

REGIONE BASILICATA



COMUNE DI GROTTOLE

PROVINCIA DI MATERA

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO AD INSEGUIMENTO SOLARE DA 19,9584 MWp DA
REALIZZARSI IN LOCALITA' "BOLLETTIERI" NEL COMUNE DI GROTTOLE

TAVOLA: A.2

SCALA: 1:2.000

DATA: novembre 2021

Relazione Geologica

Committente: MARMARIA SOLARE 15 - 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
Bolettieri

PAGE
1 di/of 85

RELAZIONE GEOLOGICA

IMPIANTO “BOLETTIERI” GROTTOLE

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 12 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> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 2 di/of 85

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	Piano Stralcio Difesa Rischio Idrogeologico.....	5
3.	Inquadramento Geologico Regionale.....	6
3.1	GEOLOGIA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.....	9
4.	Tettonica	11
5.	Geomorfologia	13
6.	Idrogeologia ed idrologia.	14
7.	Campagna di Indagini Geognostiche	27
7.1	SISMICA A RIFRAZIONE.....	27
7.1.1	Indagini Geognostiche Indirette: Prospezioni Sismiche a Rifrazione (Onde P)	28
7.1.2	Acquisizione ed Interpretazione dei Dati	30
7.1.3	Stendimento Sismico ST01	32
7.1.4	Caratterizzazione Elasto-Meccanica dei terreni di Fondazione	35
7.1.5	Indagini Geognostiche Indirette: Prospezioni Sismiche MASW	36
7.1.6	Acquisizione ed Interpretazione dei Dati	36
7.1.7	Stendimento Sismico MASW01.....	37
7.1.8	Classificazione del Sottosuolo di Fondazione.....	39
7.2	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT.....	41
8.	Considerazioni sulla Sismicità dell'aera.....	77
8.1	MICROZONAZIONE SISMICA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.....	78
9.	Considerazioni sui terreni di fondazione del Parco Fotovoltaico in progetto	79
9.2	Parametri caratteristici	80
9.3	Parametri di progetto	81
10.	Analisi di stabilità di versante.....	83
11.	Considerazioni conclusive	84

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 3 di/of 85

1. PREMESSA

Su incarico conferitomi dalla Società Marmaria Solare 15 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 Grottole (MT), dove si intende realizzare un parco fotovoltaico di 19,9584 MWp con annesse piste, strade interne ed esterne.

L'esame delle caratteristiche sopra descritte, permette di esprimere una serie di considerazioni sui terreni di sedime interessati dalla costruzione degli aerogeneratori in modo da valutare il loro comportamento in relazione con le strutture di fondazione e alle condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni di sedime.


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 Basilicata riguardanti le Aree a Rischio Idrogeologico.

L'area di interesse del parco fotovoltaico in progetto ricade nella valle del Torrente Bilioso, ed interessa il versante sinistro della valle fino a raggiungere i depositi alluvionali recenti ed attuali dell'alveo.

L'indagine geognostica completa è consistita in rilievi geologici e geomorfologici di superficie, in indagini geognostiche in sito eseguite 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 dirette ed indirette eseguite nell'area come da indagini geognostiche sopra menzionate, quali:

- n. 6 Standard Penetration Test (SPT) con Penetrometro Medio;
- n. 1 stendimenti sismici a rifrazione con tecnica MASW;
- n. 1 stendimenti sismici a rifrazione eseguiti in Onde P e Sh;

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 4 di/of 85

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 - Carta ubicazione indagini Geognostiche Scala 1:2.000
- 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 – Profili Geologici Scala 1:2.000
- A.12.a.12 – Corografia dei Bacini Idrografici Scala 1:5.000
- A.12.a.12.1 – Sovrapposizione impianto con aree vincolate per Rischio Idrogeologico Scala 1:2.000
- A.12.a.12.2 – Carta della Microzonazione Sismica Scala 1:2.000
- A.12.a.12.3 – Carta di Sintesi Finale della Criticità e Pericolosità Geologica e Geomorf. Scala 1:2.000

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 5 di/of 85

2. PIANO STRALCIO DIFESA RISCHIO IDROGEOLOGICO.

Il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico, redatto ed adottato dall’Autorità di Bacino della Basilicata, riporta nel territorio del Comune di Grottole molte aree a Rischio Idrogeologico determinate dalla presenza di movimenti franosi lungo le sponde argillose sabbiose della valle del Fiume Basento e del Torrente Bilioso principale affluente del Fiume Bradano e per Rischio Inondazione nelle vallo dei Fiumi appena elencati.

Dall’esame della Carta del Rischio, si evince che la zone interessata dall’ubicazione degli inseguitori solari in progetto, ubicata sul versante di sinistra idrografica del Torrente Bilioso, non ricade in zone vincolate per Rischio Idrogeologico, né in aree pericolose per la presenza di movimenti franosi.

Per una immediata verifica, nell’allegato A.12.a.12.1 – “Carta sovrapposizione Impianto con aree a Rischio Idrogeologico” sono riportate le aree a Rischio Idrogeologico, perimetrare nel Piano Stralcio per la difesa dal Rischio Idrogeologico con l’ingombro dell’intero parco fotovoltaico in progetto; inoltre, nello stesso elaborato sono riportate le aree in frana o soggette ad erosione accelerata riportate nell’Inventario dei Fenomeni Franosi redatto dall’ISPRA (IFFI).

Il progetto non è interessato, nemmeno parzialmente, dell’intersezione con le precedenti elencate Aree a Rischio.



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

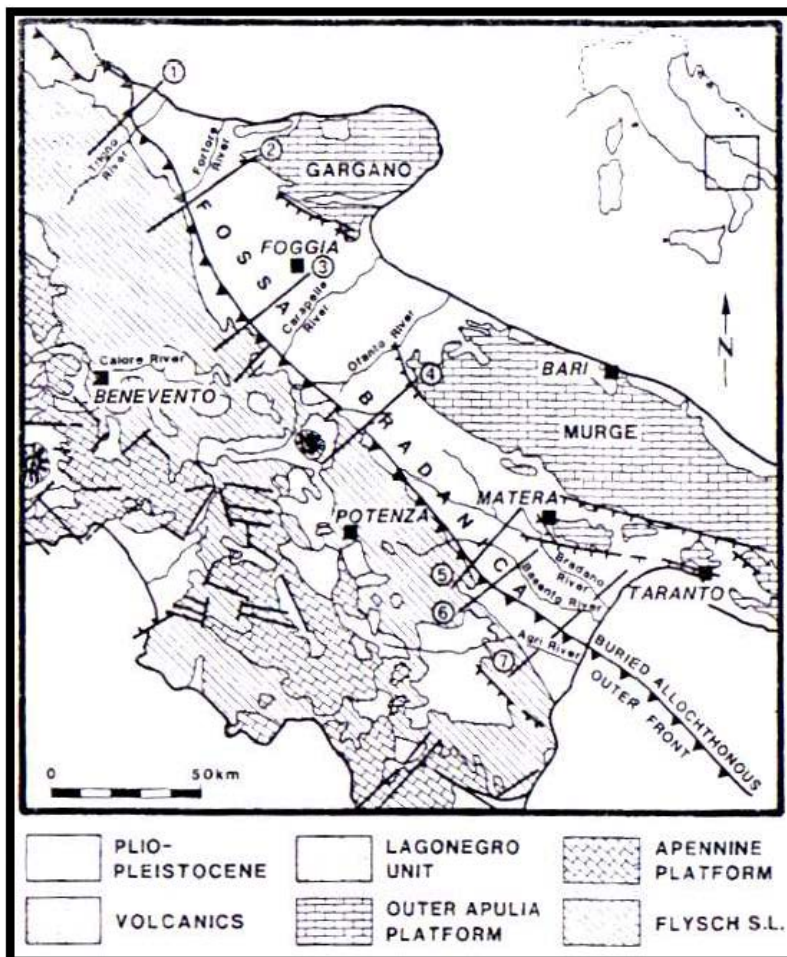
CODE
Bolettieri

PAGE
6 di/of 85

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

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 geologico 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'Avampaese rappresentata dalla regione Apulo-Garganica

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 7 di/of 85

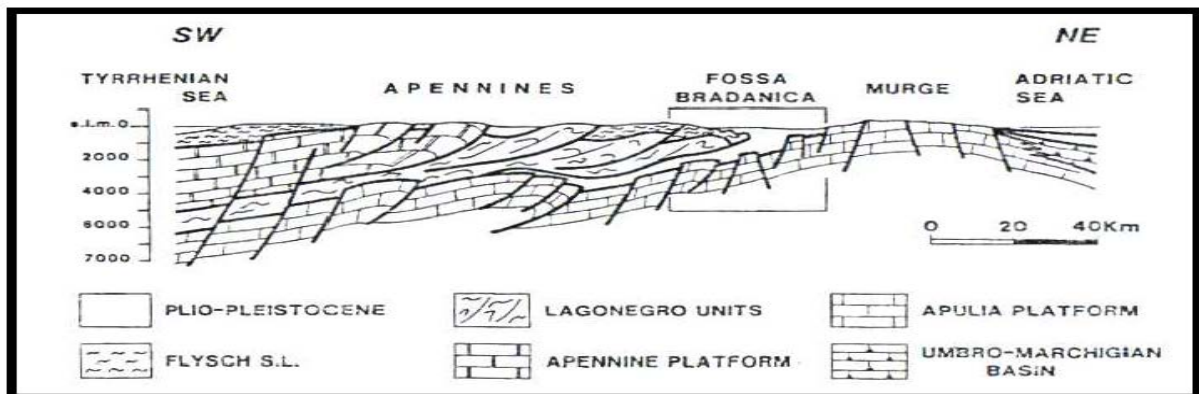


Fig. A - Unità strutturali principali del settore dell'Italia meridionale che si estende dal Tirreno all'Adriatico


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

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-paleogeneiche e di unità sinorogeniche di Avanfossa.

I terreni affioranti nelle aree racchiuse nello stralcio del Foglio n.188 "Gravina in Puglia" della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 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.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 8 di/of 85


I lati della serie di sedimentazione murgiano e appenninico differiscono solo per i termini di apertura: sul primo troviamo le Calcareniti 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.

Le Argille Subappennine costituiscono la gran parte del riempimento dell'Avanfossa 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


	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 9 di/of 85

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 7/800.000 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 1:2.000 (All. A.12.a.8), affiorano, dal basso verso l'alto in ordine stratigrafico i seguenti litotipi:

- **Argille Subappennine** (Argille di gravina o argille grigio-azzurre): Argille più o meno siltose o sabbiose di colore grigio-azzurro con fossili marini. Fanno seguito in concordanza di sedimentazione e a luoghi in eteropia di facies alle Calcareniti di Gravina sul lato murgiano e con i Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano sul lato appenninico.
- **Sabbie di Monte Marano**: Sabbia limosa debolmente argillosa di colore giallastro 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.
- 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 possiamo riferirli alla Formazione Geologica nota in letteratura come **Conglomerato d'Irsina**. Alla base della formazione conglomeratica nella zona, soprattutto ad est di Grottole, affiorano della sabbie fini quarzoso-micacee di colore bruno o rossastre con lenti conglomeratiche (Sabbie della Staturò)
- **Depositi continentali** presenti nell'ampia valle del Torrente Bilioso e lungo le sponde della stessa sono composti da: depositi fluvio-lacustri, e depositi fluviali terrazzati:

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 10 di/of 85

- 1) I depositi fluviali terrazzati sono depositi sabbioso ghiaiosi a matrice limoso-sabbiosa distinti in n. 3 ordini, quali: terrazzi di quota bassa, quota media e quota alta:
- 2) Depositi alluvionali recenti ed attuali composti da sabbie e ciottoli incisi dagli alvei attuali.

Le Sabbie di Monte Marano e i conglomerati d'Irsina non affiorano nelle vicinanze dell'area di stretto interesse, poiché essi occupano la parte alta delle colline dell'Avanfossa Bradanica, mentre, nella parte medio bassa dei versanti, come nel caso in esame, affiorano esclusivamente le Argille Subappennine sovrapposte parzialmente, a varia altezza dai Depositi Terrazzati del Torrente Bilioso, tanto che nella zona di stretto interesse e nelle sue immediate vicinanze, affiorano i Depositi Terrazzati di quota Bassa e quelli di quota media.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 11 di/of 85

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 deposto nel Pleistocene inferiore (assenza in esso dei prodotti vulcanici del Vulture, datati 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 della Fossa 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, a causa della spinta dell’appennino sopra l’avanpaese Apulo, 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 di un lago (Lago di “Venosa-Matinelle”), poi prosciugatosi per cattura da parte del Torrente Olivento.

I Fiumi mediani come il Bradano e il Basento, sempre interessanti dalla spinta del fronte appenninico, hanno cambiato il loro corso e hanno catturato vari torrenti del lato murgiano, provocando la creazione di ampie valli che in corrispondenza dei terreni argilloso, sabbiosi e conglomeratici della Fossa Bradanica assumono un fondo molto ampio e di forma piatta.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 maurizogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 12 di/of 85

Anche le valli intermedie tra i Fiumi principali (Torrente Bilioso) assumono caratteristiche simili, tanto da ritrovare in loro la deposizione dei Depositi terrazzati fluviali alle varie quote come nelle valli principali.


	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 13 di/of 85

5. GEOMORFOLOGIA

L'area oggetto di studio comprende la parte in sinistra idrografica a della valle del torrente Bilioso all'altezza di località "Bolettieri" nel territorio del Comune di Grottole, dove la valle presenta un fondo piatto, ampio dove sui versanti affiorano terreni argilloso-limosi sovrapposti da lembi isolati di terreni sabbioso ciottolosi dei depositi terrazzati fluviali di quota basso o media.

La parte centrale del parco fotovoltaico in progetto sarà ubicato sul Deposito terrazzato fluviale di quota media, lembo isolato di un deposito continuo disposto lungo il versante di sinistra orografica, mentre sia la parte alta del parco che quella bassa sarà ubicata sulle argille grigio-azzurre fino a raggiungere i depositi alluvionali attuali e recenti della valle del Torrente Bilioso.

Come evidenziato nell'elaborato A.12.a.9 "Carta Geomorfologica" nell'area di sedime del parco fotovoltaico in progetto non sono presenti strutture morfologiche particolari o strutture geomorfologiche di interesse specifiche che possono destare preoccupazione per la stabilità dell'area.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 14 di/of 85

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 in progetto le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali non permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica e non favoriscono una circolazione di acqua nel sottosuolo non consentendo in tal modo l'accumulo di acqua di falda.

Solo nei lembi granulari dei depositi terrazzati fluviali, per la porosità stessa dei terreni, vi può essere piccoli accumuli di acqua di falda, creando delle piccole falde sospese trattenute alla base dalle argille subappennine.

Dai rilievi di superficie e dai dati di bibliografia è emerso che la falda acquifera non è presente nell'area di stretto interesse, dunque, tranne nella porzione del deposito terrazzato fluviale, non ha interazione con le strutture di fondazione degli inseguitori solari.

Nell'elaborato A.12.a.10 – Carta Idrogeologica sono evidenziati i terreni a vario grado di permeabilità,

L'idrologia superficiale dell'area di stretto interesse è rappresentata da fossi poco profondi che scendendo dalle collinette piatte circostanti, incidono circa perpendicolarmente la valle fino a raggiungere la valle del Torrente Bilioso. Il reticolo Idrografico, come nell'intera Avanfossa Bradanica assume un carattere dentritico, creando fossi che si aprono a ventaglio in testa, cioè nella parte alta dei versanti e linee di erosione profonde nella parte medio bassa degli stessi dove affiorano terreni argillosi.

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

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 15 di/of 85

Innovazione in Agricoltura) nel quale mensilmente si riportano i dati della piovosità raccolti nell'arco di tempo trascorso tra il 1971 e 2001.

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.


	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 16 di/of 85

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	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 17 di/of 85



Figura 1: Ubicazione delle stazioni pluviometriche.



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

CODE
Bolettieri

PAGE
18 di/of 85

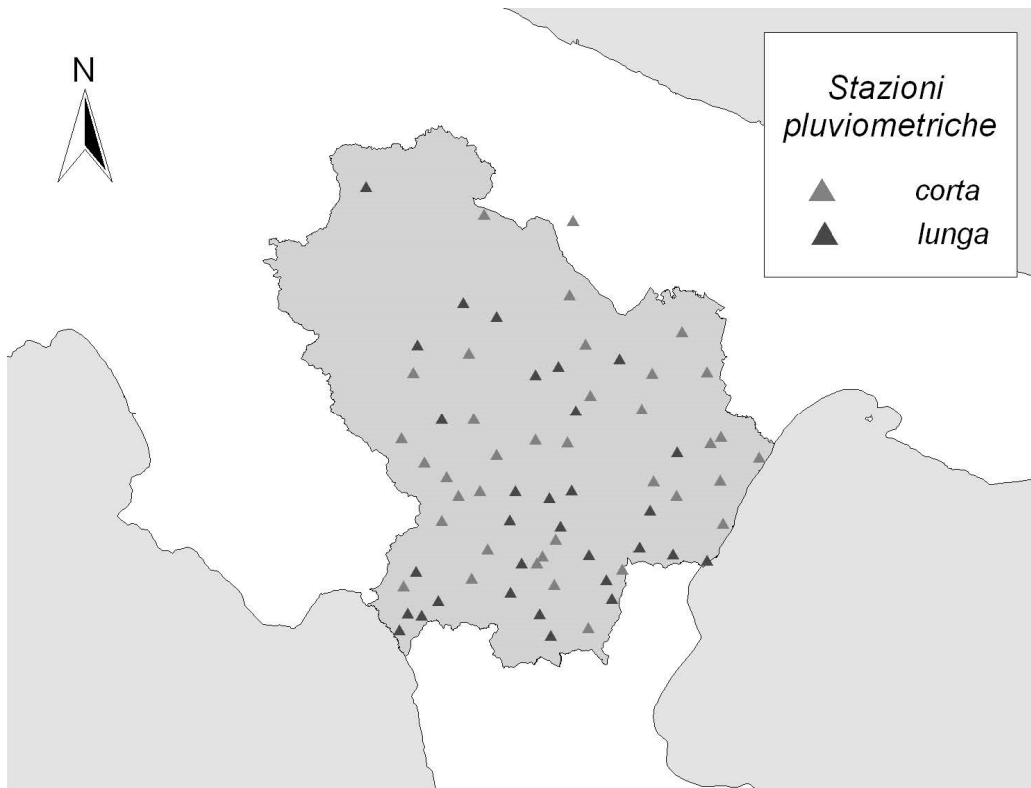


Figura 3: Ubicazione delle stazioni pluviometriche con serie storiche “lunghe” e “corte”.

