



Proponente

Progettista

ISTANZA VIA
Presentata al
Ministero della Transizione Ecologica
e al Ministero della Cultura
(art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii)

PROGETTO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO)
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp
POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 19,40 MW
Comune di Librizzi (ME)

RELAZIONE IDROGEOLOGICA
PER LE VERIFICHE IDRODINAMICHE E DI STABILITA'

22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08

PROPONENTE:

LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 11 S.R.L.
Via Giacomo Leopardi, 7 – CAP 20123 Milano (MI)
P. IVA e C.F. 11415380960 – REA MI - 2600904

PROGETTISTA:

ING. LEONARDO SBLENDIDO
Iscritto all' Ordine degli Ingegneri di Cosenza al n. 1947 Sez. A

GEOLOGO:

DOTT.SSA CONCETTA PEREZ
Iscritta all' Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 2733 sez. A

Data	Rev.	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
09/2022	0	Prima emissione	C.P.	G.G.	G. Calzolari

  	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	2 di 87

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	DATI GENERALI DEL PROGETTO	6
2	STATO DI FATTO	7
2.1	LOCALIZZAZIONE IMPIANTO	7
2.1.1	Inquadramento catastale impianto	8
3	INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'IMPIANTO	10
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	12
4.1	ASSETTO GEOLOGICO – STRUTTURALE	12
4.2	CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E STRATIGRAFIA NELL'AREA DI PROGETTO.....	15
5	CENNI DI CLIMATOLOGIA	21
6	ANALISI PAESAGGISTICA GEOMORFOLOGICA	23
7	ASSETTO IDROGRAFICO SUPERFICIALE	27
8	CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE	28
9	CARTA DEI DISSESTI E PERICOLOSITÀ IDRAULICA- REGIME VINCOLISTICO	30
10	OPERE DI MITIGAZIONE E REGIMAZIONE IDRAULICA	38
10.1	SISTEMA DI DRENAGGIO SU BASE GEOMORFOLOGICA-LITOSTRATIGRAFICA.....	38
11	CONSIDERAZIONI IDRO-GEOMORFOLOGICHE E REGIME VINCOLISTICO RILEVATE SULLE AREE ATTRAVERSALE DALLE OPERE DI CONNESSIONE – LINEA MT	42
12	CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE.....	44
13	INTRODUZIONE SULLE INDAGINI GEOFISICHE	49
14	INDAGINI GEOFISICHE DEL SOTTOSUOLO AI FINI DALL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO 50	
14.1	PREMESSA.....	50
14.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	51
14.3	METODOLOGIA SISMICA ADOPERATA E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	52
14.4	ELABORATI SISMICI.....	55
14.5	CARATTERISTICHE SISMO-STRATIGRAFICHE LOCALI	77
14.6	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO AI FINI DELLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	80
14.7	CONSIDERAZIONI GEOSISMICHE CONCLUSIVE.....	82
15	CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE CONCLUSIVE	85

- ALLEGATO 1: REPORT PROVE E ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO
- ALLEGATO 2: PROVE PENETROMETRICHE SPT
- ALLEGATO 2: RELAZIONE TOMOGRAFIE SISMICHE

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	3 di 87

1 PREMESSA

La presente relazione espone i risultati dello studio geologico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e geosismico sulla base dei risultati delle indagini effettuate in situ a supporto del progetto per la realizzazione di un impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte energetica rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto solare e messa in esercizio di un impianto solare agro-voltaico per la generazione di energia elettrica, comprensivo delle opere di connessione, proposto da Lightsource Renewable Energy Italy SPV 11 S.R.L., nei territori comunali di Librizzi (ME) e Patti (ME) in Sicilia, per una potenza nominale installata pari a 21,751 MWp ed una potenza in immissione pari a 19,4 MW.

L'energia elettrica prodotta sarà convogliata, dall'impianto agro-voltaico, mediante cavi interrati in media tensione MT 30 kV di lunghezza pari a circa 6,4 km fino alla sottostazione elettrica di trasformazione esistente "Minerva", situata nel comune di Patti (ME), in adiacenza alla SE elettrica di Patti. All'interno della sottostazione elettrica esistente è prevista la realizzazione di un nuovo stallo di trasformazione MT/AT e di una nuova cabina.

Il nuovo stallo, all'interno della sottostazione elettrica esistente "Minerva", sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in antenna a 150 kV con la stazione elettrica 150 kV di Patti (ME). L'energia dell'impianto complessivo è derivante da 35952 moduli che occupano una superficie fotovoltaica di 100.497 m² ed è composto da 97 gruppi di conversione SUN2000-215KTL-H0 che convertono la potenza DC in AC in campo e 8 cabine di trasformazione da 3150 kVA.

L'iniziativa progettuale mira a contribuire al soddisfacimento delle esigenze di Energia Verde e allo Sviluppo Sostenibile in quanto risponde pienamente ai requisiti di rinnovabilità, inesauribilità, assenza di emissioni inquinanti ed è riconosciuta, insieme ad altre fonti di energia rinnovabile, come preferibile ad altre forme, nella produzione di energia elettrica, inoltre la scelta operata da parte della Società proponente, di sfruttare l'energia solare per la produzione di energia elettrica optando per il regime agro-voltaico, consente di coniugare le esigenze energetiche da fonte energetica rinnovabile con quelle di minimizzazione della copertura del suolo, allorché tutte le aree lasciate libere dalle opere, saranno rese disponibili per fini agronomici o allevamento di animali.

È importante sottolineare come la posa in opera di un sistema fotovoltaico non determini cambiamenti irreversibili del territorio, inoltre, a parere della scrivente, il sito in oggetto ha delle caratteristiche, sia morfologiche che di esposizione, che lo possono far considerare parecchio idoneo per la destinazione d'uso al quale è chiamato.

L'area prescelta risulta ideale per la realizzazione di un impianto fotovoltaico grazie alle seguenti caratteristiche:

- Rispetto agli strumenti di tutela territoriale, in quanto l'intervento risulta sostanzialmente coerente con le previsioni urbanistiche, ambientali e paesaggistiche, sia pure condizionato all'ottenimento delle relative autorizzazioni;
- L'area di progetto identificata è libera da ostacoli e ciò permette all'impianto di beneficiare appieno dell'irraggiamento solare e di condizioni ottimali per la semplicità di installazione;
- Il sito è raggiungibile dalla viabilità già esistente, permettendo una semplificazione logistico- organizzativa dell'accessibilità durante la fase di cantiere, e della viabilità definitiva prevista per la gestione dell'impianto;
- Il sito risulta vicino alla cabina primaria, condizione che comporta una favorevole modalità di connessione alla RTN.

La tecnologia impiantistica prevede l'installazione di moduli fotovoltaici bifacciali su strutture metalliche in acciaio zincato mobili sospese (tracker) di tipo mono-assiale ancorate a terra mediante

  	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	4 di 87

opere infrastrutturali e di fondazione che il progettista riterrà più idonee in base alle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e sismiche del sottosuolo indagato, esposte di seguito in questa relazione.

