assicurare una buona stabilità del complesso terreno-fondazione, in relazione agli scarichi a livello d'imposta, le strutture fondali dovranno assolvere a vari compiti quali:

- avere una sufficiente superficie di contatto;
- avere una sufficiente sezione inerziale;
- avere adeguata rigidità tale da assorbire eventuali cedimenti.

La verifica delle fondazione deve necessariamente tenere conto dei fattori inerenti la stabilità dell'opera; composizione geotecnica dell'area di sedime; portanza del terreno; geologia della zona direttamente interessata e quella delle zone circostanti; stato di addensamento; compressibilità del terreno; permeabilità; falda acquifera; distribuzione nel terreno delle tensioni indotte; spessore dello strato reagente; zonazione sismica; consolidazione; condizioni orografiche e geomorfologiche; stabilità del versante; assetto intrafissurale del terreno di sedime.

L'ubicazione degli inseguitori solari, riportata in tutti gli elaborati cartografici, evidenzia l'ottima disposizione degli stessi in relazione alla litologia dei terreni affioranti e alla geomorfologia delle zone interessate, infatti, essi ricadono tutte su terreni con discrete caratteristiche geotecniche e poste ad una distanza di sicurezza da scarpate di versanti che potrebbero essere interessate da fenomeni di instabilità superficiale.

Dal punto di vista sismico, i terreni del sito indagato appartengono alla categoria "B" del suolo di fondazione, inoltre, sulla base delle indagini dirette ed indirette eseguite i terreni di sedime sono composti da terreni conglomeratico-sabbiosi e sabbioso limosi che

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Perillo Quaglietta
		PAGE 61 di/of 61

presentano discrete caratteristiche geotecniche e sono terreni suscettibili da amplificazione locale.

In conclusione, dalle risultanze ottenute riportate nella presente relazione, sulla base degli elementi a disposizione derivanti dai dati fisici e meccanici ottenuti nella campagna di indagine eseguita, dai rilievi geologici e geomorfologici di superficie, considerando altresì le discrete qualità portanti del terreno, si evince che l'area in esame, da un punto di vista geologico-tecnico è idonea come terreno di fondazione e, pertanto, si formula parere positivo per la realizzazione del parco fotovoltaico in progetto.

Matera 04 novembre 2021

Il Geologo

Dott. Maurizio Giacomino