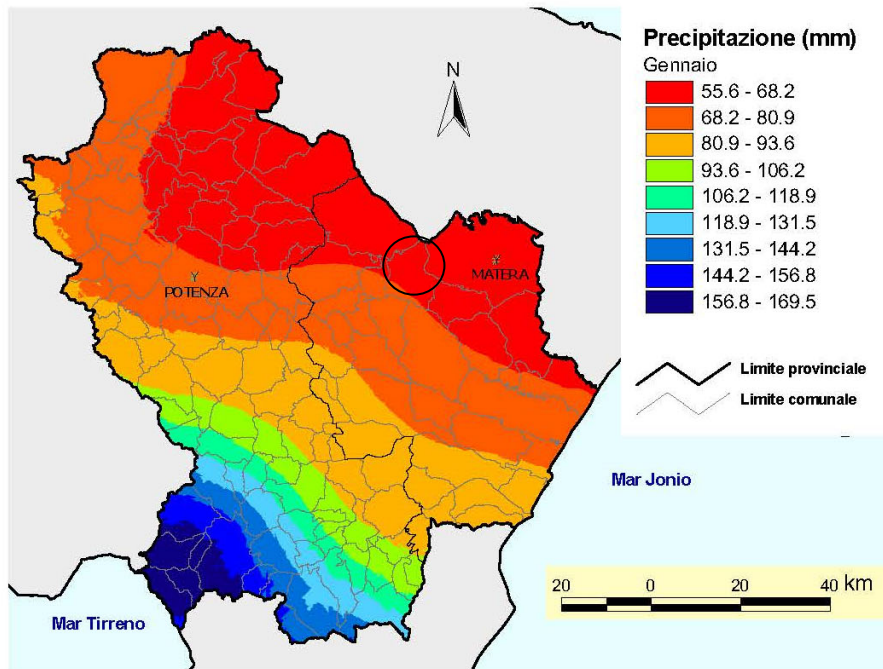


Figura 5: Mappa spaziale delle precipitazioni di gennaio ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

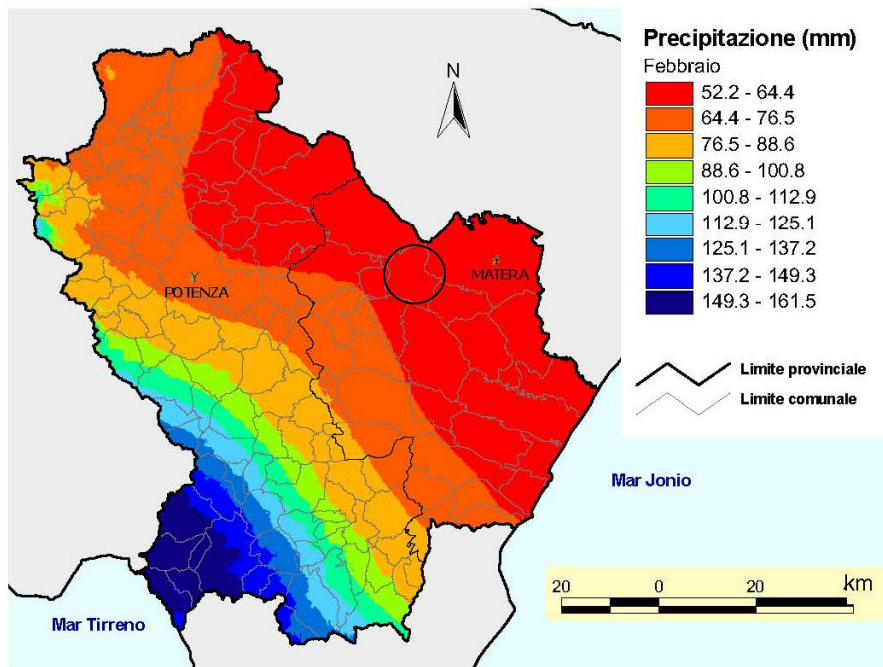


Figura 6: Mappa spaziale delle precipitazioni di febbraio ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.



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

CODE
Bolettieri

PAGE
20 di/of 85

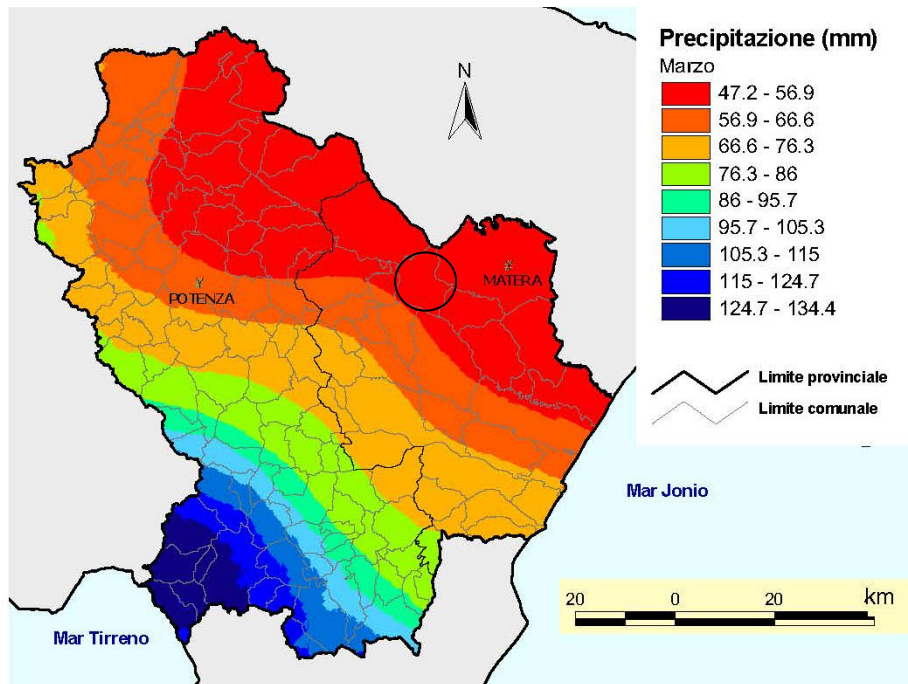


Figura 7: Mappa spaziale delle precipitazioni di marzo ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

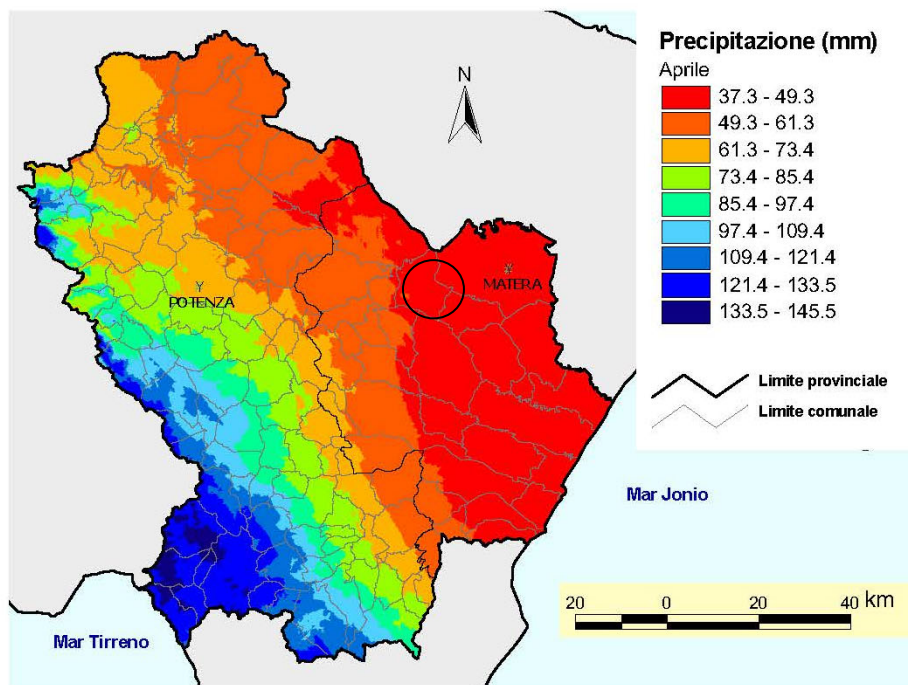


Figura 8: Mappa spaziale delle precipitazioni di aprile ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.



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

CODE
Bolettieri

PAGE
21 di/of 85

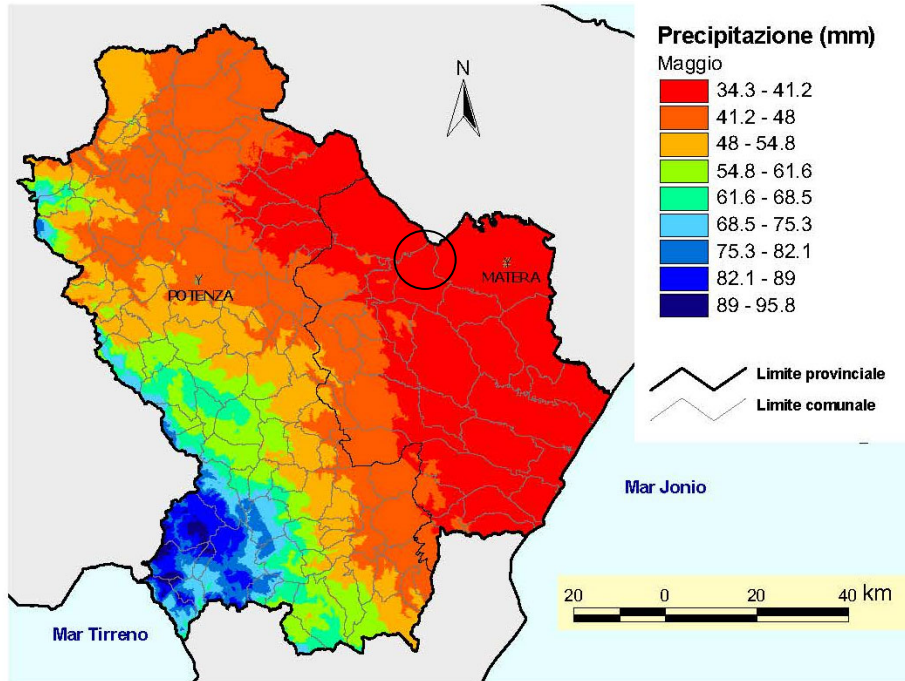


Figura 9: Mappa spaziale delle precipitazioni di maggio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

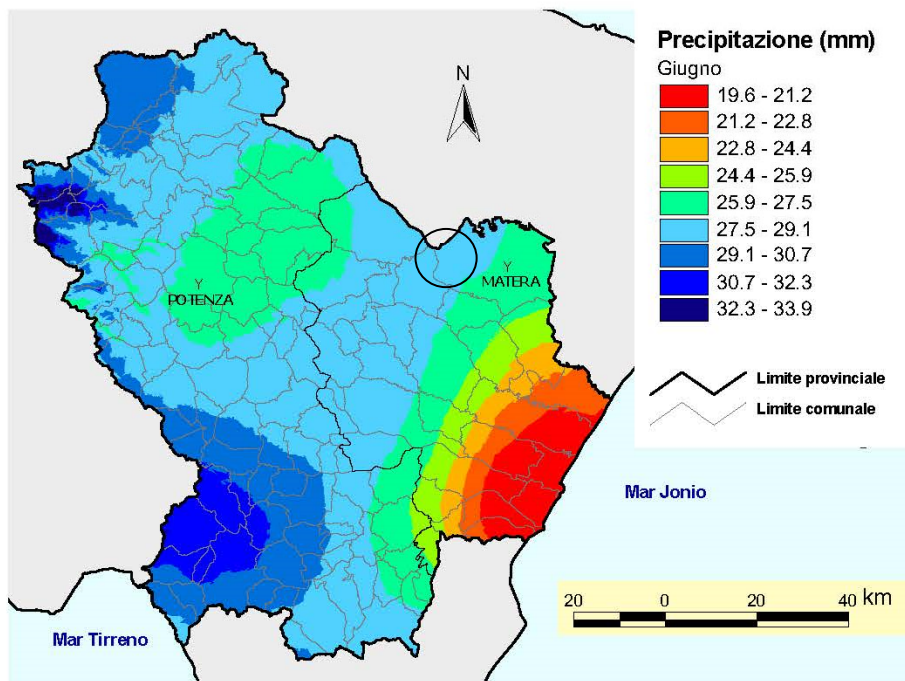


Figura 10: Mappa spaziale delle precipitazioni di giugno ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.



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

CODE
Bolettieri

PAGE
22 di/of 85

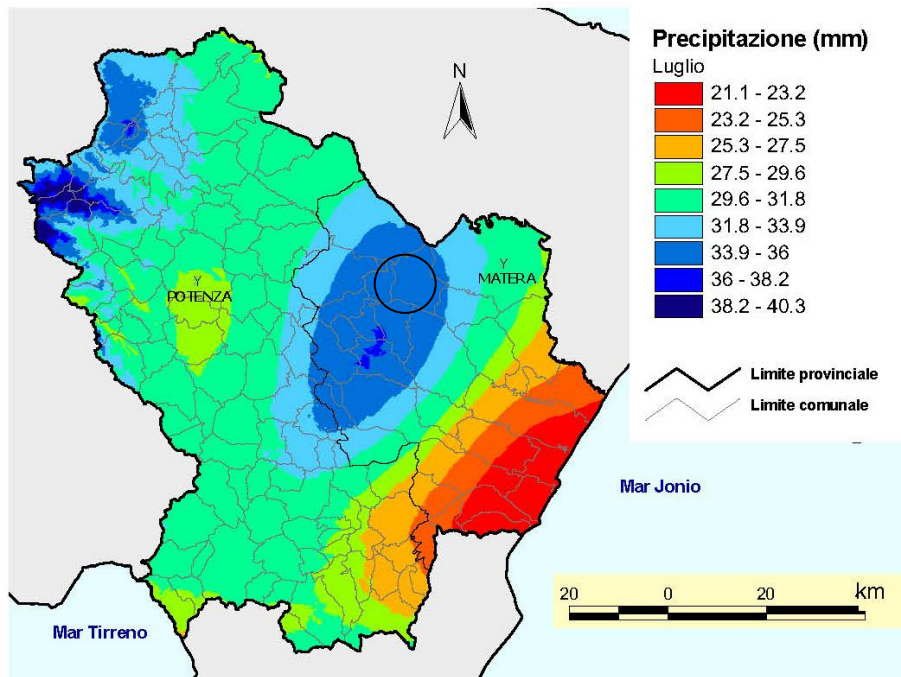


Figura 11: Mappa spaziale delle precipitazioni di luglio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

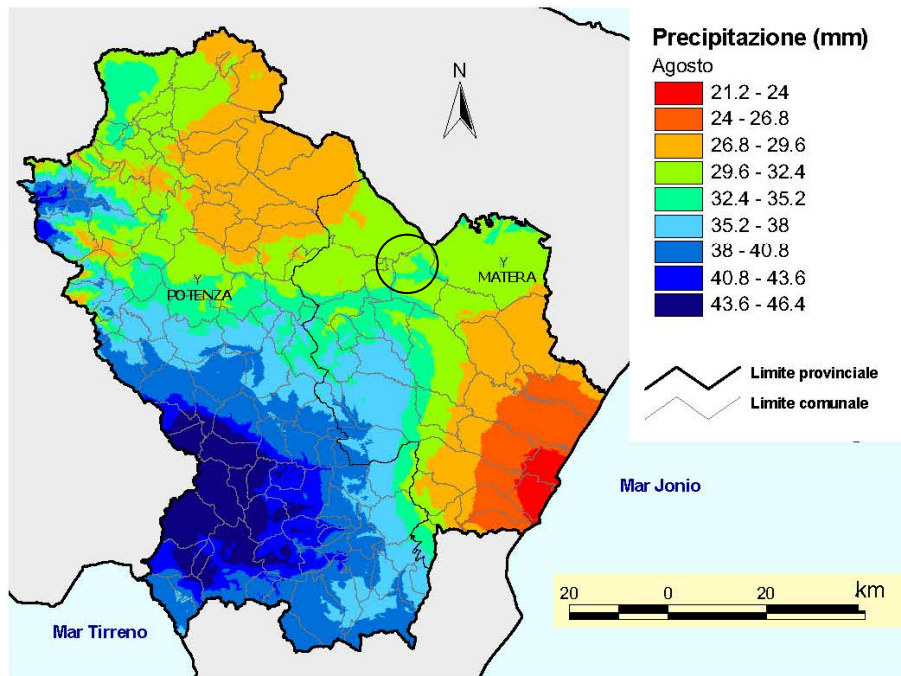



Figura 12: Mappa spaziale delle precipitazioni di agosto ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 23 di/of 85