Catastalmente l'area ricade nei Fogli di mappa, come riportato negli elaborati grafici del progetto, censite presso il Catasto terreni del Comune di Librizzi: Foglio n°21,22,23.

Le aree scelte per l'installazione del Progetto Fotovoltaico sono interamente contenute all'interno di aree di proprietà privata *Inquadramento Catastale_Impianto* su cui TEP Renewables (Monreale PV) S.r.l. ha acquisito il diritto di superficie per un periodo di 30 anni.

Lo studio è stato commissionato alla sottoscritta Geologo Dr.ssa Concetta Pérez (O.R.G.S. n°2733 sez. A) dalla Soc. TEP RENEWABLES (Italia) S.r.l., la quale è una società del Gruppo TEP Renewables con sede legale in Gran Bretagna, ha uffici operativi in Italia, Cipro e USA, e sarà finalizzato alla ricostruzione dei rapporti stratigrafici tra le singole unità litotecniche costituenti il suolo di fondazione e alla loro caratterizzazione geotecnica e sismica secondo la nuova normativa vigente.

Per l'espletamento dell'incarico sono stati effettuati dei preliminari sopralluoghi conoscitivi dei terreni interessati dall'installazione dell'impianto di generazione elettrica in progetto. Successivamente si è eseguito un attento rilevamento geologico di superficie, opportunamente esteso alle zone limitrofe, per inquadrare le stesse nel contesto geologico, geomorfologico e idrogeologico generale, nonché in quello litostratigrafico e strutturale, accertando se nel sito di progetto esistono caratteristiche geologico-geomorfologiche tali da garantire la stabilità dei manufatti da realizzare, in relazione soprattutto al mantenimento degli equilibri morfogenetici esistenti.

Scopo del presente lavoro è quello di individuare ed analizzare, l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e geosismico, dei terreni interessati dall'installazione dell'impianto di generazione elettrica, accertando se nel sito di progetto esistono caratteristiche geologico-tecniche tali da garantire la stabilità dei manufatti da realizzare.

A tutela della stabilità delle aree e del buon regime delle acque e per caratterizzare al meglio i terreni di fondazione, la scrivente ha effettuato dei rilevamenti nell'area in studio e in un suo ampio intorno supportato dai dati provenienti dalla campagna di indagini geognostiche, di tipo geofisico, geomeccanico con analisi e prove geotecniche di laboratorio, mirate al tipo di problematiche riscontrate nelle aree interessate dalle opere dell'impianto agro-voltaico, *nel dettaglio sono stati effettuati n°4 perforazioni ad andamento verticale a carotaggio continuo per complessivi 57 metri con prelievo, di 57 campioni disturbati e 6 campioni indisturbati con le relative analisi di laboratorio comprendenti, la caratterizzazione fisica, analisi granulometrica, limiti di Atterberg, determinazione del contenuto di CaCO₃, prove di taglio diretto e prove triassiali consolidate e non consolidate e non drenate, determinazione resistenze residue, inoltre nel corso della perforazione sono state effettuate n°4 prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test) e n° 14 Profili sismici a rifrazione e interpretazione tomografica in fit congiunto con n° 8 acquisizioni con tecnica sismica passiva a stazione singola "HVSr", eseguita con Tromografo elettronico digitale TROMINO® ENGINEERING, al fine di caratterizzare la stratigrafia del sottosuolo, ricostruire il modello geologico stratigrafico del volume di terreno interessato dalle fondazioni delle opere soprastanti da realizzare e individuare discontinuità anomale all'interno della successione litostratigrafica sottostante, misurare la frequenza di risonanza dei suoli senza limiti di profondità, nell'intervallo di interesse geotecnico e strutturale, per valutare la risposta sismica del sito ed eventuali effetti di amplificazione sismica, stratigrafica e topografica, del moto in superficie e determinare il Vs_{eq}/Vs₃₀ per definire la categoria del suolo di fondazione, secondo quanto previsto nel D.M. 17 Gennaio 2018 relativo alle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni".*

  	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev.</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">5 di 87</p>

Lo studio Geologico-tecnico eseguito ha permesso di potere effettuare:

1. Rilevamento geologico di dettaglio, in scala 1: 25.000, al fine di ricostruire la successione litostratigrafica, la struttura, la giacitura e la natura dei litotipi che costituiscono, la suddetta area;
2. Indagine dell'assetto geomorfologico dell'area in studio al fine di potere accertare eventuali fenomeni di instabilità sia in atto che potenziali;
3. Valutazione delle caratteristiche idrogeologiche dei litotipi per accertare la eventuale presenza di falda freatica sotterranea che può comportare, variazioni delle caratteristiche geo-meccaniche dei terreni e risposte sismiche locali diversificate (es.: variazione di amplificazione sismica);
4. Analisi Geofisiche per identificare i parametri sismici e le frequenze del terreno di fondazione.
5. Considerazioni fisico-meccaniche del substrato e analisi e prove di laboratorio per identificare i parametri geotecnici del terreno di fondazione.

Lo studio geologico del terreno è stato condotto essenzialmente mediante ricognizioni di superficie, avvalendosi dei dati raccolti durante il sopralluogo. I dati della stratigrafia locale sono stati desunti dall'osservazione diretta, su spaccati di terreno, sia naturali che artificiali, presenti in aree prossime a quella in studio e da quanto riportato nella letteratura geologica specifica in comparazione con il modello geo-stratigrafico ottenuto dalle indagini geognostiche effettuate in sito.

A seguito delle risultanze delle indagini svolte e sulla scorta delle conoscenze acquisite in luogo tramite rilevamento geologico-geomorfologico di superficie e indagini geognostiche in situ è stato possibile fornire al calcolista un quadro completo delle condizioni geologiche, geotecniche e geosismiche del terreno di sedime.

  	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	6 di 87

1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO

Nella Tabella 1.1 sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

Tabella 1.1: Dati di progetto

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	TEP RENEWABLES (LIBBRIZZI PV) S.R.L.
Luogo di installazione:	Comune di Librizzi - provincia di Messina
Denominazione impianto:	LIBRIZZI PV
Area lorda (ha)	
Area utile moduli m ²	100.497 m ²
Dati catastali area di progetto:	Foglio 181 (Particella 22,208, 210, 209, 211)
Potenza di picco (MW _p):	21,75 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. La morfologia è piuttosto regolare.
Punto di Connessione:	NUOVA SE MONREALE TERNA con standard a 36 kV
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Tracker mono-assiale n° 86 -3×12 e n° 706 - 2×24
Inclinazione piano dei moduli:	da +55° / - 55°
Azimuth di installazione:	0°
Slope max area utile	10%
Numero di string inverter	n. 97
Powestation da 3150 kVA	n. 8
Rete di collegamento:	Alta Tensione – 30 kV da Sottostazione Elettrica Utente "Minerva"
Coordinate sito:	Lat. 38°04'27.71" N Long. 14°59'13.70" E Altitudine media 350 m s.l.m.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	7 di 87