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 24 di/of 85

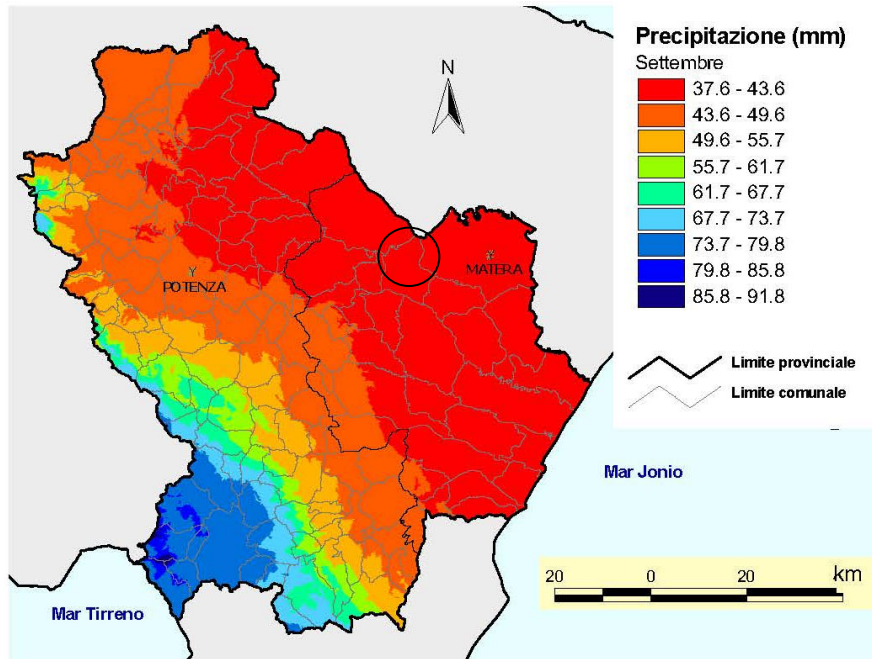


Figura 13: Mappa spaziale delle precipitazioni di settembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

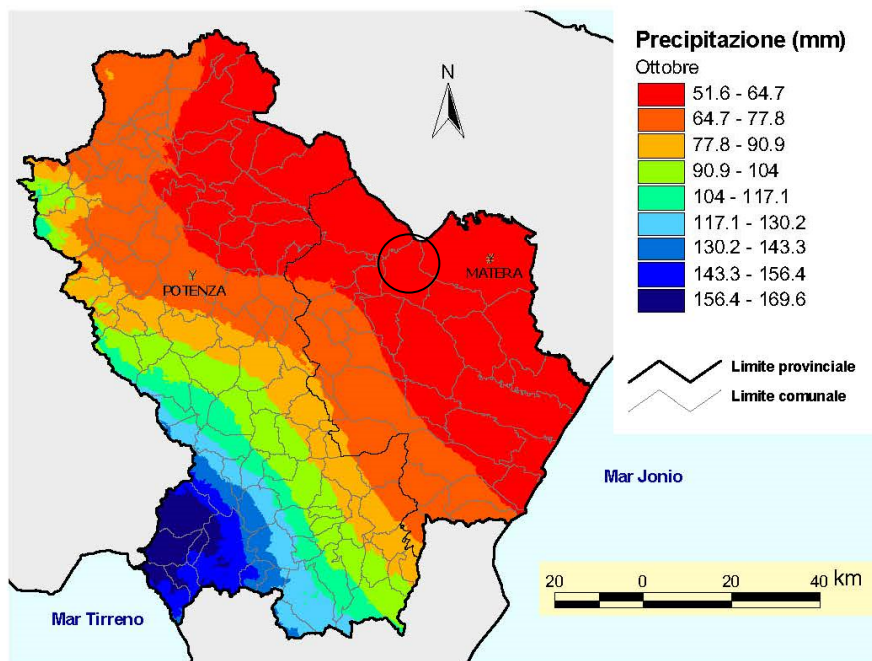


Figura 14: Mappa spaziale delle precipitazioni di ottobre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.



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

CODE
Bolettieri

PAGE
25 di/of 85



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

CODE
Bolettieri

PAGE
26 di/of 85

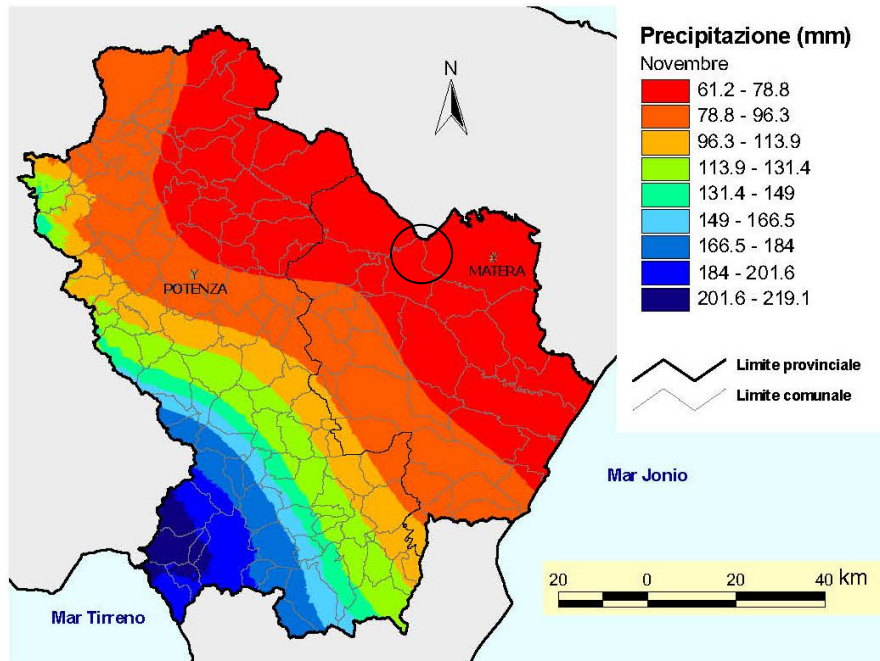


Figura 15: Mappa spaziale delle precipitazioni di novembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

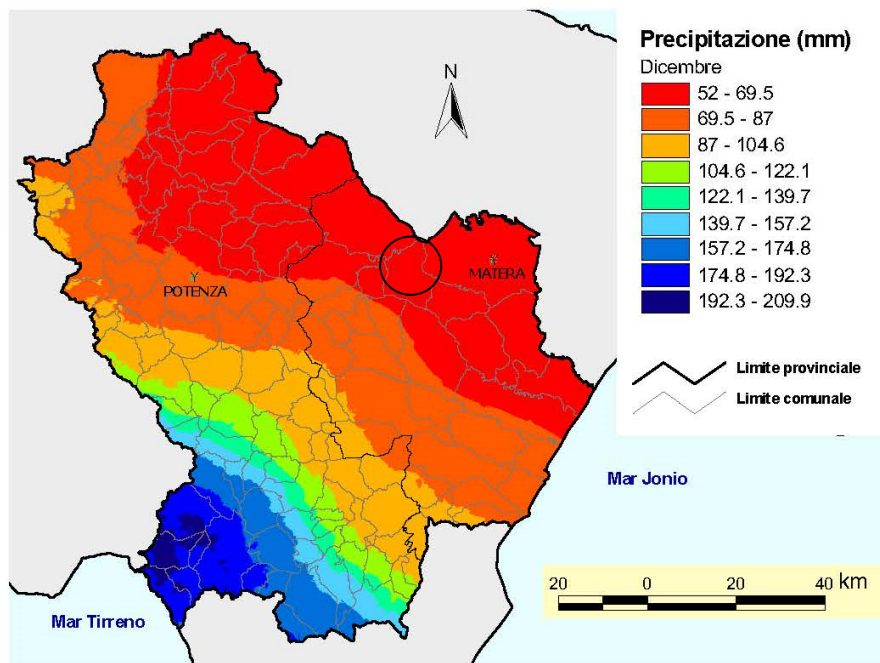



Figura 16: Mappa spaziale delle precipitazioni di dicembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 27 di/of 85

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 l'area di sedime dei pannelli solari in progetto.

L'allegato A.12.a.7 "Planimetria Ubicazione Indagini Geognostiche" riporta in scala 1:2.000 l'intero progetto del Parco Fotovoltaico dove sono indicate l'ubicazione di tutte le indagini eseguite.

Di seguito si riportano la descrizione delle indagini eseguite con tutti gli elaborati grafici e descrittivi, consistite in:

- n. 6 Standard Penetration Test (SPT) con Penetrometro Medio;
- n. 1 stendimenti sismici a rifrazione eseguiti con tecnica MASW ubicati.
- n. 1 stendimenti sismici a rifrazione eseguiti in Onde P e Sh e;

7.1 SISMICA A RIFRAZIONE

L'indagine sismica eseguita nei terreni di sedime del parco fotovoltaico in progetto ubicato a nord dell'abitato del Comune di Grottole e precisamente sul versante di sinistra idrografica della Valle del Torrente Bilioso è consistita in:

- n. 1 Prospezioni Sismiche a Rifrazione in onde P per la ricostruzione del modello sismostratigrafico e la determinazione delle principali grandezze elasto-meccaniche dei terreni investigati;
- n. 1 Prospezioni Sismiche MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) in onde di Rayleigh per la caratterizzazione sismica e la definizione della categoria di sottosuolo come da normativa in materia antisismica vigente.

Il presente studio, volto a definire le caratteristiche litologico-stratigrafiche e sismiche del sito, è stato condotto in osservanza della normativa tecnica vigente in materia e in particolare: DM 17

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 28 di/of 85

Gennaio 2018 (Aggiornamento delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”), Circolare 21 Gennaio 2019 n° 7 (Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”), Circolare 2 Febbraio 2009 n° 617, prescrizioni AGI 1997, OPCM 3274/03 e successive modifiche (DGR 153/04, OPCM 3519/06) nonché tenendo in debito conto le “Linee Guida per Indagini Geofisiche” redatte a cura dell’Associazione Società di Geofisica Italiana.

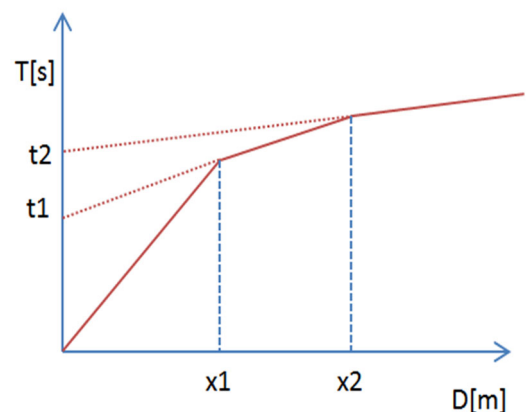
Per la ricostruzione del modello geologico-stratigrafico del sito e la parametrizzazione geomeccanica del volume significativo di terreno relativo all’intervento si è fatto riferimento alle informazioni fornite dall’esecuzione n° 2 prospezioni sismiche a rifrazione in onde P e n° 2 prospezioni sismiche MASW le cui posizioni sono riportate in allegato alla Tavola A.12.a.7 “Carta Ubicazione Indagini Geognostiche”. Le prove sono state realizzate nell’area di impianto dei pannelli fotovoltaici in progetto e, in accordo con la committenza, in maniera tale da investigare il terreno di sedime cercando un giusto compromesso tra la profondità massima di investigazione e gli spazi fisici a disposizione.

7.1.1 Indagini Geognostiche Indirette: Prospezioni Sismiche a Rifrazione (Onde P)

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 e 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.

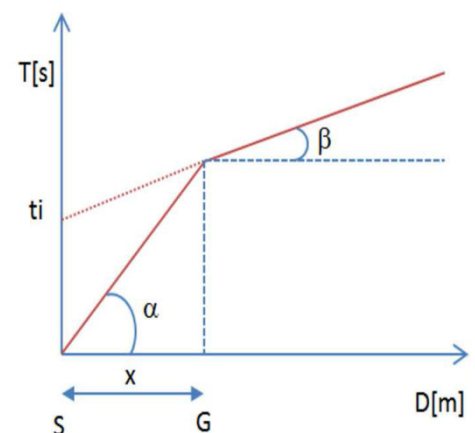
Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d’onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d’onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L’analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell. Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico



	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 29 di/of 85

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 o, 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: $v_2 \sin \vartheta_i = v_1 \sin \vartheta_r$. 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 $\vartheta_i > \vartheta_r$ 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 $\vartheta_i < \vartheta_r$ ed esiste un angolo limite d'incidenza per cui $\vartheta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'angolo limite è definito come: $\vartheta_i \arcsin (v_1 / v_2)$.

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

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 30 di/of 85

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 t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

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

7.1.2 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;
- 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 e ST04, 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


	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 31 di/of 85

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 sismo-stratigrafico.

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:

- 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;
- 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 $h < 0,25 * z$;
- 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;

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 32 di/of 85

- 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	Calcere 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
Calcere fratturato	700-4200	Gesso	1800-4000
Calcere 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)

7.1.3 Stendimento Sismico ST01

Lo stendimento è stato realizzato su di un'area destinata a seminativo agricolo, senza variazione altimetriche significative, per una estensione totale della linea sismica pari a 44 mt. Per l'interpretazione litostratigrafica dell'indagine di sismica a rifrazione si faccia riferimento alle “Sezioni Stratigrafiche Interpretative-Onde P” allegata di seguito.

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismo-struttura 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:

1. **Sismostrato A:** terreno vegetale e deposito di natura sabbioso-ciottolosa debolmente limosa, poco consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 455 m/sec per una profondità media di circa -2,60 mt da pc;

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 33 di/of 85


2. **Sismostrato B:** deposito di natura sabbiosa limo-ciottolosa, moderatamente consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 880 m/sec per una profondità media di circa -11,50 mt da pc;
3. **Sismostrato C:** deposito di natura limoso-argillosa, ben consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 1693 m/sec sino a fine indagine (\approx -14 mt da pc).



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

CODE
Bolettieri

PAGE
34 di/of 85

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 35 di/of 85

7.1.4 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. 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. Rzhovsky et alii, 1971, $E_d = 8,3 \cdot E_{stat} + 0,97$) 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.

Stendimento ST01

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	\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÷2,60)	455	185	1,63	0,40	156	56	263	226
B (2,60÷11,50)	880	374	1,85	0,38	719	259	1088	915
C (11,50÷14,00≈)	1693	411	2,09	0,46	1037	353	5520	5284

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	R (tonn/m ² s)	E_d (MPa)
A (0,00÷2,60)	301	373
B (2,60÷11,50)	691	1395
C (11,50÷14,00≈)	858	5163

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

Con:

\bar{V}_p = velocità media onde di compressione;

\bar{V}_s = velocità media onde di taglio;

γ = Peso unità di volume naturale;

μ = coefficiente di Poisson;

E_y = modulo di Young;

G_0 = modulo di taglio.

M_0 = modulo di compressibilità volumetrica;

E_d = modulo edometrico;

λ = coefficiente di Lamé;

R= rigidità sismica;

E_d = modulo edometrico;

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 36 di/of 85

7.1.5 Indagini Geognostiche Indirette: Prospezioni Sismiche MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio VS, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del terreno. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono di tipo dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse frequenze si propagano con diverse velocità di fase (o di gruppo) apparente (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) ovvero la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile alla specificità che le onde ad alta frequenza hanno di propagarsi negli strati più superficiali, fornendo quindi informazioni sulla parte più alta del terreno, mentre le onde a bassa frequenza, propagandosi negli strati più profondi, restituiscono indicazioni sulla parte più bassa del terreno. Il metodo MASW è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del terreno (energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da un array lineare di geofoni. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5÷10 Hz e 70÷100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del terreno, generalmente compreso nei primi 30÷50 mt, in funzione della rigidità del terreno e della caratteristica della sorgente.

7.1.6 Acquisizione ed Interpretazione dei Dati

Per il caso in esame, è stato utilizzato un sismografo a 24 canali, della ditta PASI Srl modello GEA24 con acquisizione computerizzata dei dati e una sorgente ad impatto verticale per la generazione di onde Rayleigh rilevate da 12 geofoni aventi frequenza pari a 4,5 Hz con una spaziatura di 4 mt per tutti gli stendimenti, denominati di seguito rispettivamente MASW01, MASW02, MASW03 e MASW04, considerando le stesse linee utilizzate per le acquisizioni delle indagini di sismica a rifrazione. Sono stati effettuati, per ogni singola indagine, n. 4 battute per l'acquisizione dei sismogrammi utilizzando degli

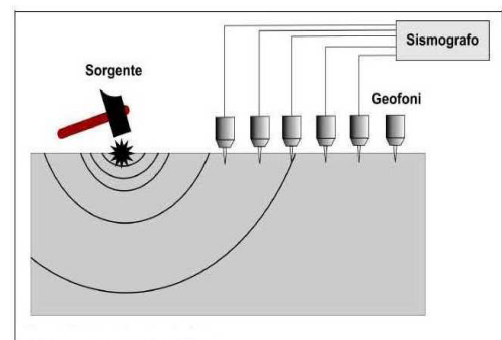


Figura 2-Schema realizzativo indagine MASW (Onde di

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 37 di/of 85

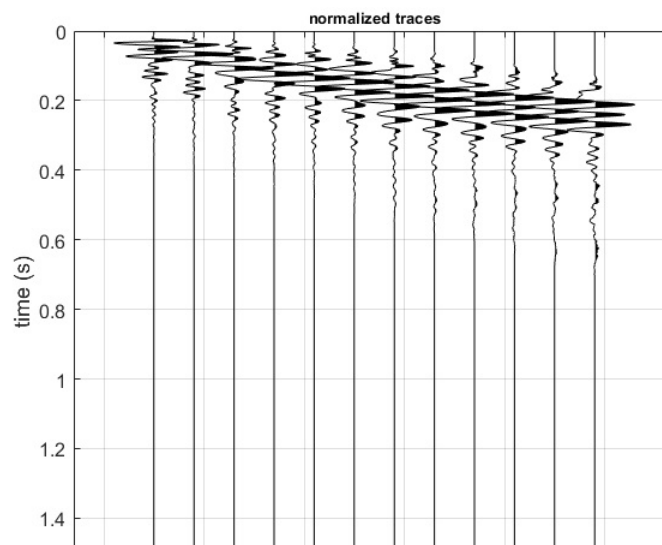
offset minimi rispettivamente a -5 mt e -10 mt dal 1° geofono e +5 mt e +10 mt dal 12° geofono. L'intervallo di campionamento è stato pari a 1 ms (millisecondo) con un tempo di registrazione di 2 secondi. Lo schema organizzativo della prova è riportata in Figura 2, mentre per l'ubicazione dei profili sismici si faccia riferimento in allegato alla Tavola A. 1 "Ubicazione Indagini in Situ". La procedura adottata per ricostruire la distribuzione delle onde di taglio nel terreno (VS) può essere così descritta:

1. Acquisizione dei sismogrammi contenenti le onde di superficie (onde di Rayleigh con componente verticale) per un intervallo di tempo sufficiente e un'adeguata frequenza di campionamento;
2. Processing dei sismogrammi acquisiti individuando le onde di superficie utili alla costruzione dello spettro di velocità ed individuazione delle curve di dispersione;
3. Inversione dei dati usando un modello di terreno che permetta di ricavare un profilo monodimensionale della velocità delle onde S ed ulteriori parametri in funzione della profondità compatibile con il contesto geologico in esame. Tale inversione avviene attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici che rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global search methods o soft computing).