2 STATO DI FATTO

2.1 LOCALIZZAZIONE IMPIANTO

L'area interessata dall'installazione dell'impianto agro-voltaico si colloca all'interno di una zona orografica dell'entroterra collinare della Sicilia Nord-Orientale situata all'interno del territorio comunale di Librizzi (ME) altimetricamente a quota media compresa tra 330 m e 390 m s.l.m., mentre le opere di connessione ricadono sia nel Comune di Librizzi (ME) che nel Comune di Patti (ME). Questa area in oggetto risulta essere adatta allo scopo avendo una buona esposizione ed essendo raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

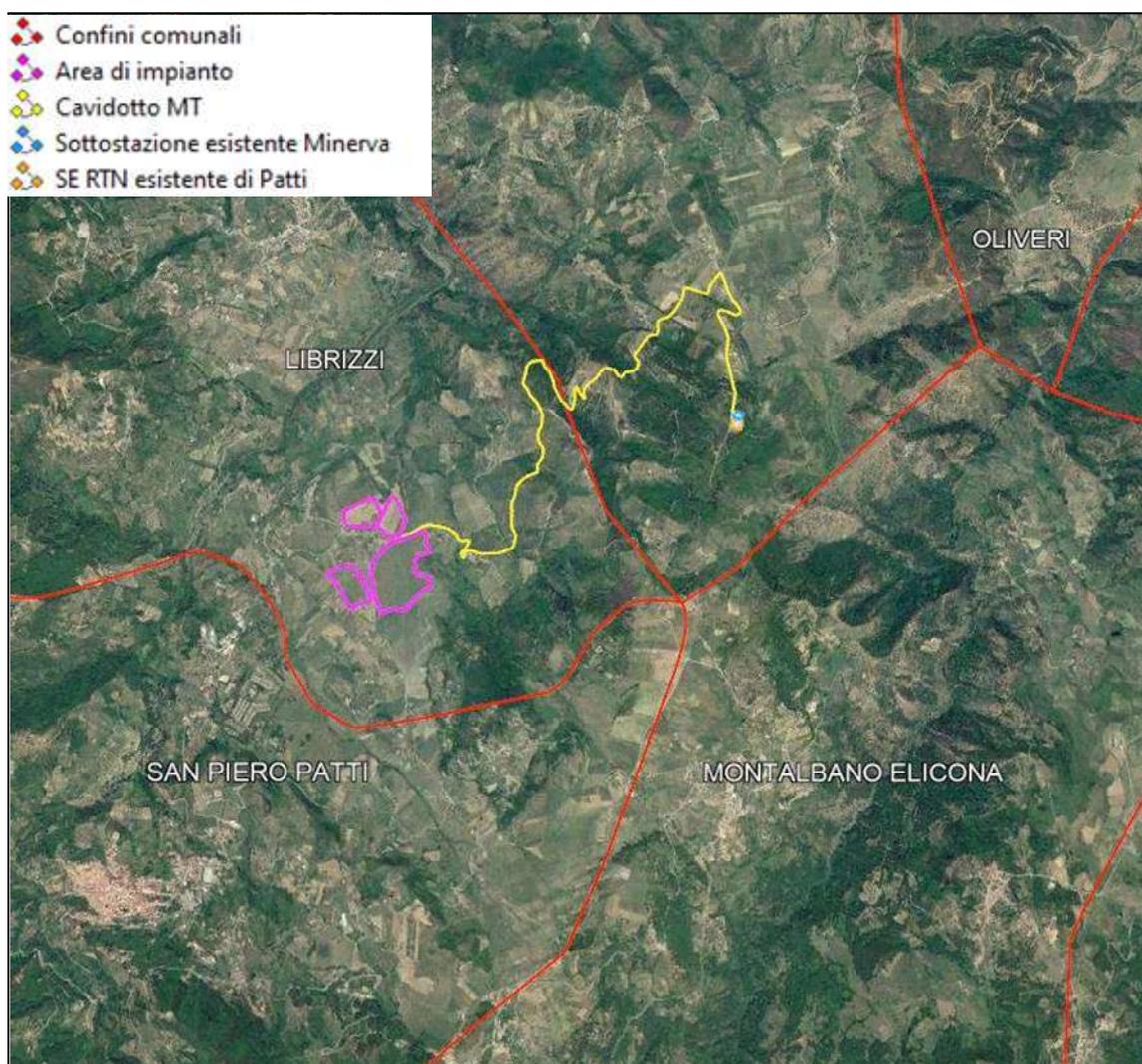


Figura 2.1: Inquadramento territoriale riguardante l'intera area in cui insistono tutte le opere di progetto fino al punto di connessione alla stazione elettrica "Sottostazione Elettrica Utente "Minerva" - Fonte: Google Earth Pro

  	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev. 0</p>	
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">8 di 87</p>

2.1.1 Inquadramento catastale impianto

In riferimento al Catasto Terreni del Comune di Librizzi (ME), l'impianto occupa le aree di cui al Foglio n°21,22,23.

Si riporta di seguito uno stralcio dell'inquadramento catastale Rif. "Inquadramento catastale impianto":