Per il trattamento e l'analisi dei dati acquisiti in situ si è utilizzato il software "WinMASW 3C" release 7.1 della Eliosoft Srl.

7.1.7 Stendimento Sismico MASW01

Considerando le n. 4 acquisizioni realizzate per la prova, si è scelto di trattare quella che presentava un rapporto segnale/rumore superiore, di conseguenza, 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 12° geofono (Figura 3) per il quale è stato desunto il relativo spettro di velocità (Figura 4).



	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
	mauriziogiacomino@gmail.com	PAGE 38 di/of 85

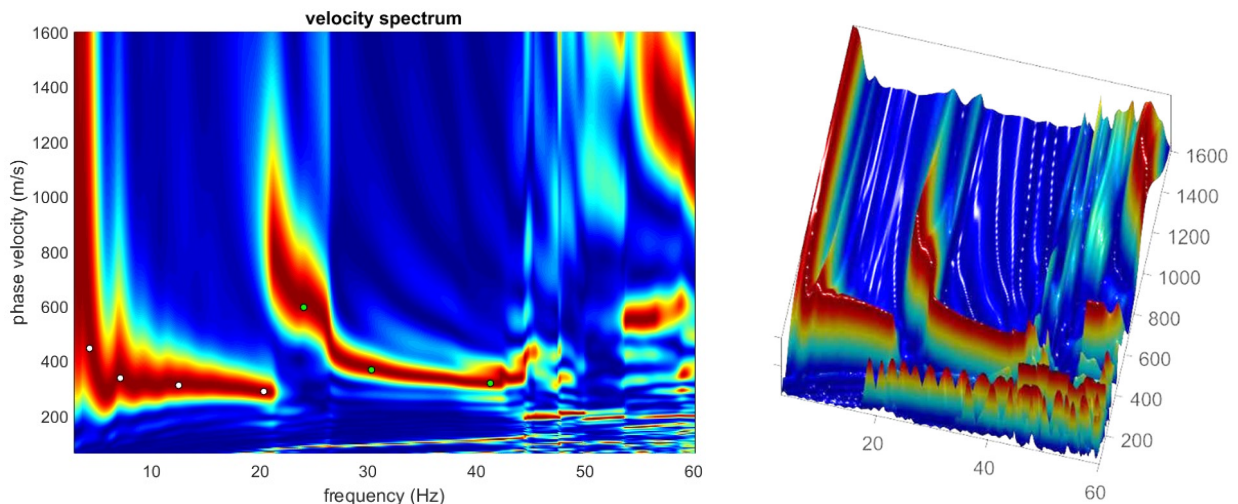
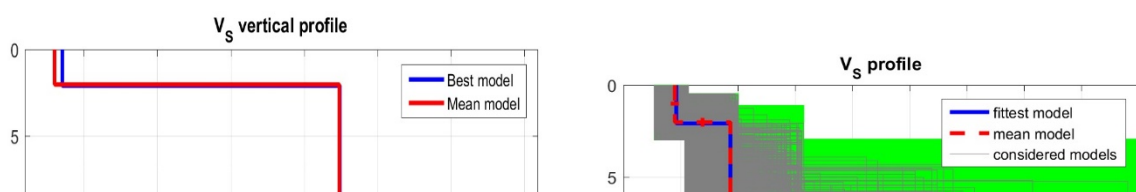



Figura 4-Spettro di velocità (visualizzazione 2D e 3D). In evidenza l'andamento del modo fondamentale (pallini bianchi) e del primo modo superiore (pallini verdi)

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 VS 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 "misft evolution" (disaccordo) e cioè la quantificazione di quanto si discosti un modello testato rispetto al dato osservato, Figura 8.



	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 39 di/of 85

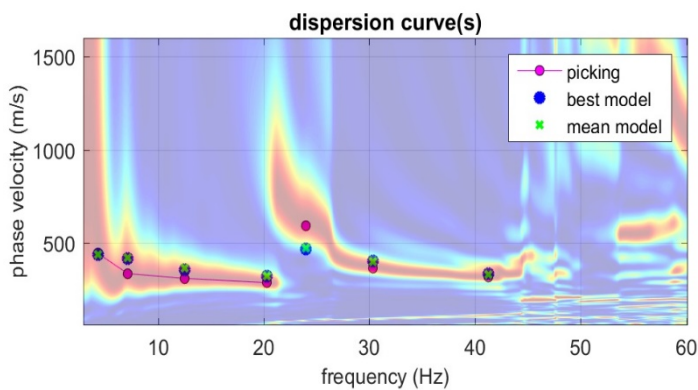


Figura 7-Curva di dispersione osservata (picking pallini fucsia) e curve di dispersione relative “best model” (pallini blu) e “mean model” (croci verdi)

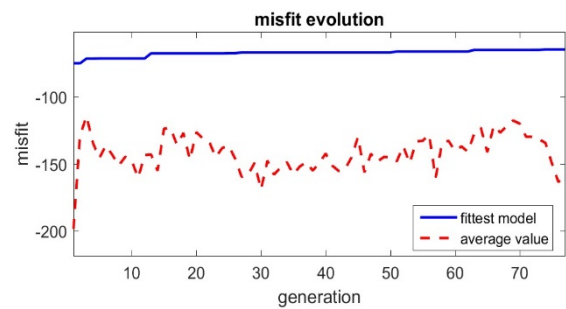



Figura 8-Evoluzione del misfit (disaccordo) al progredire dei modelli testati durante il processo di inversione

7.1.8 Classificazione del Sottosuolo di Fondazione

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
--------------------	---

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 40 di/of 85

	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 $V_{s, eq}$ calcolato pari a 357 m/sec, colloca i litotipi presenti nella **Categoria di sottosuolo 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.

Nei primo 30 mt. Di profondità non è stato intercettato il bedrock sismico.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 41 di/of 85

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°	

La prova Penetrometrica Dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) 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 α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- 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)

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 42 di/of 85

- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:


Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante	DPSH	$M \geq 60$	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 ($\square = 60-90^\circ$), 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 $M = 20$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\square = 10$ cm, punta conica ($\square = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto”;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE) “massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $\square = 30$ 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 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}

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 43 di/of 85

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

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

R_{pd} = 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

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 44 di/of 85

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 resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni - Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

- ❖ **Media:** Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Media minima:** Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Massimo:** Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Minimo:** Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Scarto quadratico medio:** Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Media deviata:** Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Media + s:** Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Media - s:** Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 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)

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 45 di/of 85

- 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. ottimali 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.
- 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) $\sigma > 15$ 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 $\bar{\sigma}$ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 46 di/of 85

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)

- 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 Nspt <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-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per argille e limi argillosi con Nc=20 e Qc/Nspt=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 Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (Nspt <30) medie e molli (Nspt <4) e argille sabbiose (Nspt=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 (Nspt=0) a 0,545 (Nspt=28)

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
	mauriziogiacomino@gmail.com	PAGE 47 di/of 85

PROVA ...Pen1

Strumento utilizzato: DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data 10/11/2021

Profondità prova: 7,30 mt

Falda non rilevata

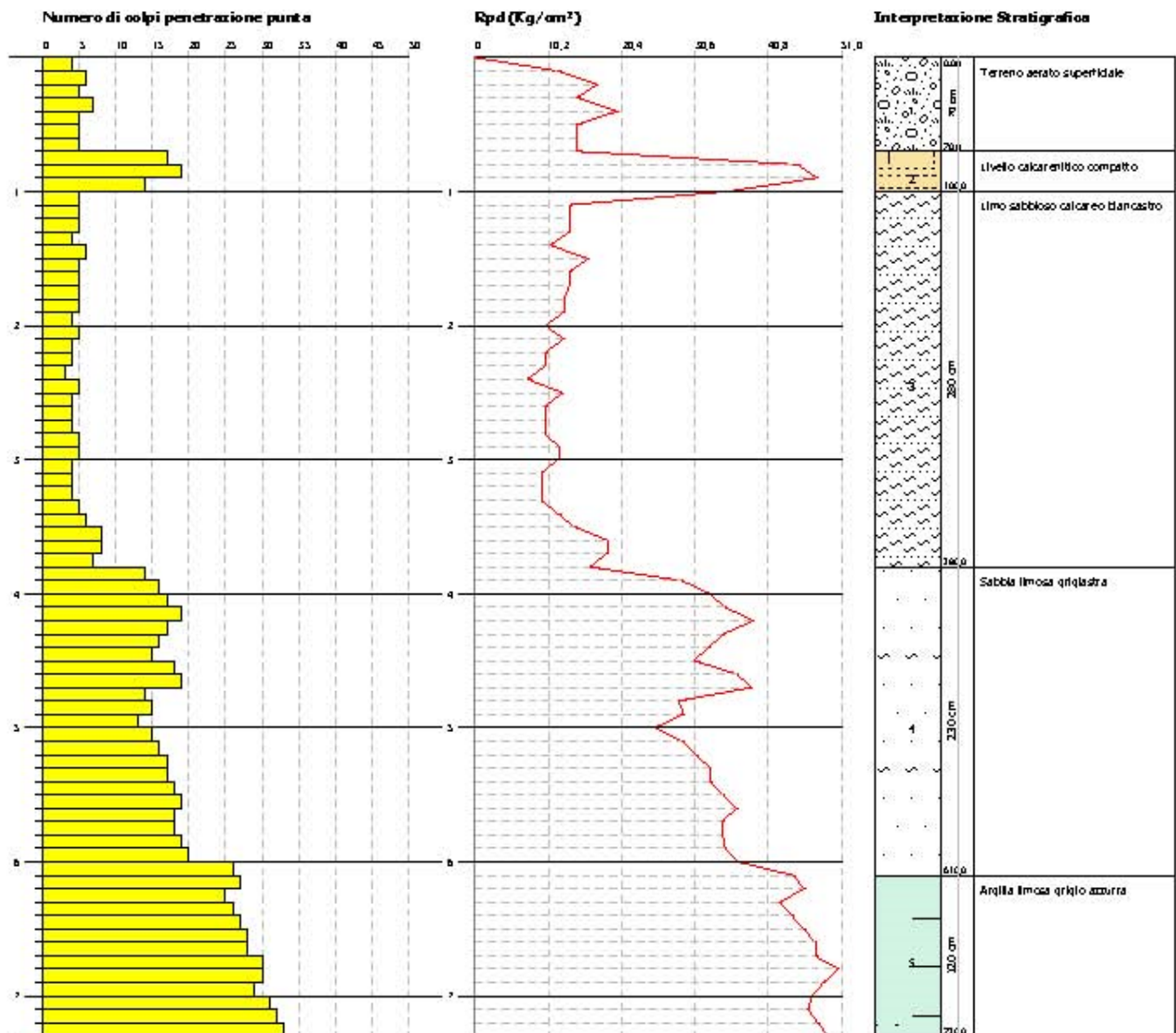
Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	4	0	0,857	11,44	13,36	0,57	0,67
0,20	6	0	0,855	17,12	20,04	0,86	1,00
0,30	5	0	0,853	14,24	16,70	0,71	0,83
0,40	7	0	0,851	19,89	23,38	0,99	1,17
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	5	0	0,845	14,11	16,70	0,71	0,83
0,80	17	0	0,793	45,04	56,77	2,25	2,84
0,90	19	0	0,792	47,66	60,21	2,38	3,01
1,00	14	0	0,790	35,04	44,37	1,75	2,22
1,10	5	0	0,838	13,28	15,85	0,66	0,79
1,20	5	0	0,836	13,25	15,85	0,66	0,79
1,30	5	0	0,835	13,22	15,85	0,66	0,79
1,40	4	0	0,833	10,56	12,68	0,53	0,63
1,50	6	0	0,831	15,80	19,01	0,79	0,95
1,60	5	0	0,830	13,14	15,85	0,66	0,79
1,70	5	0	0,828	13,12	15,85	0,66	0,79
1,80	5	0	0,826	13,09	15,85	0,65	0,79
1,90	5	0	0,825	12,43	15,08	0,62	0,75
2,00	4	0	0,823	9,93	12,06	0,50	0,60
2,10	5	0	0,822	12,39	15,08	0,62	0,75
2,20	4	0	0,820	9,89	12,06	0,49	0,60
2,30	4	0	0,819	9,87	12,06	0,49	0,60
2,40	3	0	0,817	7,39	9,05	0,37	0,45
2,50	5	0	0,816	12,30	15,08	0,61	0,75
2,60	4	0	0,814	9,82	12,06	0,49	0,60
2,70	4	0	0,813	9,80	12,06	0,49	0,60
2,80	4	0	0,811	9,79	12,06	0,49	0,60
2,90	5	0	0,810	11,65	14,38	0,58	0,72
3,00	5	0	0,809	11,63	14,38	0,58	0,72
3,10	4	0	0,807	9,29	11,50	0,46	0,58
3,20	4	0	0,806	9,27	11,50	0,46	0,58
3,30	4	0	0,805	9,26	11,50	0,46	0,58
3,40	5	0	0,803	11,55	14,38	0,58	0,72
3,50	6	0	0,802	13,84	17,25	0,69	0,86
3,60	8	0	0,801	18,42	23,00	0,92	1,15
3,70	8	0	0,800	18,39	23,00	0,92	1,15
3,80	7	0	0,798	16,07	20,13	0,80	1,01
3,90	14	0	0,747	28,75	38,47	1,44	1,92
4,00	16	0	0,746	32,80	43,97	1,64	2,20
4,10	17	0	0,745	34,80	46,72	1,74	2,34
4,20	19	0	0,744	38,83	52,21	1,94	2,61
4,30	17	0	0,743	34,69	46,72	1,73	2,34
4,40	16	0	0,741	32,60	43,97	1,63	2,20
4,50	15	0	0,740	30,52	41,22	1,53	2,06
4,60	18	0	0,739	36,57	49,47	1,83	2,47
4,70	19	0	0,738	38,54	52,21	1,93	2,61
4,80	14	0	0,737	28,36	38,47	1,42	1,92
4,90	15	0	0,736	29,05	39,47	1,45	1,97
5,00	13	0	0,735	25,15	34,21	1,26	1,71
5,10	15	0	0,734	28,97	39,47	1,45	1,97
5,20	16	0	0,733	30,86	42,11	1,54	2,11
5,30	17	0	0,732	32,75	44,74	1,64	2,24
5,40	17	0	0,731	32,70	44,74	1,64	2,24
5,50	18	0	0,730	34,58	47,37	1,73	2,37
5,60	19	0	0,729	36,46	50,00	1,82	2,50
5,70	18	0	0,728	34,49	47,37	1,72	2,37
5,80	18	0	0,727	34,45	47,37	1,72	2,37
5,90	19	0	0,726	34,84	47,97	1,74	2,40



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

CODE
Bolettieri
PAGE
48 di/of 85

6,00	20	0	0,725	36,63	50,49	1,83	2,52
6,10	26	0	0,675	44,28	65,64	2,21	3,28
6,20	27	0	0,674	45,92	68,16	2,30	3,41
6,30	25	0	0,673	42,47	63,11	2,12	3,16
6,40	26	0	0,672	44,11	65,64	2,21	3,28
6,50	27	0	0,671	45,75	68,16	2,29	3,41
6,60	28	0	0,670	47,39	70,69	2,37	3,53
6,70	28	0	0,670	47,33	70,69	2,37	3,53
6,80	30	0	0,669	50,65	75,74	2,53	3,79
6,90	30	0	0,668	48,61	72,78	2,43	3,64
7,00	29	0	0,667	46,94	70,35	2,35	3,52
7,10	31	0	0,616	46,35	75,20	2,32	3,76
7,20	32	0	0,616	47,79	77,63	2,39	3,88
7,30	33	0	0,615	49,22	80,05	2,46	4,00



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen1 - TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1				

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 49 di/of 85

Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	21,94	7,30	Terzaghi-Peck	1,48

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	21,94	7,30	Robertson (1983)	43,88

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	21,94	7,30	Stroud e Butler (1975)	100,66

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	21,94	7,30	Apollonia	219,40

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	21,94	7,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	21,94	7,30	Meyerhof ed altri	2,11

Peso unità di volume saturo


	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	21,94	7,30	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,14

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen1 - TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	4,03	0,70	4,03	Gibbs & Holtz 1957	21,73
Strato 2	12,69	1,00	12,69	Gibbs & Holtz 1957	43,19
Strato 3	3,75	3,80	3,75	Gibbs & Holtz 1957	14,58
Strato 4	13,1	6,10	13,1	Gibbs & Holtz 1957	31,46
Strato 5					

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	4,03	0,70	4,03	Sowers (1961)	29,13
Strato 2	12,69	1,00	12,69	Sowers (1961)	31,55
Strato 3	3,75	3,80	3,75	Sowers (1961)	29,05

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 50 di/of 85

Strato 4	13,1	6,10	13,1	Sowers (1961)	31,67
Strato 5					

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	4,03	0,70	4,03	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	12,69	1,00	12,69	Bowles (1982) Sabbia Media	138,45
Strato 3	3,75	3,80	3,75	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	13,1	6,10	13,1	Bowles (1982) Sabbia Media	140,50
Strato 5					

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	4,03	0,70	4,03	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,74
Strato 2	12,69	1,00	12,69	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	53,53
Strato 3	3,75	3,80	3,75	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,17
Strato 4	13,1	6,10	13,1	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	54,37
Strato 5					

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	4,03	0,70	4,03	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	12,69	1,00	12,69	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	3,75	3,80	3,75	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 4	13,1	6,10	13,1	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5					

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	4,03	0,70	4,03	Meyerhof ed altri	1,50
Strato 2	12,69	1,00	12,69	Meyerhof ed altri	1,82
Strato 3	3,75	3,80	3,75	Meyerhof ed altri	1,48
Strato 4	13,1	6,10	13,1	Meyerhof ed altri	1,83
Strato 5					

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	4,03	0,70	4,03	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	12,69	1,00	12,69	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
Strato 3	3,75	3,80	3,75	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 4	13,1	6,10	13,1	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
Strato 5					

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	4,03	0,70	4,03	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	12,69	1,00	12,69	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	3,75	3,80	3,75	(A.G.I.)	0,35
Strato 4	13,1	6,10	13,1	(A.G.I.)	0,33
Strato 5					

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	4,03	0,70	4,03	Ohsaki (Sabbie pulite)	240,94
Strato 2	12,69	1,00	12,69	Ohsaki (Sabbie pulite)	708,22
Strato 3	3,75	3,80	3,75	Ohsaki (Sabbie pulite)	225,17
Strato 4	13,1	6,10	13,1	Ohsaki (Sabbie pulite)	729,71
Strato 5					

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	4,03	0,70	4,03	Ohta & Goto (1978) Limi	71,096
Strato 2	12,69	1,00	12,69	Ohta & Goto (1978) Limi	102,896
Strato 3	3,75	3,80	3,75	Ohta & Goto (1978) Limi	101,814
Strato 4	13,1	6,10	13,1	Ohta & Goto (1978) Limi	145,368

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 51 di/of 85

Strato 5					
----------	--	--	--	--	--

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	4,03	0,70	4,03	Navfac 1971-1982	0,76
Strato 2	12,69	1,00	12,69	Navfac 1971-1982	2,66
Strato 3	3,75	3,80	3,75	Navfac 1971-1982	0,69
Strato 4	13,1	6,10	13,1	Navfac 1971-1982	2,75
Strato 5					

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	4,03	0,70	4,03	Robertson 1983	8,06
Strato 2	12,69	1,00	12,69	Robertson 1983	25,38
Strato 3	3,75	3,80	3,75	Robertson 1983	7,50
Strato 4	13,1	6,10	13,1	Robertson 1983	26,20
Strato 5					

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 52 di/of 85

PROVA ...Pen2

Strumento utilizzato: DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data

10/11/2021

Profondità prova: 7,80 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	3	0	0,857	8,58	10,02	0,43	0,50
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	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	6	0	0,847	16,97	20,04	0,85	1,00
0,70	7	0	0,845	19,76	23,38	0,99	1,17
0,80	6	0	0,843	16,90	20,04	0,84	1,00
0,90	8	0	0,842	21,33	25,35	1,07	1,27
1,00	13	0	0,790	32,54	41,20	1,63	2,06
1,10	19	0	0,788	47,45	60,21	2,37	3,01
1,20	18	0	0,786	44,85	57,04	2,24	2,85
1,30	16	0	0,785	39,78	50,70	1,99	2,54
1,40	5	0	0,833	13,20	15,85	0,66	0,79
1,50	7	0	0,831	18,44	22,18	0,92	1,11
1,60	7	0	0,830	18,40	22,18	0,92	1,11
1,70	5	0	0,828	13,12	15,85	0,66	0,79
1,80	6	0	0,826	15,71	19,01	0,79	0,95
1,90	5	0	0,825	12,43	15,08	0,62	0,75
2,00	5	0	0,823	12,41	15,08	0,62	0,75
2,10	6	0	0,822	14,86	18,09	0,74	0,90
2,20	5	0	0,820	12,36	15,08	0,62	0,75
2,30	6	0	0,819	14,81	18,09	0,74	0,90
2,40	6	0	0,817	14,78	18,09	0,74	0,90
2,50	6	0	0,816	14,76	18,09	0,74	0,90
2,60	5	0	0,814	12,28	15,08	0,61	0,75
2,70	4	0	0,813	9,80	12,06	0,49	0,60
2,80	5	0	0,811	12,23	15,08	0,61	0,75
2,90	5	0	0,810	11,65	14,38	0,58	0,72
3,00	6	0	0,809	13,95	17,25	0,70	0,86
3,10	6	0	0,807	13,93	17,25	0,70	0,86
3,20	5	0	0,806	11,59	14,38	0,58	0,72
3,30	6	0	0,805	13,88	17,25	0,69	0,86
3,40	5	0	0,803	11,55	14,38	0,58	0,72
3,50	7	0	0,802	16,15	20,13	0,81	1,01
3,60	7	0	0,801	16,12	20,13	0,81	1,01
3,70	6	0	0,800	13,80	17,25	0,69	0,86
3,80	8	0	0,798	18,37	23,00	0,92	1,15
3,90	9	0	0,797	19,72	24,73	0,99	1,24
4,00	7	0	0,796	15,31	19,24	0,77	0,96
4,10	8	0	0,795	17,47	21,98	0,87	1,10
4,20	8	0	0,794	17,45	21,98	0,87	1,10
4,30	8	0	0,793	17,42	21,98	0,87	1,10
4,40	9	0	0,791	19,57	24,73	0,98	1,24
4,50	10	0	0,790	21,72	27,48	1,09	1,37
4,60	18	0	0,739	36,57	49,47	1,83	2,47
4,70	19	0	0,738	38,54	52,21	1,93	2,61
4,80	14	0	0,737	28,36	38,47	1,42	1,92
4,90	15	0	0,736	29,05	39,47	1,45	1,97
5,00	13	0	0,735	25,15	34,21	1,26	1,71
5,10	15	0	0,734	28,97	39,47	1,45	1,97
5,20	16	0	0,733	30,86	42,11	1,54	2,11
5,30	17	0	0,732	32,75	44,74	1,64	2,24
5,40	17	0	0,731	32,70	44,74	1,64	2,24
5,50	18	0	0,730	34,58	47,37	1,73	2,37
5,60	19	0	0,729	36,46	50,00	1,82	2,50
5,70	18	0	0,728	34,49	47,37	1,72	2,37
5,80	18	0	0,727	34,45	47,37	1,72	2,37
5,90	19	0	0,726	34,84	47,97	1,74	2,40



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

CODE
Bolettieri

PAGE
53 di/of 85

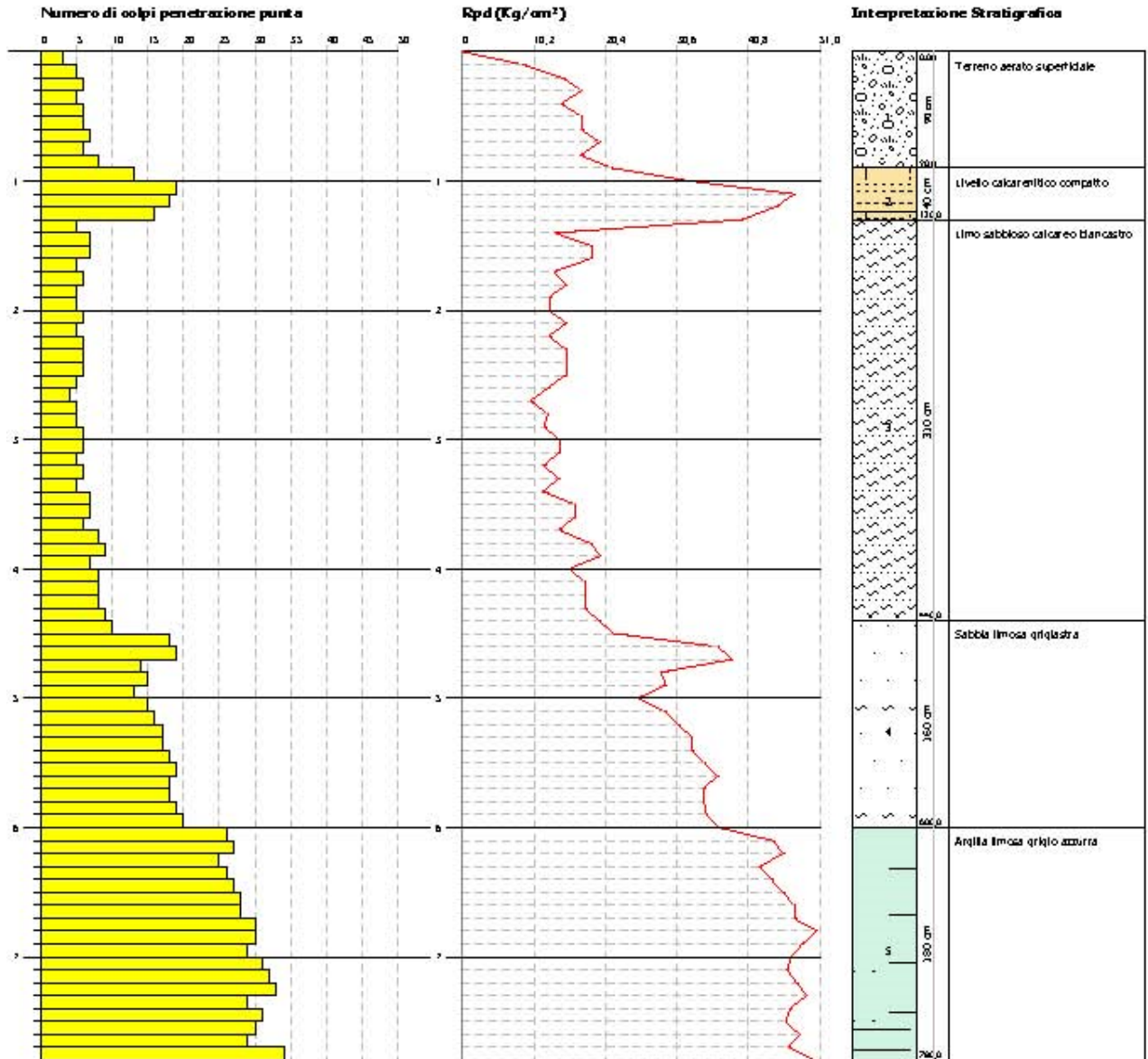
6,00	20	0	0,725	36,63	50,49	1,83	2,52
6,10	26	0	0,675	44,28	65,64	2,21	3,28
6,20	27	0	0,674	45,92	68,16	2,30	3,41
6,30	25	0	0,673	42,47	63,11	2,12	3,16
6,40	26	0	0,672	44,11	65,64	2,21	3,28
6,50	27	0	0,671	45,75	68,16	2,29	3,41
6,60	28	0	0,670	47,39	70,69	2,37	3,53
6,70	28	0	0,670	47,33	70,69	2,37	3,53
6,80	30	0	0,669	50,65	75,74	2,53	3,79
6,90	30	0	0,668	48,61	72,78	2,43	3,64
7,00	29	0	0,667	46,94	70,35	2,35	3,52
7,10	31	0	0,616	46,35	75,20	2,32	3,76
7,20	32	0	0,616	47,79	77,63	2,39	3,88
7,30	33	0	0,615	49,22	80,05	2,46	4,00
7,40	29	0	0,664	46,72	70,35	2,34	3,52
7,50	31	0	0,613	46,13	75,20	2,31	3,76
7,60	30	0	0,663	48,23	72,78	2,41	3,64
7,70	29	0	0,662	46,57	70,35	2,33	3,52
7,80	34	0	0,611	50,42	82,48	2,52	4,12



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

CODE
 Bolettieri

PAGE
 54 di/of 85



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen2 - TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	22,2	7,80	Terzaghi-Peck	1,50

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 55 di/of 85

Strato 5	22,2	7,80	Robertson (1983)	44,40
----------	------	------	------------------	-------

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	22,2	7,80	Stroud e Butler (1975)	101,85

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	22,2	7,80	Apollonia	222,00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	22,2	7,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	22,2	7,80	Meyerhof ed altri	2,11

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	22,2	7,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,15

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen2 Bite A - TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	4,4	0,90	4,4	Gibbs & Holtz 1957	22,97
Strato 2	12,56	1,30	12,56	Gibbs & Holtz 1957	41,9
Strato 3	4,74	4,40	4,74	Gibbs & Holtz 1957	17,31
Strato 4	12,65	6,00	12,65	Gibbs & Holtz 1957	30,11
Strato 5					

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	4,4	0,90	4,4	Sowers (1961)	29,23
Strato 2	12,56	1,30	12,56	Sowers (1961)	31,52
Strato 3	4,74	4,40	4,74	Sowers (1961)	29,33
Strato 4	12,65	6,00	12,65	Sowers (1961)	31,54
Strato 5					

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	4,4	0,90	4,4	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	12,56	1,30	12,56	Bowles (1982) Sabbia Media	137,80
Strato 3	4,74	4,40	4,74	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	12,65	6,00	12,65	Bowles (1982) Sabbia Media	138,25
Strato 5					

Modulo Edometrico

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 56 di/of 85

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	4,4	0,90	4,4	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36,50
Strato 2	12,56	1,30	12,56	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	53,26
Strato 3	4,74	4,40	4,74	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,20
Strato 4	12,65	6,00	12,65	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	53,45
Strato 5					

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	4,4	0,90	4,4	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	12,56	1,30	12,56	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	4,74	4,40	4,74	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	12,65	6,00	12,65	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5					

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	4,4	0,90	4,4	Meyerhof ed altri	1,51
Strato 2	12,56	1,30	12,56	Meyerhof ed altri	1,81
Strato 3	4,74	4,40	4,74	Meyerhof ed altri	1,53
Strato 4	12,65	6,00	12,65	Meyerhof ed altri	1,81
Strato 5	22,2	7,80	22,2	Meyerhof ed altri	2,03

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	4,4	0,90	4,4	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	12,56	1,30	12,56	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
Strato 3	4,74	4,40	4,74	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 4	12,65	6,00	12,65	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
Strato 5					

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	4,4	0,90	4,4	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	12,56	1,30	12,56	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	4,74	4,40	4,74	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	12,65	6,00	12,65	(A.G.I.)	0,33
Strato 5					

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	4,4	0,90	4,4	Ohsaki (Sabbie pulite)	261,67
Strato 2	12,56	1,30	12,56	Ohsaki (Sabbie pulite)	701,40
Strato 3	4,74	4,40	4,74	Ohsaki (Sabbie pulite)	280,64
Strato 4	12,65	6,00	12,65	Ohsaki (Sabbie pulite)	706,12
Strato 5					

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	4,4	0,90	4,4	Ohta & Goto (1978) Limi	75,772
Strato 2	12,56	1,30	12,56	Ohta & Goto (1978) Limi	107,953
Strato 3	4,74	4,40	4,74	Ohta & Goto (1978) Limi	109,601
Strato 4	12,65	6,00	12,65	Ohta & Goto (1978) Limi	145,872
Strato 5					

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	4,4	0,90	4,4	Navfac 1971-1982	0,85
Strato 2	12,56	1,30	12,56	Navfac 1971-1982	2,64
Strato 3	4,74	4,40	4,74	Navfac 1971-1982	0,93
Strato 4	12,65	6,00	12,65	Navfac 1971-1982	2,66
Strato 5					

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 57 di/of 85

Strato 1	4,4	0,90	4,4	Robertson 1983	8,80
Strato 2	12,56	1,30	12,56	Robertson 1983	25,12
Strato 3	4,74	4,40	4,74	Robertson 1983	9,48
Strato 4	12,65	6,00	12,65	Robertson 1983	25,30
Strato 5					