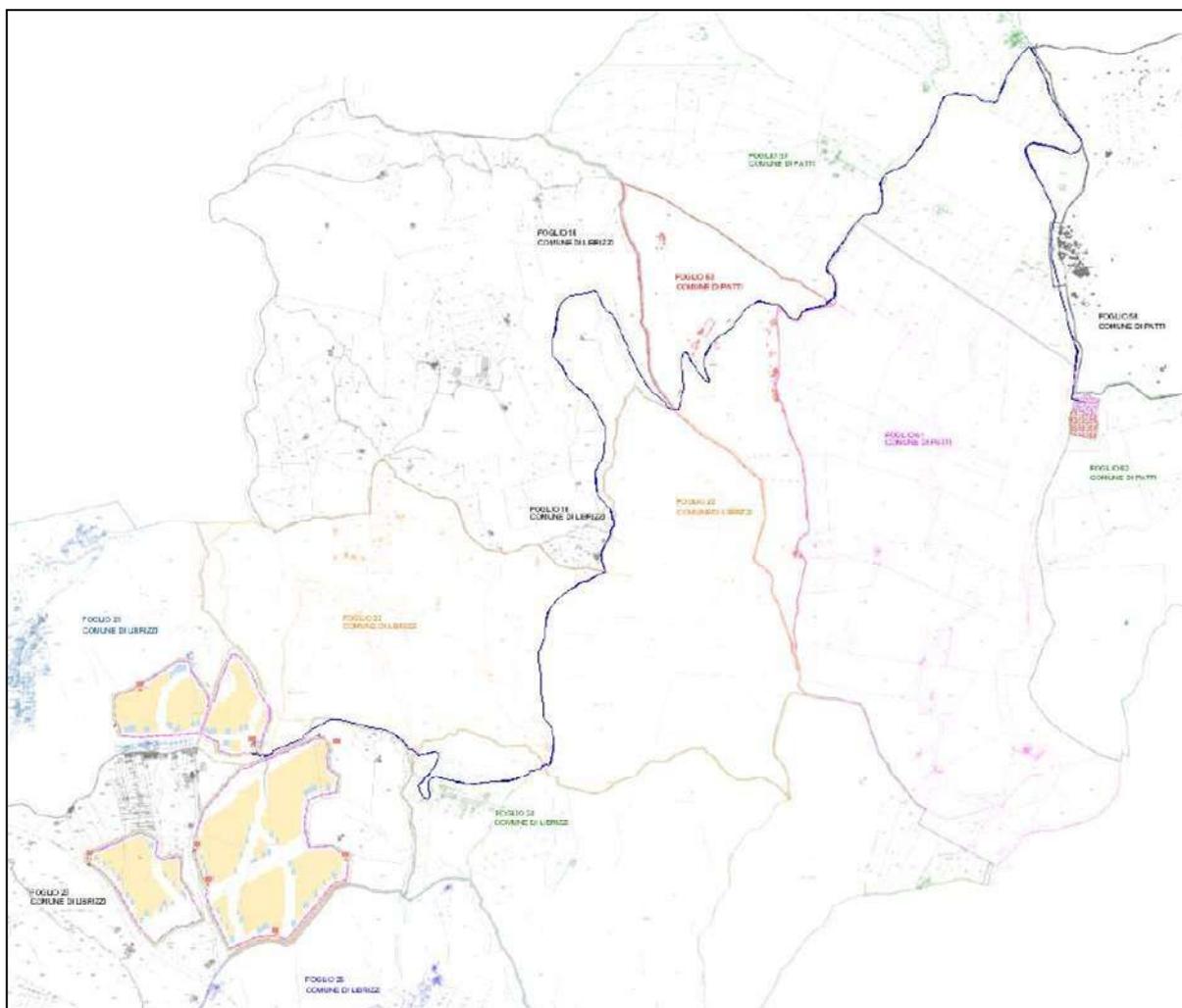


Figura 2.1: Inquadramento generale del layout di impianto su base catastale

	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p>Rev. 0</p>	
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p>Pag. 9 di 87</p>	

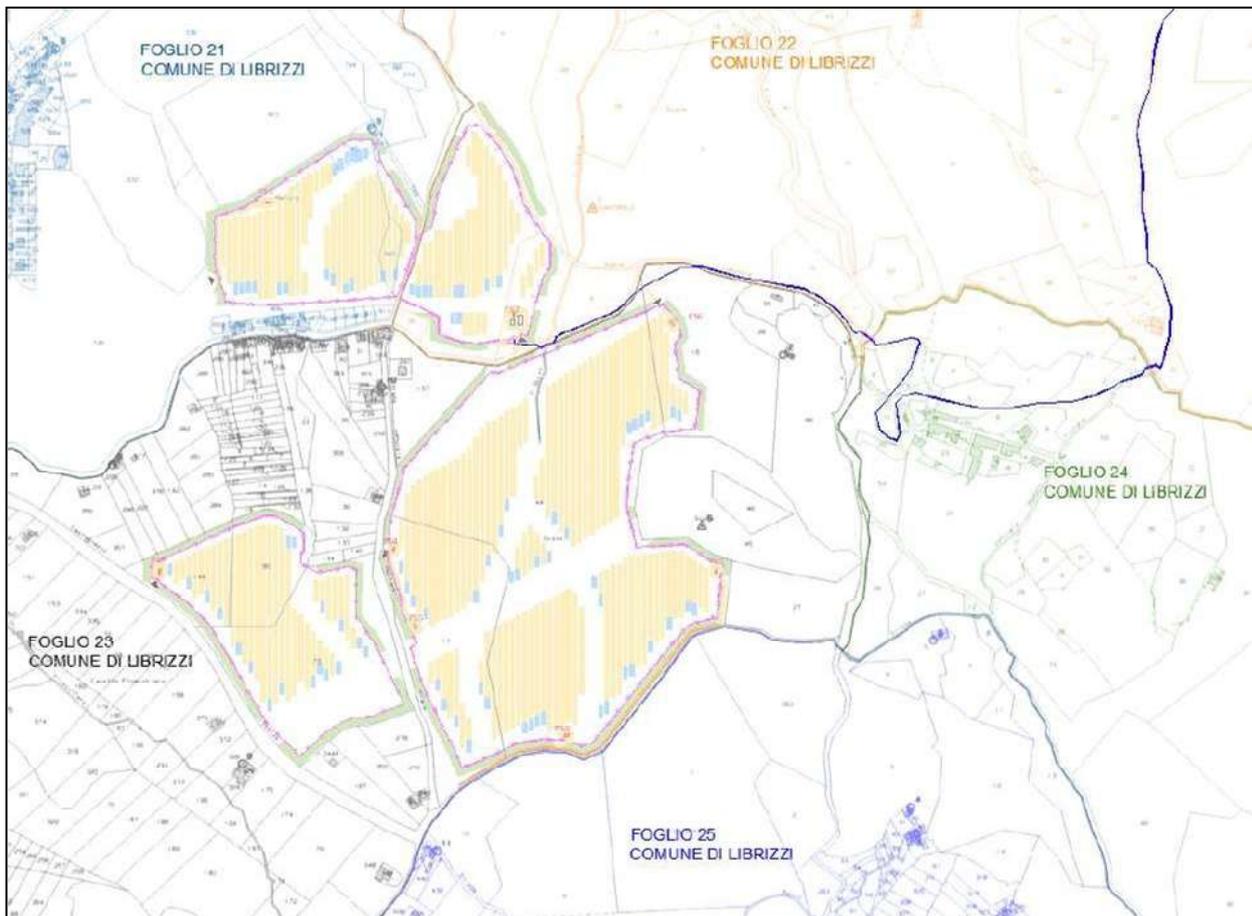


Figura 2.2: Dettaglio 1/3 dell'inquadramento generale del layout di impianto su base catastale

 	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev. 0</p>	
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag. 10 di 87</p>	

3 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'IMPIANTO

Dal punto di vista topografico, l'area del sito è individuabile sulla Cartografia IGM in scala 1: 25.000 al:

- Foglio 599-II – San Piero Patti
- Foglio 600-III - Montalbano Elicona

Si riporta di seguito lo stralcio cartografico dell'area interessata. I terreni risultano distinti in catasto Terreni del Comune di Librizzi (ME) al Foglio di mappa urbana n° 21,22,23. Il P.R.G. del comune di Librizzi colloca i terreni interessati dalle opere di progetto in zona a destinazione urbanistica - agricola.