PROVA ...Pen3

Strumento utilizzato: DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data

10/11/2021

Profondità prova: 7,10 mt

Falda non rilevata

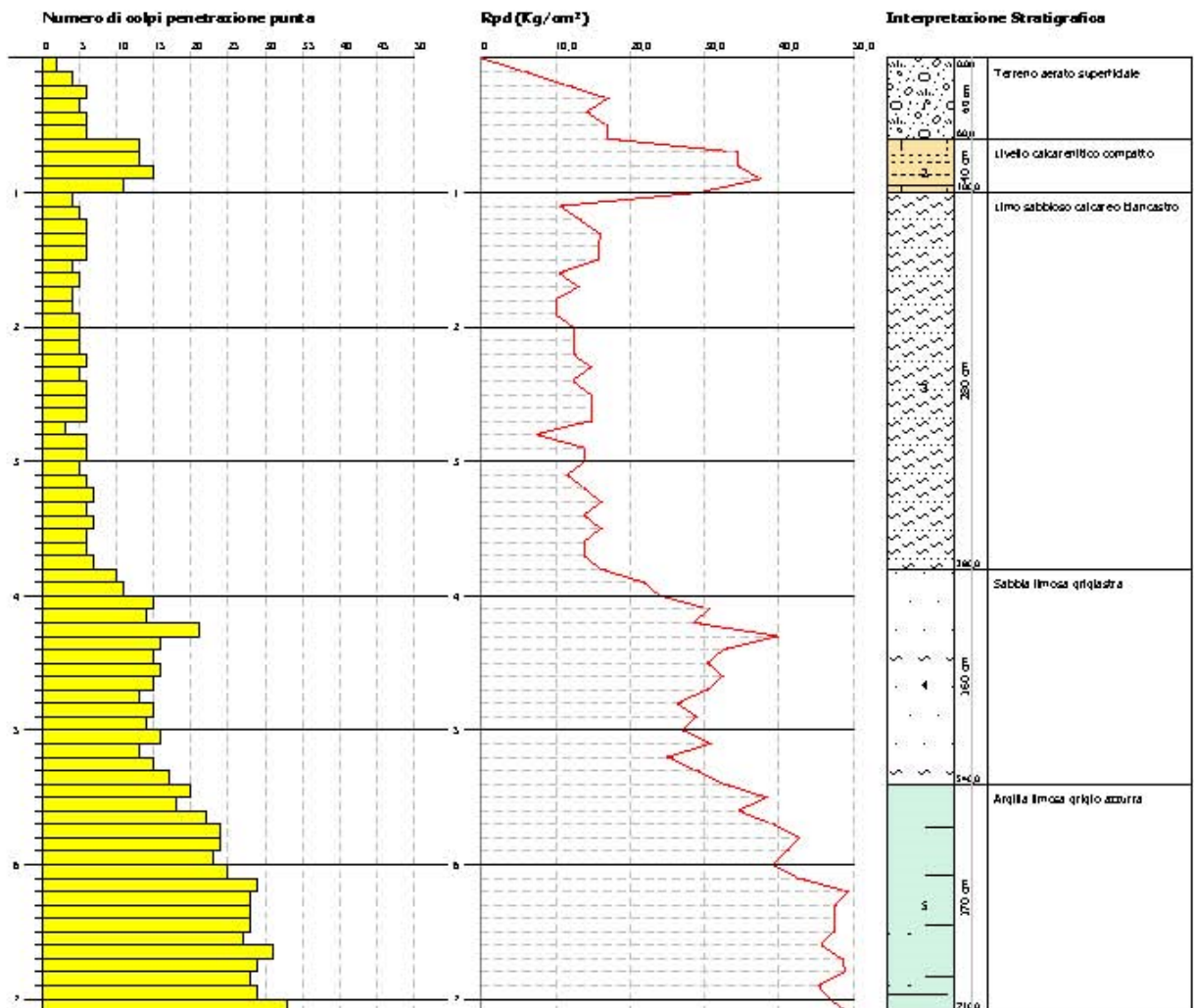
Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	2	0	0,857	5,72	6,68	0,29	0,33
0,20	4	0	0,855	11,42	13,36	0,57	0,67
0,30	6	0	0,853	17,09	20,04	0,85	1,00
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	6	0	0,847	16,97	20,04	0,85	1,00
0,70	13	0	0,795	34,52	43,41	1,73	2,17
0,80	13	0	0,793	34,44	43,41	1,72	2,17
0,90	15	0	0,792	37,63	47,54	1,88	2,38
1,00	11	0	0,840	29,27	34,86	1,46	1,74
1,10	4	0	0,838	10,62	12,68	0,53	0,63
1,20	5	0	0,836	13,25	15,85	0,66	0,79
1,30	6	0	0,835	15,87	19,01	0,79	0,95
1,40	6	0	0,833	15,84	19,01	0,79	0,95
1,50	6	0	0,831	15,80	19,01	0,79	0,95
1,60	4	0	0,830	10,52	12,68	0,53	0,63
1,70	5	0	0,828	13,12	15,85	0,66	0,79
1,80	4	0	0,826	10,47	12,68	0,52	0,63
1,90	4	0	0,825	9,95	12,06	0,50	0,60
2,00	5	0	0,823	12,41	15,08	0,62	0,75
2,10	5	0	0,822	12,39	15,08	0,62	0,75
2,20	5	0	0,820	12,36	15,08	0,62	0,75
2,30	6	0	0,819	14,81	18,09	0,74	0,90
2,40	5	0	0,817	12,32	15,08	0,62	0,75
2,50	6	0	0,816	14,76	18,09	0,74	0,90
2,60	6	0	0,814	14,73	18,09	0,74	0,90
2,70	6	0	0,813	14,70	18,09	0,74	0,90
2,80	3	0	0,811	7,34	9,05	0,37	0,45
2,90	6	0	0,810	13,98	17,25	0,70	0,86
3,00	6	0	0,809	13,95	17,25	0,70	0,86
3,10	5	0	0,807	11,61	14,38	0,58	0,72
3,20	6	0	0,806	13,91	17,25	0,70	0,86
3,30	7	0	0,805	16,20	20,13	0,81	1,01
3,40	6	0	0,803	13,86	17,25	0,69	0,86
3,50	7	0	0,802	16,15	20,13	0,81	1,01
3,60	6	0	0,801	13,82	17,25	0,69	0,86
3,70	6	0	0,800	13,80	17,25	0,69	0,86
3,80	7	0	0,798	16,07	20,13	0,80	1,01
3,90	10	0	0,797	21,91	27,48	1,10	1,37
4,00	11	0	0,796	24,06	30,23	1,20	1,51
4,10	15	0	0,745	30,70	41,22	1,54	2,06
4,20	14	0	0,744	28,61	38,47	1,43	1,92
4,30	21	0	0,693	39,97	57,71	2,00	2,89
4,40	16	0	0,741	32,60	43,97	1,63	2,20
4,50	15	0	0,740	30,52	41,22	1,53	2,06
4,60	16	0	0,739	32,50	43,97	1,63	2,20
4,70	15	0	0,738	30,43	41,22	1,52	2,06
4,80	13	0	0,737	26,33	35,73	1,32	1,79
4,90	15	0	0,736	29,05	39,47	1,45	1,97
5,00	14	0	0,735	27,08	36,84	1,35	1,84
5,10	16	0	0,734	30,91	42,11	1,55	2,11
5,20	13	0	0,733	25,08	34,21	1,25	1,71
5,30	15	0	0,732	28,90	39,47	1,44	1,97
5,40	17	0	0,731	32,70	44,74	1,64	2,24



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

CODE
 Bolettieri
 PAGE
 58 di/of 85

5,50	20	0	0,730	38,43	52,63	1,92	2,63
5,60	18	0	0,729	34,54	47,37	1,73	2,37
5,70	22	0	0,678	39,26	57,89	1,96	2,89
5,80	24	0	0,677	42,78	63,16	2,14	3,16
5,90	24	0	0,676	40,98	60,59	2,05	3,03
6,00	23	0	0,675	39,22	58,06	1,96	2,90
6,10	25	0	0,675	42,58	63,11	2,13	3,16
6,20	29	0	0,674	49,32	73,21	2,47	3,66
6,30	28	0	0,673	47,56	70,69	2,38	3,53
6,40	28	0	0,672	47,50	70,69	2,38	3,53
6,50	28	0	0,671	47,44	70,69	2,37	3,53
6,60	27	0	0,670	45,69	68,16	2,28	3,41
6,70	31	0	0,620	48,49	78,26	2,42	3,91
6,80	29	0	0,669	48,96	73,21	2,45	3,66
6,90	28	0	0,668	45,37	67,92	2,27	3,40
7,00	29	0	0,667	46,94	70,35	2,35	3,52
7,10	33	0	0,616	49,35	80,05	2,47	4,00



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen3 - TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 59 di/of 85

Strato 4				
Strato 5	19,97	7,10	Terzaghi-Peck	1,35

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	19,97	7,10	Robertson (1983)	39,94

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	19,97	7,10	Stroud e Butler (1975)	91,62

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	19,97	7,10	Apollonia	199,70

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	19,97	7,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	19,97	7,10	Meyerhof ed altri	2,10

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	19,97	7,10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen3 - TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	3,68	0,60	3,68	Gibbs & Holtz 1957	20,28
Strato 2	9,89	1,00	9,89	Gibbs & Holtz 1957	37,84
Strato 3	4,16	3,80	4,16	Gibbs & Holtz 1957	16,27
Strato 4	11,22	5,40	11,22	Gibbs & Holtz 1957	29,19
Strato 5					

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,68	0,60	3,68	Sowers (1961)	29,03
Strato 2	9,89	1,00	9,89	Sowers (1961)	30,77
Strato 3	4,16	3,80	4,16	Sowers (1961)	29,16
Strato 4	11,22	5,40	11,22	Sowers (1961)	31,14

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 60 di/of 85

Strato 5					
Modulo di Young					
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	3,68	0,60	3,68	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	9,89	1,00	9,89	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	4,16	3,80	4,16	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	11,22	5,40	11,22	Bowles (1982) Sabbia Media	131,10
Strato 5					

Strato 5					
Modulo Edometrico					
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	3,68	0,60	3,68	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,02
Strato 2	9,89	1,00	9,89	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	47,78
Strato 3	4,16	3,80	4,16	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36,01
Strato 4	11,22	5,40	11,22	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	50,51
Strato 5					

Strato 5					
Classificazione AGI					
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,68	0,60	3,68	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	9,89	1,00	9,89	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	4,16	3,80	4,16	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	11,22	5,40	11,22	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5					

Strato 5					
Peso unità di volume					
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	3,68	0,60	3,68	Meyerhof ed altri	1,48
Strato 2	9,89	1,00	9,89	Meyerhof ed altri	1,73
Strato 3	4,16	3,80	4,16	Meyerhof ed altri	1,50
Strato 4	11,22	5,40	11,22	Meyerhof ed altri	1,77
Strato 5					

Strato 5					
Peso unità di volume saturo					
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	3,68	0,60	3,68	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	9,89	1,00	9,89	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
Strato 3	4,16	3,80	4,16	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 4	11,22	5,40	11,22	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
Strato 5					

Strato 5					
Modulo di Poisson					
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,68	0,60	3,68	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	9,89	1,00	9,89	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	4,16	3,80	4,16	(A.G.I.)	0,35
Strato 4	11,22	5,40	11,22	(A.G.I.)	0,33
Strato 5					

Strato 5					
Modulo di deformazione a taglio					
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	3,68	0,60	3,68	Ohsaki (Sabbie pulite)	221,21
Strato 2	9,89	1,00	9,89	Ohsaki (Sabbie pulite)	560,27
Strato 3	4,16	3,80	4,16	Ohsaki (Sabbie pulite)	248,23
Strato 4	11,22	5,40	11,22	Ohsaki (Sabbie pulite)	630,82
Strato 5					

Strato 5					
Velocità onde					
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	3,68	0,60	3,68	Ohta & Goto (1978) Limi	67,936
Strato 2	9,89	1,00	9,89	Ohta & Goto (1978) Limi	97,406
Strato 3	4,16	3,80	4,16	Ohta & Goto (1978) Limi	103,659
Strato 4	11,22	5,40	11,22	Ohta & Goto (1978) Limi	139,535
Strato 5					

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 61 di/of 85

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	3,68	0,60	3,68	Navfac 1971-1982	0,68
Strato 2	9,89	1,00	9,89	Navfac 1971-1982	2,08
Strato 3	4,16	3,80	4,16	Navfac 1971-1982	0,79
Strato 4	11,22	5,40	11,22	Navfac 1971-1982	2,36
Strato 5					

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	3,68	0,60	3,68	Robertson 1983	7,36
Strato 2	9,89	1,00	9,89	Robertson 1983	19,78
Strato 3	4,16	3,80	4,16	Robertson 1983	8,32
Strato 4	11,22	5,40	11,22	Robertson 1983	22,44
Strato 5					

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 62 di/of 85

PROVA ...Pen4

Strumento utilizzato: DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data

10/11/2021

Profondità prova: 6,90 mt

Falda non rilevata

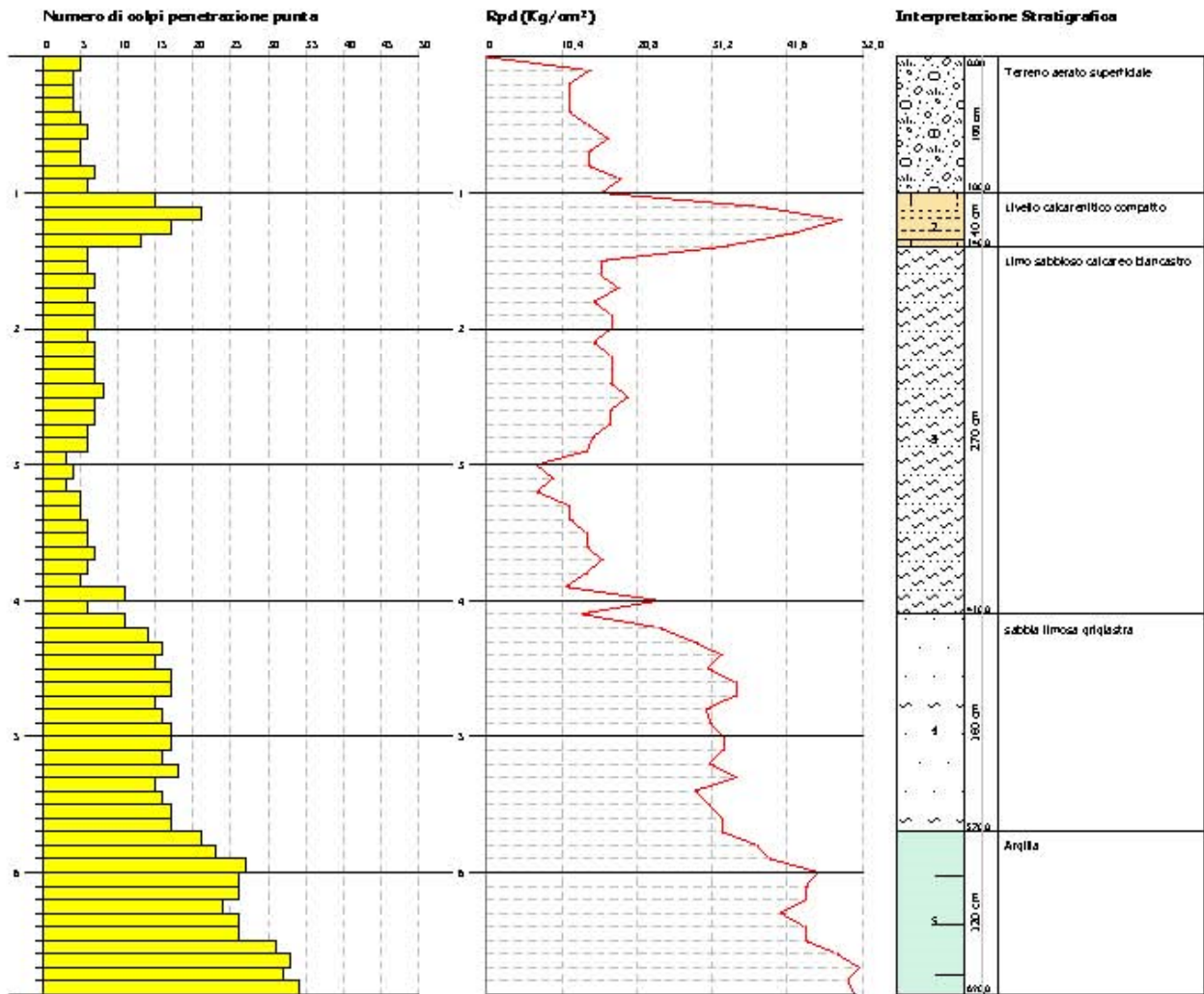
Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	5	0	0,857	14,30	16,70	0,72	0,83
0,20	4	0	0,855	11,42	13,36	0,57	0,67
0,30	4	0	0,853	11,39	13,36	0,57	0,67
0,40	4	0	0,851	11,36	13,36	0,57	0,67
0,50	5	0	0,849	14,17	16,70	0,71	0,83
0,60	6	0	0,847	16,97	20,04	0,85	1,00
0,70	5	0	0,845	14,11	16,70	0,71	0,83
0,80	5	0	0,843	14,08	16,70	0,70	0,83
0,90	7	0	0,842	18,67	22,18	0,93	1,11
1,00	6	0	0,840	15,97	19,01	0,80	0,95
1,10	15	0	0,788	37,46	47,54	1,87	2,38
1,20	21	0	0,736	49,00	66,55	2,45	3,33
1,30	17	0	0,785	42,27	53,87	2,11	2,69
1,40	13	0	0,783	32,25	41,20	1,61	2,06
1,50	6	0	0,831	15,80	19,01	0,79	0,95
1,60	6	0	0,830	15,77	19,01	0,79	0,95
1,70	7	0	0,828	18,37	22,18	0,92	1,11
1,80	6	0	0,826	15,71	19,01	0,79	0,95
1,90	7	0	0,825	17,41	21,11	0,87	1,06
2,00	7	0	0,823	17,37	21,11	0,87	1,06
2,10	6	0	0,822	14,86	18,09	0,74	0,90
2,20	7	0	0,820	17,31	21,11	0,87	1,06
2,30	7	0	0,819	17,28	21,11	0,86	1,06
2,40	7	0	0,817	17,25	21,11	0,86	1,06
2,50	8	0	0,816	19,67	24,12	0,98	1,21
2,60	7	0	0,814	17,19	21,11	0,86	1,06
2,70	7	0	0,813	17,16	21,11	0,86	1,06
2,80	6	0	0,811	14,68	18,09	0,73	0,90
2,90	6	0	0,810	13,98	17,25	0,70	0,86
3,00	3	0	0,809	6,98	8,63	0,35	0,43
3,10	4	0	0,807	9,29	11,50	0,46	0,58
3,20	3	0	0,806	6,95	8,63	0,35	0,43
3,30	5	0	0,805	11,57	14,38	0,58	0,72
3,40	5	0	0,803	11,55	14,38	0,58	0,72
3,50	6	0	0,802	13,84	17,25	0,69	0,86
3,60	6	0	0,801	13,82	17,25	0,69	0,86
3,70	7	0	0,800	16,09	20,13	0,80	1,01
3,80	6	0	0,798	13,77	17,25	0,69	0,86
3,90	5	0	0,797	10,95	13,74	0,55	0,69
4,00	11	0	0,796	24,06	30,23	1,20	1,51
4,10	6	0	0,795	13,11	16,49	0,66	0,82
4,20	11	0	0,794	23,99	30,23	1,20	1,51
4,30	14	0	0,743	28,57	38,47	1,43	1,92
4,40	16	0	0,741	32,60	43,97	1,63	2,20
4,50	15	0	0,740	30,52	41,22	1,53	2,06
4,60	17	0	0,739	34,54	46,72	1,73	2,34
4,70	17	0	0,738	34,49	46,72	1,72	2,34
4,80	15	0	0,737	30,38	41,22	1,52	2,06
4,90	16	0	0,736	30,99	42,11	1,55	2,11
5,00	17	0	0,735	32,88	44,74	1,64	2,24
5,10	17	0	0,734	32,84	44,74	1,64	2,24
5,20	16	0	0,733	30,86	42,11	1,54	2,11
5,30	18	0	0,732	34,67	47,37	1,73	2,37
5,40	15	0	0,731	28,86	39,47	1,44	1,97
5,50	16	0	0,730	30,74	42,11	1,54	2,11
5,60	17	0	0,729	32,62	44,74	1,63	2,24
5,70	17	0	0,728	32,58	44,74	1,63	2,24
5,80	21	0	0,677	37,43	55,26	1,87	2,76
5,90	23	0	0,676	39,27	58,06	1,96	2,90