L'area oggetto dell'intervento, presenta le seguenti coordinate geografiche:
 Lat. 38°04'27.71" N
 Long. 14°59'13.70" E

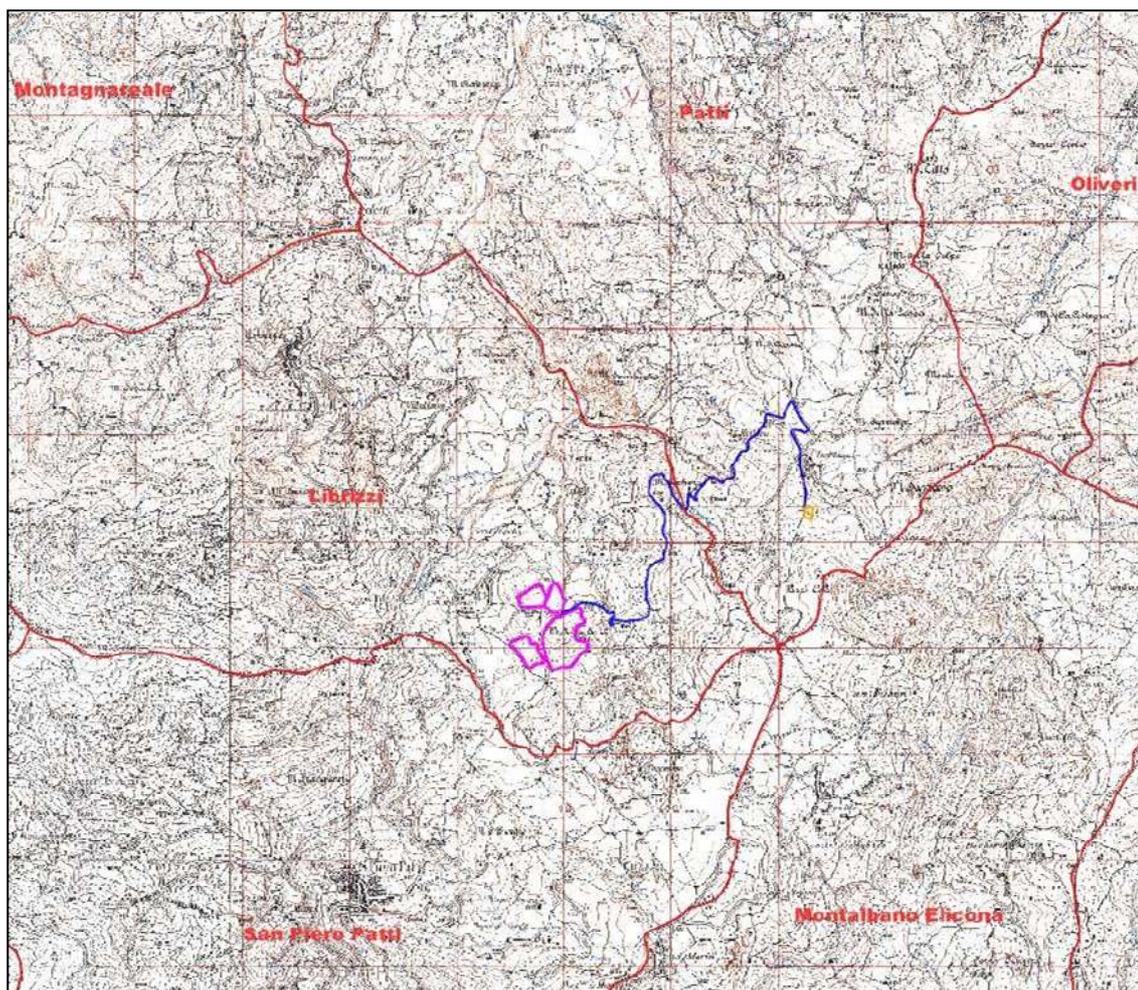


Figura 3.1: Inquadramento del layout di impianto su base IGM

	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev.</p> <p align="center">0</p>	
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag.</p> <p align="center">11 di 87</p>	

LAYOUT DI PROGETTO IMPIANTO
FOTOVOLTAICO "LIBRIZZI PV"



-  TRACKER 264 IN PROGETTO
-  TRACKER 2x12 IN PROGETTO
-  ALBERI DI ULIVO CV. CIPRESSINO IN PROGETTO
-  FASCIA DI MITIGAZIONE CON ALBERI DI ULIVO CIV.CIPRESSINO IN PROGETTO
-  POWER STATION IN PROGETTO
-  CABINA MAGAZZINO IN PROGETTO
-  CABINA UFFICIO IN PROGETTO
-  CABINA DI RACCOLTA MT IN PROGETTO
-  CAVIDOTTO MT 30 KV IN PROGETTO
-  CAVIDOTTO MT 30 KV IN TOC IN PROGETTO
-  RECINZIONE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO IN PROGETTO
-  ADEGUAMENTO RECINZIONE ESISTENTE
-  VIABILITÀ IN PROGETTO (STRADA BIANCA)
-  VIABILITÀ ESISTENTE DA ADEGUARE
-  INGRESSO AREA DI IMPIANTO
-  COLTURE IN PROGETTO: COLTURA MONOSPECIFICA DI FORAGGERE

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	12 di 87

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

4.1 ASSETTO GEOLOGICO – STRUTTURALE

I terreni oggetto di studio rientrano nel quadro geo-strutturale della Sicilia Nord-Orientale e fanno parte del bacino idrografico del Fiume S. Timeto il quale si inquadra in un contesto geologico, appartenente al settore settentrionale della Sicilia.

Il territorio del bacino idrografico del Torrente Timeto ricade nel settore Nord-Orientale dei Monti Peloritani. Geologicamente questo settore rappresenta l'estremo lembo meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano, struttura arcuata che raccorda l'Appennino con le Maghrebidi siciliane.

L'Arco Calabro-Peloritano risulta tettonicamente sovrascorso (AMODIO MORELLI *et al.*, 1976) ed in parte sovrascorso lungo la congiungente Taormina - S. Agata Militello ("Linea di Taormina" di SCANDONE *et al.*, 1974), sui terreni che costituiscono l'ossatura dei Monti Nebrodi, per i quali è ormai comunemente accettata la definizione di Maghrebidi siciliane, a testimonianza di una continuazione dei rilievi del Maghreb (GIUNTA, 1991). La "Linea di Taormina" è stata successivamente reinterpretata (NIGRO, 1994a, 1994b) come una superficie strutturale epidermica, variabile nella sua inclinazione ma riconducibile ad un fronte di sovrascorrimento.

I Monti Peloritani, così come tutto l'Arco Calabro-Peloritano, risultano costituiti da estesi affioramenti di rocce ignee e metamorfiche di età ercinica che non mostrano alcun riscontro nel resto delle Maghrebidi siciliane. In particolare, in questa catena montuosa, è ben rappresentato un complesso edificio tettonico a falde di ricoprimento ("Complesso Calabride" di OGNIBEN, 1960;1969) caratterizzato da diverse unità stratigrafico-strutturali a vergenza meridionale, accavallate sulle unità più interne delle Maghrebidi siciliane (Flysch di Monte Soro).

Le unità tettoniche più profonde di questo edificio affiorano sui versanti meridionale ed occidentale dei Monti Peloritani e sono costituite da falde a basamento semi-metamorfico ercinico con lembi di originarie coperture sedimentarie meso-cenozoiche.

L'edificio Calabride così strutturato nel Miocene inf. - medio sovrascorre i terreni della Catena Appennino-Maghrebide, originando una serie di piccoli bacini che ospitano la sedimentazione flischioide. In netta discordanza su questo edificio tettonico, a suturare i contatti di sovrascorrimento tra le sottostanti unità, giacciono le successioni del Miocene inf.-medio del Flysch di Capo d'Orlando, conosciuto in letteratura anche come "Formazione di Stilo-Capo d'Orlando" (BONARDI *et al.*, 1980), la cui sedimentazione viene interrotta dalla messa in posto della falda costituita dalle Argille Variegate cretacio-eoceniche, denominata "Antisicilide" (OGNIBEN, 1960). Esse rappresentano il prodotto di un ricoprimento tettonico caratterizzato da una vergenza opposta rispetto a quella generale, sud-vergente, delle varie Unità Calabridi. In discordanza e al di sopra delle Argille Variegate Antisicilidi si rinvengono le successioni mioceniche (Calcareniti di Floresta e sovrastanti argille marnose con intercalazioni di calcareniti) a testimonianza di una ripresa della sedimentazione flischioide, interrotta durante la messa in posto della falda antisicilide (CARMISCIANO & PUGLISI, 1979; CARMISCIANO *et al.*, 1981).

Al di sopra delle calcareniti, o a volte direttamente sulle argille, giace, più o meno discontinua, una successione sedimentaria post-orogena, depositatasi in seguito alla fase tettonica distensiva tortoniana. La base è rappresentata da una spessa successione di depositi terrigeni in facies di ambiente costiero-deltizio con ripetuti orizzonti conglomeratici, composti da elementi derivanti da tutte le Unità Calabridi, passanti verso l'alto e lateralmente ad un'alternanza arenaceo-argillosa.

Dal punto di vista strutturale, l'area Peloritana rappresenta una zona di ampio sollevamento regionale ("Horst Peloritano"), con trend assiale circa NE-SW ed immersione verso NE, delimitata ai suoi margini jonico e tirrenico da zone abbassate da sistemi di faglie normali orientati NE-SW

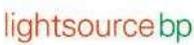
  	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev.</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">13 di 87</p>

(sistema Messina-Giardini) ed ENE-WSW (sistema peri-tirrenico), riferibili alla fase essenzialmente distensiva che ha avuto luogo nel Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.

L'area mostra un alto tasso di sollevamento in tempi recenti.

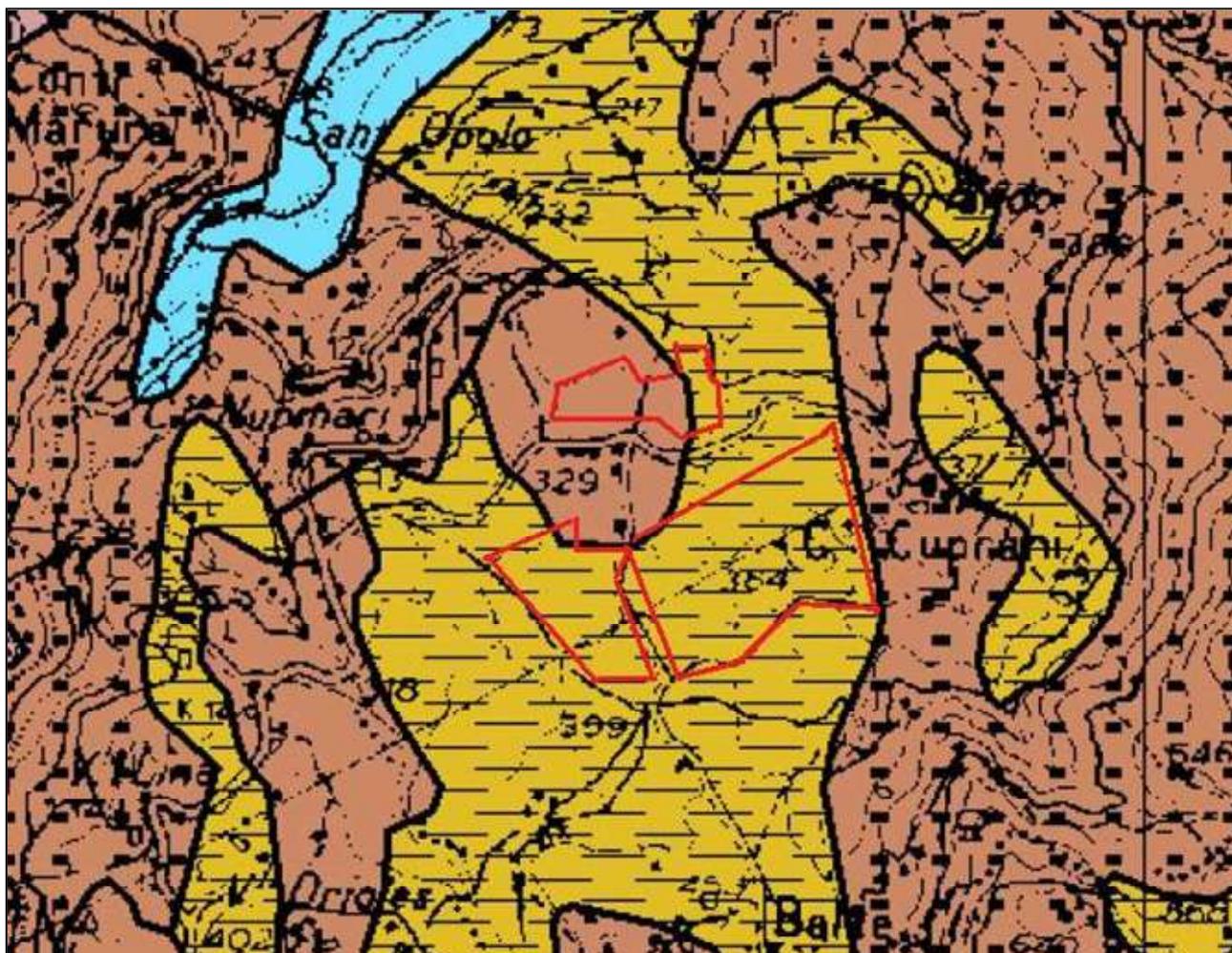
La zona dei Peloritani, come quella dei Nebrodi e delle Madonie, è storicamente un'area sismicamente attiva in accordo con le sue caratteristiche geologico-strutturali e mostra un'elevata scuotibilità perché risente della sismicità del Tirreno.

Di seguito sono descritte le unità stratigrafico-strutturali affioranti nell'area in esame.

  	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev. 0</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">14 di 87</p>

STRALCIO CARTA GEOLOGICA

(Rilievo a scala 1:25.000)



LEGENDA:

-  Alluvioni
 -  Arenarie a cemento calcareo
 -  Arenarie molassiche
 -  Arenarie quarzose Verrucano
 -  Arenarie quarzoso-feldspatiche
 -  Argille
 -  Argille brecciate
 -  Argille varicolori
-
-  Area interessata dall'impianto fotovoltaico
 -  Nuova linea AT

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	15 di 87

4.2 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E STRATIGRAFIA NELL'AREA DI PROGETTO

In un intorno significativo rispetto all'area interessata dall'impianto fotovoltaico in oggetto è stato eseguito un rilievo geologico di superficie finalizzato alla individuazione dei caratteri litologici, geomorfologici e strutturali dei terreni presenti, supportato dalle indagini geognostiche effettuate nell'area in esame. I dati ricavati dai sondaggi effettuati unitamente ai dati bibliografici esistenti hanno consentito, di redigere una Carta Geologica in scala 1: 25.000 (di seguito riportata) comprendente sia l'area interessata dall'impianto di fotovoltaico sia le aree attraversate dalla linea MT/AT di collegamento dell'impianto alla Sottostazione Elettrica Utente "Minerva", e di definire i rapporti stratigrafico-strutturali intercorrenti tra le diverse formazioni affioranti.