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

CODE
Bolettieri
PAGE
63 di/of 85

6,00	27	0	0,675	46,04	68,16	2,30	3,41
6,10	26	0	0,675	44,28	65,64	2,21	3,28
6,20	26	0	0,674	44,22	65,64	2,21	3,28
6,30	24	0	0,673	40,77	60,59	2,04	3,03
6,40	26	0	0,672	44,11	65,64	2,21	3,28
6,50	26	0	0,671	44,06	65,64	2,20	3,28
6,60	31	0	0,620	48,55	78,26	2,43	3,91
6,70	33	0	0,620	51,61	83,31	2,58	4,17
6,80	32	0	0,619	49,99	80,79	2,50	4,04
6,90	34	0	0,618	50,97	82,48	2,55	4,12



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen4 - TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	20,87	6,90	Terzaghi-Peck	1,41

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1				

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 64 di/of 85

Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	20,87	6,90	Robertson (1983)	41,74

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	20,87	6,90	Stroud e Butler (1975)	95,75

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	20,87	6,90	Apollonia	208,70

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	20,87	6,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	20,87	6,90	Meyerhof ed altri	2,10

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	20,87	6,90	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,11

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen4 Bite A - TERRENI INCOERENTI
Densità relativa


	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Gibbs & Holtz 1957	26,08
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Gibbs & Holtz 1957	42,67
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Gibbs & Holtz 1957	16,64
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Gibbs & Holtz 1957	29,35
Strato 5					

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Sowers (1961)	40
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Sowers (1961)	31,42
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Sowers (1961)	29,26
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Sowers (1961)	31,43
Strato 5					

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Bowles (1982) Sabbia Media	135,92
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Bowles (1982) Sabbia Media	---

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 65 di/of 85

Strato 4	12,32	6,10	12,32	Bowles (1982) Sabbia Media	136,63
Strato 5	24,35	6,60	24,35	Bowles (1982) Sabbia Media	196,75

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,63
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	52,48
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36,72
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	52,77
Strato 5					

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4					
Strato 5	24,35	6,60	24,35	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	4,95	0,40	4,95	Meyerhof ed altri	1,54
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Meyerhof ed altri	1,80
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Meyerhof ed altri	1,52
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Meyerhof ed altri	1,80
Strato 5					

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
Strato 5					

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	4,95	0,40	4,95	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	12,18	1,00	12,18	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	4,52	4,50	4,52	(A.G.I.)	0,33
Strato 4	12,32	6,10	12,32	(A.G.I.)	0,34
Strato 5					

Modulo di deformazione a taglio


	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Ohsaki (Sabbie pulite)	292,33
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Ohsaki (Sabbie pulite)	681,43
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Ohsaki (Sabbie pulite)	268,38
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Ohsaki (Sabbie pulite)	688,79
Strato 5					

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Ohta & Goto (1978) Limi	66,130
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Ohta & Goto (1978) Limi	98,410
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Ohta & Goto (1978) Limi	107,957
Strato 4					
Strato 5	24,35	6,60	24,35	Ohta & Goto (1978) Limi	169,793

Modulo di reazione Ko


	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Navfac 1971-1982	0,98

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 66 di/of 85

Strato 2	12,18	1,00	12,18	Navfac 1971-1982	2,56
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Navfac 1971-1982	0,87
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Navfac 1971-1982	2,59
Strato 5					

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Robertson 1983	9,88
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Robertson 1983	24,32
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Robertson 1983	9,06
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Robertson 1983	24,62
Strato 5					

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 67 di/of 85

PROVA ...Pen 5

Strumento utilizzato: DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data

10/11/2021

Profondità prova: 6,60 mt

Falda non rilevata

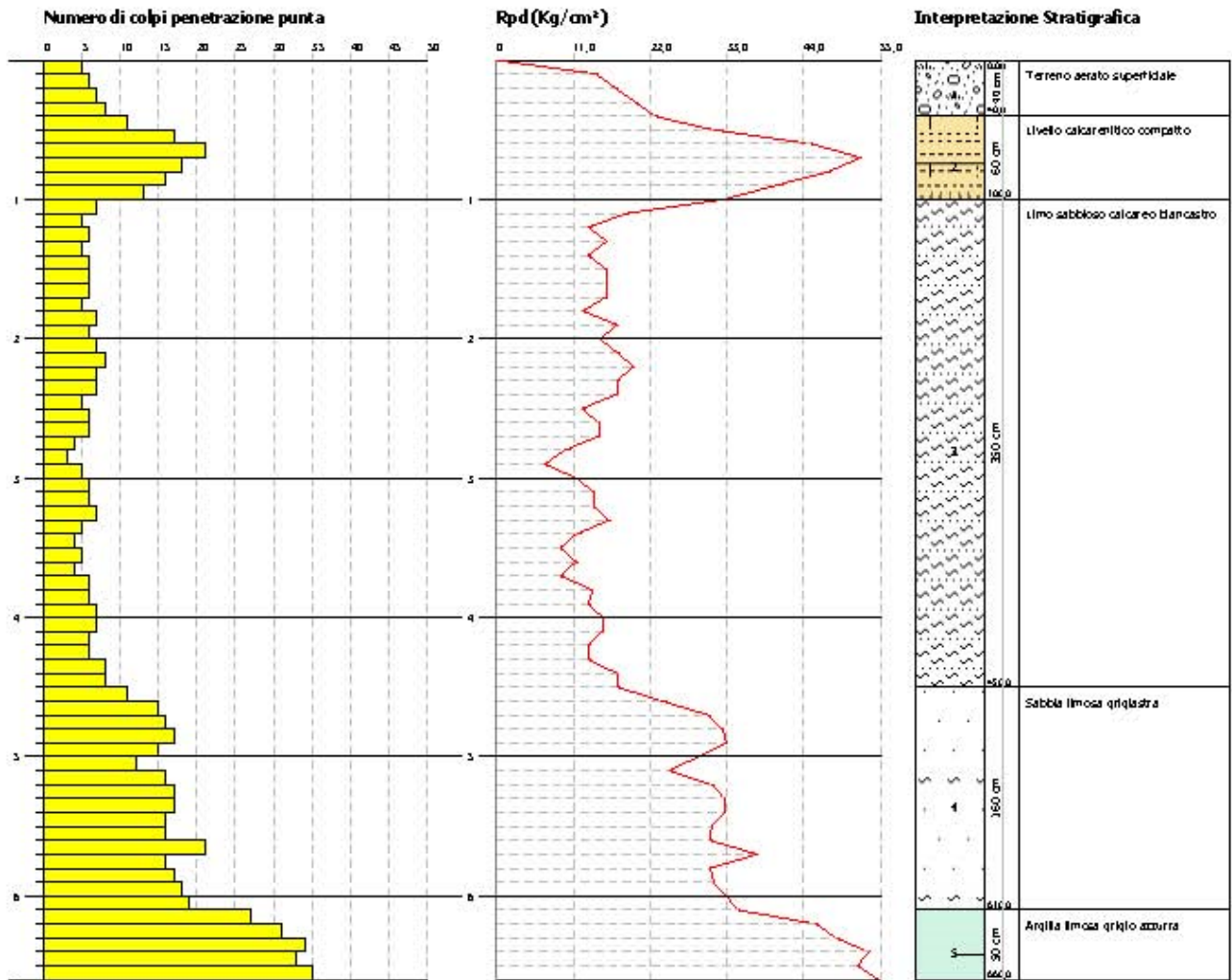
Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	5	0	0,857	14,30	16,70	0,72	0,83
0,20	6	0	0,855	17,12	20,04	0,86	1,00
0,30	7	0	0,853	19,93	23,38	1,00	1,17
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	17	0	0,797	45,25	56,77	2,26	2,84
0,70	21	0	0,745	52,26	70,13	2,61	3,51
0,80	18	0	0,793	47,69	60,11	2,38	3,01
0,90	16	0	0,792	40,13	50,70	2,01	2,54
1,00	13	0	0,790	32,54	41,20	1,63	2,06
1,10	7	0	0,838	18,59	22,18	0,93	1,11
1,20	5	0	0,836	13,25	15,85	0,66	0,79
1,30	6	0	0,835	15,87	19,01	0,79	0,95
1,40	5	0	0,833	13,20	15,85	0,66	0,79
1,50	6	0	0,831	15,80	19,01	0,79	0,95
1,60	6	0	0,830	15,77	19,01	0,79	0,95
1,70	6	0	0,828	15,74	19,01	0,79	0,95
1,80	5	0	0,826	13,09	15,85	0,65	0,79
1,90	7	0	0,825	17,41	21,11	0,87	1,06
2,00	6	0	0,823	14,89	18,09	0,74	0,90
2,10	7	0	0,822	17,34	21,11	0,87	1,06
2,20	8	0	0,820	19,78	24,12	0,99	1,21
2,30	7	0	0,819	17,28	21,11	0,86	1,06
2,40	7	0	0,817	17,25	21,11	0,86	1,06
2,50	5	0	0,816	12,30	15,08	0,61	0,75
2,60	6	0	0,814	14,73	18,09	0,74	0,90
2,70	6	0	0,813	14,70	18,09	0,74	0,90
2,80	4	0	0,811	9,79	12,06	0,49	0,60
2,90	3	0	0,810	6,99	8,63	0,35	0,43
3,00	5	0	0,809	11,63	14,38	0,58	0,72
3,10	6	0	0,807	13,93	17,25	0,70	0,86
3,20	6	0	0,806	13,91	17,25	0,70	0,86
3,30	7	0	0,805	16,20	20,13	0,81	1,01
3,40	5	0	0,803	11,55	14,38	0,58	0,72
3,50	4	0	0,802	9,23	11,50	0,46	0,58
3,60	5	0	0,801	11,51	14,38	0,58	0,72
3,70	4	0	0,800	9,20	11,50	0,46	0,58
3,80	6	0	0,798	13,77	17,25	0,69	0,86
3,90	6	0	0,797	13,14	16,49	0,66	0,82
4,00	7	0	0,796	15,31	19,24	0,77	0,96
4,10	7	0	0,795	15,29	19,24	0,76	0,96
4,20	6	0	0,794	13,09	16,49	0,65	0,82
4,30	6	0	0,793	13,07	16,49	0,65	0,82
4,40	8	0	0,791	17,40	21,98	0,87	1,10
4,50	8	0	0,790	17,38	21,98	0,87	1,10
4,60	11	0	0,789	23,86	30,23	1,19	1,51
4,70	15	0	0,738	30,43	41,22	1,52	2,06
4,80	16	0	0,737	32,41	43,97	1,62	2,20
4,90	17	0	0,736	32,93	44,74	1,65	2,24
5,00	15	0	0,735	29,01	39,47	1,45	1,97
5,10	12	0	0,784	24,76	31,58	1,24	1,58
5,20	16	0	0,733	30,86	42,11	1,54	2,11
5,30	17	0	0,732	32,75	44,74	1,64	2,24
5,40	17	0	0,731	32,70	44,74	1,64	2,24
5,50	16	0	0,730	30,74	42,11	1,54	2,11
5,60	16	0	0,729	30,70	42,11	1,54	2,11
5,70	21	0	0,678	37,48	55,26	1,87	2,76
5,80	16	0	0,727	30,62	42,11	1,53	2,11
5,90	17	0	0,726	31,17	42,92	1,56	2,15
6,00	18	0	0,725	32,97	45,44	1,65	2,27



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

CODE
 Bolettieri
 PAGE
 68 di/of 85

6,10	19	0	0,725	34,76	47,97	1,74	2,40
6,20	27	0	0,674	45,92	68,16	2,30	3,41
6,30	31	0	0,623	48,75	78,26	2,44	3,91
6,40	34	0	0,622	53,39	85,83	2,67	4,29
6,50	33	0	0,621	51,75	83,31	2,59	4,17
6,60	35	0	0,620	54,81	88,36	2,74	4,42



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen5 - TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	24,35	6,60	Terzaghi-Peck	1,64

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	24,35	6,60	Robertson (1983)	48,70

Modulo Edometrico

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 69 di/of 85

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	24,35	6,60	Stroud e Butler (1975)	111,72

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	24,35	6,60	Apollonia	243,50

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	24,35	6,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	24,35	6,60	Meyerhof ed altri	2,11

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	24,35	6,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,21

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen5 Bite A - TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Gibbs & Holtz 1957	26,07
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Gibbs & Holtz 1957	42,69
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Gibbs & Holtz 1957	16,65
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Gibbs & Holtz 1957	29,34
Strato 5					

Angolo di resistenza al taglio


	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Sowers (1961)	29,39
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Sowers (1961)	31,41
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Sowers (1961)	29,27
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Sowers (1961)	31,45
Strato 5					

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Bowles (1982) Sabbia Media	135,90
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Bowles (1982) Sabbia Media	136,60
Strato 5					

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 70 di/of 85

Strato 1	4,95	0,40	4,95	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,63
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	52,48
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36,75
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	52,77
Strato 5					

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5					

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Meyerhof ed altri	1,54
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Meyerhof ed altri	1,80
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Meyerhof ed altri	1,52
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Meyerhof ed altri	1,80
Strato 5					

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
Strato 5					

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	4,95	0,40	4,95	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	12,18	1,00	12,18	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	4,52	4,50	4,52	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	12,32	6,10	12,32	(A.G.I.)	0,33
Strato 5					

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Ohsaki (Sabbie pulite)	292,31
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Ohsaki (Sabbie pulite)	681,43
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Ohsaki (Sabbie pulite)	268,38
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Ohsaki (Sabbie pulite)	688,79
Strato 5					

Velocità onde


	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Ohta & Goto (1978) Limi	66,128
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Ohta & Goto (1978) Limi	98,411
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Ohta & Goto (1978) Limi	107,957
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Ohta & Goto (1978) Limi	145,741
Strato 5					

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Navfac 1971-1982	0,98
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Navfac 1971-1982	2,56
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Navfac 1971-1982	0,87
Strato 4	12,32	6,10	12,32	Navfac 1971-1982	2,59
Strato 5					

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	4,95	0,40	4,95	Robertson 1983	9,90
Strato 2	12,18	1,00	12,18	Robertson 1983	24,36
Strato 3	4,52	4,50	4,52	Robertson 1983	9,04

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 71 di/of 85

Strato 4	12,32	6,10	12,32	Robertson 1983	24,64
Strato 5	24,35	6,60	24,35	Robertson 1983	48,70

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 72 di/of 85

PROVA ...Pen6

Strumento utilizzato.: DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data

10/11/2021

Profondità prova : 7,30 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	5	0	0,857	14,30	16,70	0,72	0,83
0,20	4	0	0,855	11,42	13,36	0,57	0,67
0,30	3	0	0,853	8,54	10,02	0,43	0,50
0,40	3	0	0,851	8,52	10,02	0,43	0,50
0,50	7	0	0,849	19,84	23,38	0,99	1,17
0,60	11	0	0,847	31,11	36,73	1,56	1,84
0,70	19	0	0,795	50,45	63,45	2,52	3,17
0,80	21	0	0,743	52,13	70,13	2,61	3,51
0,90	20	0	0,792	50,17	63,38	2,51	3,17
1,00	18	0	0,790	45,05	57,04	2,25	2,85
1,10	12	0	0,838	31,87	38,03	1,59	1,90
1,20	11	0	0,836	29,15	34,86	1,46	1,74
1,30	9	0	0,835	23,80	28,52	1,19	1,43
1,40	6	0	0,833	15,84	19,01	0,79	0,95
1,50	5	0	0,831	13,17	15,85	0,66	0,79
1,60	6	0	0,830	15,77	19,01	0,79	0,95
1,70	6	0	0,828	15,74	19,01	0,79	0,95
1,80	5	0	0,826	13,09	15,85	0,65	0,79
1,90	4	0	0,825	9,95	12,06	0,50	0,60
2,00	5	0	0,823	12,41	15,08	0,62	0,75
2,10	5	0	0,822	12,39	15,08	0,62	0,75
2,20	4	0	0,820	9,89	12,06	0,49	0,60
2,30	4	0	0,819	9,87	12,06	0,49	0,60
2,40	4	0	0,817	9,86	12,06	0,49	0,60
2,50	5	0	0,816	12,30	15,08	0,61	0,75
2,60	6	0	0,814	14,73	18,09	0,74	0,90
2,70	5	0	0,813	12,25	15,08	0,61	0,75
2,80	6	0	0,811	14,68	18,09	0,73	0,90
2,90	7	0	0,810	16,30	20,13	0,82	1,01
3,00	7	0	0,809	16,28	20,13	0,81	1,01
3,10	6	0	0,807	13,93	17,25	0,70	0,86
3,20	9	0	0,806	20,86	25,88	1,04	1,29
3,30	7	0	0,805	16,20	20,13	0,81	1,01
3,40	6	0	0,803	13,86	17,25	0,69	0,86
3,50	5	0	0,802	11,53	14,38	0,58	0,72
3,60	6	0	0,801	13,82	17,25	0,69	0,86
3,70	7	0	0,800	16,09	20,13	0,80	1,01
3,80	5	0	0,798	11,48	14,38	0,57	0,72
3,90	11	0	0,797	24,10	30,23	1,20	1,51
4,00	6	0	0,796	13,13	16,49	0,66	0,82
4,10	7	0	0,795	15,29	19,24	0,76	0,96
4,20	4	0	0,794	8,72	10,99	0,44	0,55
4,30	5	0	0,793	10,89	13,74	0,54	0,69
4,40	6	0	0,791	13,05	16,49	0,65	0,82
4,50	7	0	0,790	15,20	19,24	0,76	0,96
4,60	5	0	0,789	10,84	13,74	0,54	0,69
4,70	8	0	0,788	17,33	21,98	0,87	1,10
4,80	9	0	0,787	19,47	24,73	0,97	1,24
4,90	7	0	0,786	14,48	18,42	0,72	0,92
5,00	7	0	0,785	14,46	18,42	0,72	0,92
5,10	7	0	0,784	14,44	18,42	0,72	0,92
5,20	9	0	0,783	18,54	23,68	0,93	1,18
5,30	11	0	0,782	22,64	28,95	1,13	1,45
5,40	18	0	0,731	34,63	47,37	1,73	2,37
5,50	20	0	0,730	38,43	52,63	1,92	2,63
5,60	21	0	0,679	37,53	55,26	1,88	2,76
5,70	17	0	0,728	32,58	44,74	1,63	2,24
5,80	16	0	0,727	30,62	42,11	1,53	2,11
5,90	19	0	0,726	34,84	47,97	1,74	2,40