Il rilevamento geologico di superficie, esteso ad un'area di circa 100,497 m², interessata dall'impianto fotovoltaico, cartografati alla scala 1/10.000, e l'elaborazione dei risultati scaturiti dalle indagini geognostiche effettuate sui luoghi di intervento ha portato al riconoscimento nell'area studiata delle seguenti unità litostratigrafiche: di seguito si descrivono le caratteristiche litologiche, giaciture, strutturali e mineralogiche delle unità lito-geologiche rilevate in ciascuna sotto area, descritte dal livello litologico di copertura verso il basso, rappresentati nella colonna litostratigrafica di seguito allegata:

I terreni affioranti in quest'area sono rappresentati, principalmente, da successioni cretacicoeoceniche, denominata "Argille Variegate Antisicilide", esse rappresentano il prodotto di un ricoprimento tettonico. In discordanza e al di sopra delle Argille Variegate Antisicilidi si rinvengono le successioni mioceniche (Calcareniti di Floresta e sovrastanti argille marnose con intercalazioni di calcareniti) a testimonianza di una ripresa della sedimentazione flischioide, interrotta durante la messa in posto della falda antisicilide.

- Depositi di copertura eluviale/colluviale terrosa

In superficie è presente, con spessori modesti, una copertura di alterazione di aspetto terroso di origine agraria e/o detritico eluviale costituita da limo plastico passanti a limo sabbioso rimaneggiato con inclusi elementi litici centimetrici, caratterizzata da scadenti proprietà fisico-meccaniche, poco consistente e dotata di elevata compressibilità. Presenta nell'intera area in esame uno spessore variabile da 0,90 m a 1,00 m.

- Calcareniti di Floresta (Burdigaliano superiore - Langhiano)

(Costituenti le colline rocciose in rilievo che ergono sui terreni argillosi circostanti interessati dall'impianto agri-voltaico.)

Questa formazione poggia in discordanza sulle Argille Scagliose Antisicilidi, talora anche sul Flysch di Capo d'Orlando. Si tratta di arenarie arkosiche bianco grigiastre, fossilifere ed a cemento carbonatico, per molti versi analoghe alle areniti del Flysch di Capo d'Orlando. Ciò indica una medesima provenienza per entrambe le formazioni dai terreni strutturalmente più elevati della paleocatena a falde e pieghe, che ha dato origine all'attuale massiccio cristallino calabro-peloritano; infatti, le Calcareniti di Floresta rappresentano la ripresa della sedimentazione detritica dopo la messa in posto delle Argille Scagliose Antisicilidi. Nell'Area in esame si rilevano affioranti nei terreni, interessati dall'impianto agro-voltaico, situati a Nord-Ovest a formare delle colline in leggero rilievo in contatto discordante sulle argille varicolori costituenti il substrato di buona parte dell'intera area interessata dall'impianto fotovoltaico.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	16 di 87

- *Unità delle Argille Scagliose Varicolori Antisicilidi (Cretaceo superiore)*

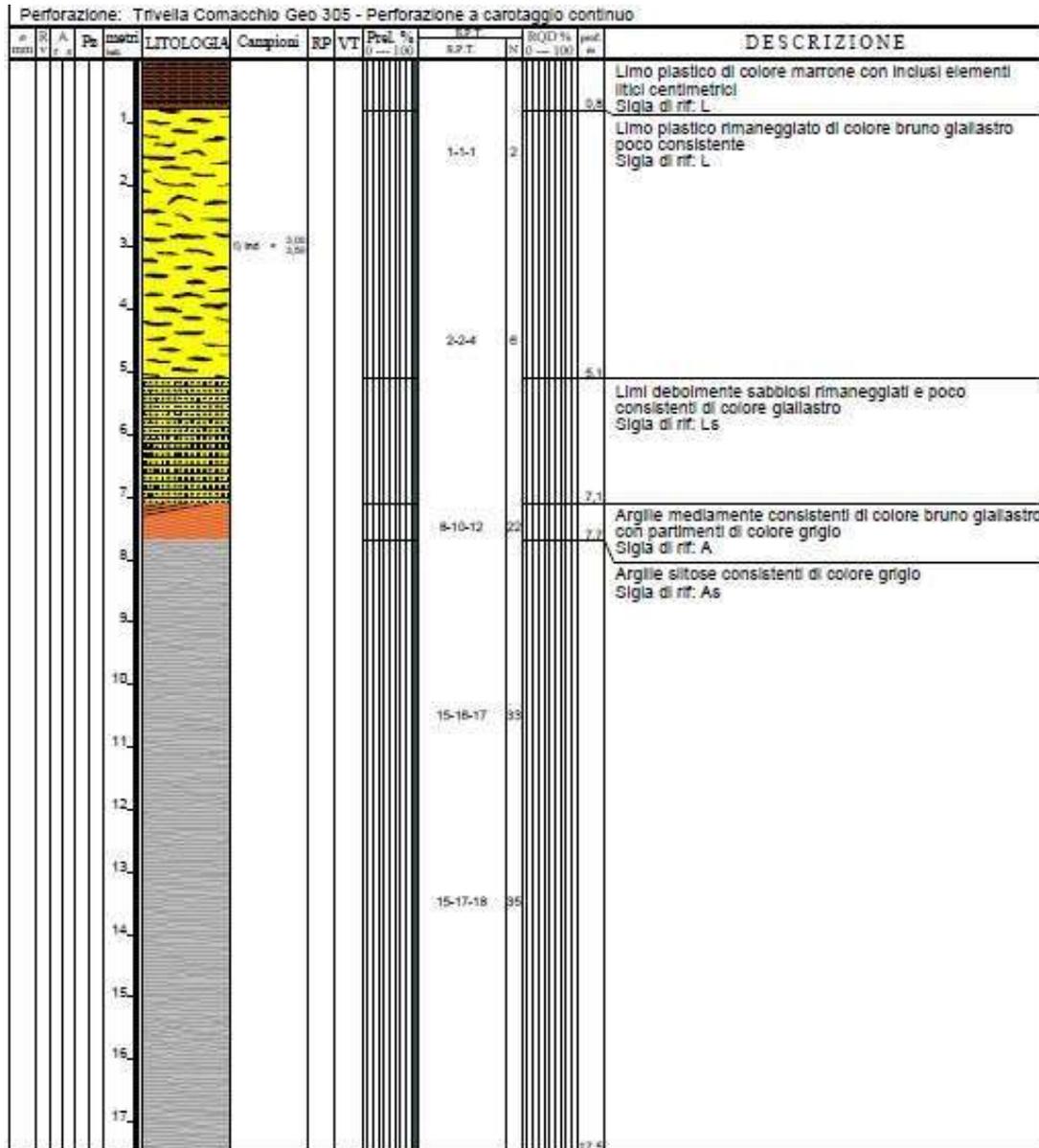
(Costituenti buona parte dell'intera area interessata dai pannelli fotovoltaici)