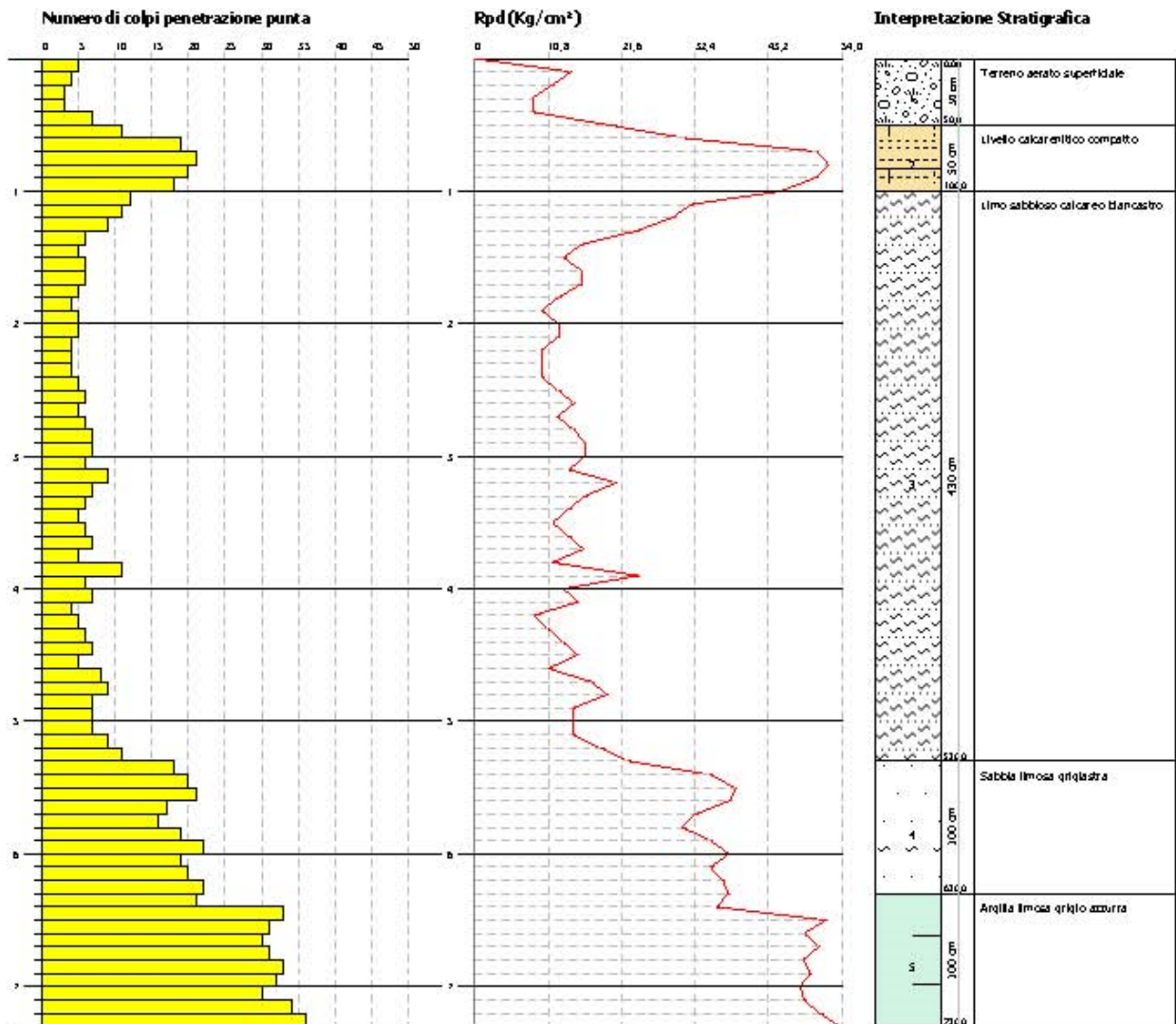


Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO
 Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera
 3409134882
mauriziogiacomino@gmail.com

CODE
 Bolettieri

PAGE
 73 di/of 85

6,00	22	0	0,675	37,52	55,54	1,88	2,78
6,10	19	0	0,725	34,76	47,97	1,74	2,40
6,20	20	0	0,724	36,54	50,49	1,83	2,52
6,30	22	0	0,673	37,37	55,54	1,87	2,78
6,40	21	0	0,672	35,63	53,02	1,78	2,65
6,50	33	0	0,621	51,75	83,31	2,59	4,17
6,60	31	0	0,620	48,55	78,26	2,43	3,91
6,70	30	0	0,670	50,71	75,74	2,54	3,79
6,80	31	0	0,619	48,42	78,26	2,42	3,91
6,90	33	0	0,618	49,47	80,05	2,47	4,00
7,00	32	0	0,617	47,91	77,63	2,40	3,88
7,10	30	0	0,666	48,50	72,78	2,42	3,64
7,20	34	0	0,616	50,78	82,48	2,54	4,12
7,30	36	0	0,615	53,70	87,33	2,68	4,37



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen6 – TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 74 di/of 85

Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	23,67	7,30	Terzaghi-Peck	1,60

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	23,67	7,30	Robertson (1983)	47,34

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	23,67	7,30	Stroud e Butler (1975)	108,60

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	23,67	7,30	Apollonia	236,70

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	23,67	7,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	23,67	7,30	Meyerhof ed altri	2,11

Peso unità di volume saturo


	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1				
Strato 2				
Strato 3				
Strato 4				
Strato 5	23,67	7,30	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,19

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen6 Bite A – TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	3,35	0,50	3,35	Gibbs & Holtz 1957	18,8
Strato 2	13,55	1,00	13,55	Gibbs & Holtz 1957	45,07
Strato 3	4,99	5,30	4,99	Gibbs & Holtz 1957	17,44
Strato 4	14,76	6,30	14,76	Gibbs & Holtz 1957	31,98
Strato 5					

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,35	0,50	3,35	Sowers (1961)	28,94
Strato 2	13,55	1,00	13,55	Sowers (1961)	31,79
Strato 3	4,99	5,30	4,99	Sowers (1961)	29,4

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 75 di/of 85

Strato 4	14,76	6,30	14,76	Sowers (1961)	32,13
Strato 5					

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	3,35	0,50	3,35	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	13,55	1,00	13,55	Bowles (1982) Sabbia Media	142,75
Strato 3	4,99	5,30	4,99	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	14,76	6,30	14,76	Bowles (1982) Sabbia Media	148,80
Strato 5					

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	3,35	0,50	3,35	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	34,35
Strato 2	13,55	1,00	13,55	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	55,30
Strato 3	4,99	5,30	4,99	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,71
Strato 4	14,76	6,30	14,76	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	57,78
Strato 5					

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,35	0,50	3,35	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	13,55	1,00	13,55	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	4,99	5,30	4,99	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	14,76	6,30	14,76	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5					

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	3,35	0,50	3,35	Meyerhof ed altri	1,47
Strato 2	13,55	1,00	13,55	Meyerhof ed altri	1,84
Strato 3	4,99	5,30	4,99	Meyerhof ed altri	1,54
Strato 4	14,76	6,30	14,76	Meyerhof ed altri	1,87
Strato 5					

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	3,35	0,50	3,35	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	13,55	1,00	13,55	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
Strato 3	4,99	5,30	4,99	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 4	14,76	6,30	14,76	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
Strato 5					

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,35	0,50	3,35	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	13,55	1,00	13,55	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	4,99	5,30	4,99	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	14,76	6,30	14,76	(A.G.I.)	0,33
Strato 5					

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	3,35	0,50	3,35	Ohsaki (Sabbie pulite)	202,51
Strato 2	13,55	1,00	13,55	Ohsaki (Sabbie pulite)	753,25
Strato 3	4,99	5,30	4,99	Ohsaki (Sabbie pulite)	294,53
Strato 4	14,76	6,30	14,76	Ohsaki (Sabbie pulite)	816,31
Strato 5					

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	3,35	0,50	3,35	Ohta & Goto (1978) Limi	64,529
Strato 2	13,55	1,00	13,55	Ohta & Goto (1978) Limi	101,586
Strato 3	4,99	5,30	4,99	Ohta & Goto (1978) Limi	112,737
Strato 4	14,76	6,30	14,76	Ohta & Goto (1978) Limi	153,008
Strato 5					

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 76 di/of 85

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	3,35	0,50	3,35	Navfac 1971-1982	0,60
Strato 2	13,55	1,00	13,55	Navfac 1971-1982	2,84
Strato 3	4,99	5,30	4,99	Navfac 1971-1982	0,98
Strato 4	14,76	6,30	14,76	Navfac 1971-1982	3,08
Strato 5					

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	3,35	0,50	3,35	Robertson 1983	6,70
Strato 2	13,55	1,00	13,55	Robertson 1983	27,10
Strato 3	4,99	5,30	4,99	Robertson 1983	9,98
Strato 4	14,76	6,30	14,76	Robertson 1983	29,52
Strato 5					

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 77 di/of 85

8. CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITÀ DELL'AERA

La normativa regionale indicata nella L. R. n. 9 del 07/06/2011, dispone che l'abitato di Grottole sia classificato Zona Sismica "2c" con un PGA (Peak Ground Acceleration) pari a 0.200 e una magnitudo attesa a distanza di 50 km pari a 6.7.

Il suolo di fondazione può essere associato, in base ai dati dell'indagine sismica eseguita, alla categoria di suolo "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".

Per tali terreni i parametri sismici con un coefficiente topografico T2, sono:

PARAMETRI SISMICI

Categoria sottosuolo: C
Periodo di riferimento: 50 anni

Categoria topografica: T2
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr:30 [anni]
ag: 0,043 g
Fo: 2,464
Tc*: 0,289 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,057 g
Fo: 2,503
Tc*: 0,313[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,160 g
Fo: 2,481
Tc*: 0,346 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
g: 0,205 g
Fo: 2,510
Tc*: 0,351 [s]

COEFFICIENTI SISMICI

<u>SLO:</u>	<u>SLD:</u>	<u>SLV:</u>	<u>SLC:</u>
Ss: 1,500	Ss: 1,500	Ss: 1,460	Ss: 1,390
Cc: 1,580	Cc: 1,540	Cc: 1,490	Cc: 1,480
St: 1,200	St: 1,200	St: 1,200	St: 1,200

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 78 di/of 85

Kh: 0,014

Kv: 0,007

Amax: 0.752

Beta: 0,180

Kh: 0,018

Kv: 0,009

Amax: 1.004

Beta: 0,180

Kh: 0,067

Kv: 0,034

Amax: 2.751

Beta: 0,240

Kh: 0,106

Kv: 0,053

Amax: 3.345

Beta: 0,310

8.1 MICROZONAZIONE SISMICA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO


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 legati alle caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche dell'area e di fenomeni di instabilità e deformazione permanente 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 del parco fotovoltaico in progetto in zone a suscettibilità sismica differente.

Come riportato nell'allegato A.12.a.11.2 "Carta della Microzonazione Sismica" l'area di sedime del parco in progetto è diviso in n. 3 zone sismiche differenti: due classificate Zone Stabili (b) a suscettibili di amplificazioni locali, mentre una è stata classificata Zona suscettibili di instabilità (a) in cui gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del terreno come l'instabilità di versante.

L'intero campo fotovoltaico in progetto ricade sui terreni argilloso limosi parzialmente sovrapposti da depositi terrazzati fluviali. Tali terreni sono stati classificati in Zona Stabile suscettibile di amplificazione locale (Mz-b-1) poiché il pacchetto di sedimenti molto spesso, con un bedrock sismico, non presente nei primi 30 mt di profondità, potrebbe amplificare la risposta sismica locale dei terreni anche se privi di caratteri amplificativi vari come instabilità superficiali e profonde, cedimenti differenziali, liquefazioni o presenze di faghi attive e capaci.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 79 di/of 85

9. CONSIDERAZIONI SUI TERRENI DI FONDAZIONE DEL PARCO FOTVOLTAICO IN PROGETTO

Il parco fotovoltaico in progetto composto in un unico campo recintato sarà disposto principalmente sui terreni argilloso-limosi appartenenti alle argille subappennine e parzialmente su depositi sabbioso ghiaiosi dei terrazzi fluviali di media del Torrente Bilioso.

I terreni presenti lungo il versante di sinistra idrografica del torrente Bilioso sono terreni con discrete caratteristiche geotecniche, privi di instabilità sia profonda che superficiale o areale.

In generale sono terreni sabbiosi e ghiaiosi più o meno limosi, in cui vi può essere la presenza di acqua di falda, poiché la stessa è trattenuta alla base dal substrato argilloso limoso impermeabile che costituisce la restante parte del versante di stretto interesse.

Il substrato argilloso-limoso vede la caratteristica alterazione superficiale delle argille grigio-azzurre; infatti, per una profondità di 1.5 -2.0 mt la argille affioranti direttamente presentano la caratteristica alterazione, di colore giallastro, con flocculi biancasti dovuti all'infiltrazioni e di acqua meteorica.

Tale porzione alterata di terreno, come riportato nell'ampia bibliografia sull'argomento, vede un decadimento delle caratteristiche geotecniche delle stesse argille rispetto a quelle più profonde an soggette ad alterazione superficiale.

Di seguito si riportano i principali parametri geotecnici utili alla definizione delle caratteristiche dei terreni di sedime del parco fotovoltaico in progetto, in cui si riporta anche la differenziazione dei parametri geotecnici tra le argille grigio-azzurre profonde non alterate e quelle giallastre superficiali soggette ad alterazione ambientale.

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 80 di/of 85

9.1 PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

- Valori medi (V_m) dli terreno vegetale areato

- | | |
|--|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> Peso di volume naturale | $P_v = 1,72 \text{ gr/m}^3$ |
| <input type="checkbox"/> Coesione | $c = 0.00 \text{ kg/cm}^2$ |
| <input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno | $\phi = 18.0^\circ$ |

- Valori medi (V_m) dei terreni di sedimentazione continentale composti da sabbie-ghiaiose appartenenti ai depositi terrazzati fluviali di quota media

- | | |
|--|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Peso di volume naturale | $P_v = 1,94 \text{ gr/cm}^3$ |
| <input type="checkbox"/> Coesione | $c = 0.00 \text{ kg/cm}^2$ |
| <input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno | $\phi = 27.0^\circ$ |

- Valori medi (V_m) dei terreni argilloso-limosi superficiali alterati

- | | |
|--|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Peso di volume naturale | $P_v = 2.00 \text{ gr/cm}^3$ |
| <input type="checkbox"/> Coesione | $c = 0.10 \text{ kg/cm}^2$ |
| <input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno | $\phi = 21.0^\circ$ |

- Valori medi (V_m) dei terreni argilloso-limosi superficiali grigio-azzurre

- | | |
|--|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Peso di volume naturale | $P_v = 2.04 \text{ gr/cm}^3$ |
| <input type="checkbox"/> Coesione | $c = 0.24 \text{ kg/cm}^2$ |
| <input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno | $\phi = 24.0^\circ$ |

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) $c'_k = c'_m (1+X \cdot Vc)$
- (3) $C_{uk} = C_{um} (1+X \cdot VCu)$

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	CODE Bolettieri
		PAGE 81 di/of 85

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.

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 V_d 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)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

L'utilizzo dei parametri di progetto V_d 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
maurizogiacomino@gmail.com

CODE
Bolettieri

PAGE
82 di/of 85

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 maurizogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 83 di/of 85

10.ANALISI DI STABILITÀ DI VERSANTE

L'intero parco fotovoltaico è ubicato su un versante da poco a mediamente inclinato composta da mammelloni argillosi, privi di instabilità profonde, ma stabili anche in relazione all'evoluzione futura dei fossi che scorrono perpendicolarmente l'impluvio principale composto dal Torrente Bilioso

Pertanto, per le caratteristiche morfologiche delle aree interessate dell'ubicazione degli inseguitori solari in 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> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 84 di/of 85

11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I lavori in progetto prevedono la costruzione di un parco fotovoltaico di 19.9584 MWp disposto in un unico campo ubicato su un versante da poco a mediamente inclinato di sinistra idrografica del Torrente Bilioso, in cui affiorano lembi di depositi terrazzati fluviali di media quota di poco spessore disposto sul substrato argilloso delle Argille Grigio-azzurre.

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 del parco fotovoltaico in progetto, evidenzia l'ottima disposizione dello stesso in relazione alla litologia dei terreni affioranti e alla geomorfologia delle zone interessate, infatti, esse ricadono tutte su terreni con discrete caratteristiche geotecniche e poste ad una distanza di sicurezza dall'alveo del Torrente Bilioso.

Dal punto di vista sismico, i terreni del sito indagato appartengono alla categoria "C" e dalle verifiche effettuate non vi è la presenza del bedrock sismico nei primi 30.0 mt di profondità.

Tutte le caratteristiche geologiche individuate nel presente lavoro hanno evidenziato che, come indicato nell'elaborato A12.a11.3 "Carta di Sintesi Finale della Criticità e Pericolosità Geologica e Geomorfologica" l'area di sedime del parco fotovoltaico in progetto compreso la pista perimetrale esterna ricade in una zona non critica sia

	Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera 3409134882 mauriziogiacomino@gmail.com	<i>CODE</i> Bolettieri
		<i>PAGE</i> 85 di/of 85

puntualmente che diffusamente “Ia”, cioè in un’area leggermente ondulata composta da mammelloni argillosi.

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, li 17 novembre 2021

Il Geologo

Dott. Maurizio Giacomino