I terreni rilevati nell'area in studio fanno parte della formazione delle Argille scagliose varicolori *Antisicilidi*. Questa unità ricopre tettonicamente i depositi tardorogeni rappresentati dal Flysch di Capo d'Orlando ed è ricoperta in discordanza dalle Calcareni di Floresta. La denominazione "Antisicilide" deriva da analogie stratigrafiche che questa successione, prevalentemente argillosa, mostra con le Argille Variegate Sicilidi, dalle quali però differisce per posizione geotettonica. Le Argille Scagliose Antisicilidi hanno l'aspetto di argille policrome a tessitura scagliosa, sovente in giacitura caotica, cui si intercalano argilloscisti bituminosi alternati a radiolariti variegata, e straterelli argilloso-arenacei ed inglobanti quarzareniti giallastre identiche a quelle del Flysch Numidico.

La formazione nell'area in esame, dai carotaggi effettuati per una profondità di circa 17 m da p.c., da un esame macroscopico dei campioni prelevati si rileva un primo substrato alterato dello spessore variabile, nell'intera area interessata dall'impianto, che va dai 3,5 m ai 7 m da p.c. costituito da limi marnosi passanti a limi sabbiosi, il quale risulta rimaneggiato e poco consistente. Un secondo substrato costituito da argille siltose a prevalente montmorillonite, color tabacco grigiastro e verdastro contenete patine di ossidazione colore ocra e patine biancastre mineralizzate, noduli e sottili livelli sabbiosi giallo-biancastri, intercalazioni di calcilutiti, calcareniti a Nummuliti, siltiti e da sporadiche scaglie di rocce diabasiche, di scisti bituminosi e brecce calcaree, tipico della formazione delle Argille varicolori, tale substrato risulta da mediamente consistente a consistente a profondità superiori agli 7 m dal p.c.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	17 di 87

**COLONNA LITOSTRATIGRAFICA RAPPRESENTATIVA
DELL'AREA "A"**
 Scala 1:87-



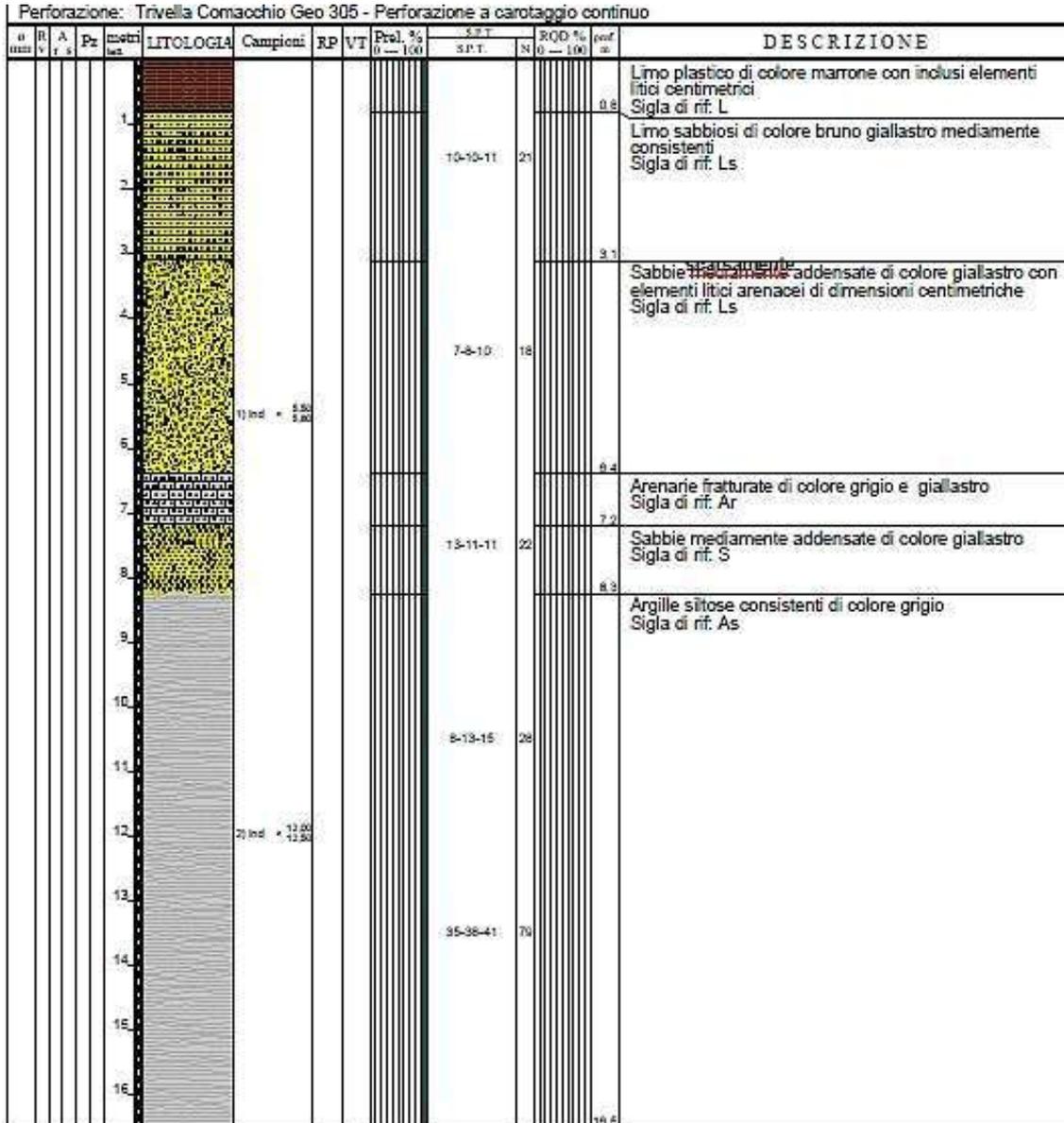
 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	18 di 87

**COLONNA LITOSTRATIGRAFICA RAPPRESENTATIVA
DELL'AREA "B"**
 Scala 1:62 -

Perforazione: Trivella Comacchio Geo 305 - Perforazione a carotaggio continuo												
n	A	Pz	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	SPT		RQD %		DESCRIZIONE	
							0-100	10-100	0-100	10-100		
											Limo di colore bruno rossastro con inclusi elementi litici centimetrici Sigla di rif. L	
1												
2							18-20-12	32			Argille siltose consistenti di colore bruno rossastro passanti a colorazione verdastro azzurro con sparsi elementi litici arenacei di dimensioni decimetriche Sigla di rif. As	
3												
4												
5							6-6-7	15				
6												
7												
8							7-12-12	24				
9												
10												
11												
12							14-18-23	41				

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	19 di 87

**COLONNA LITOSTRATIGRAFICA RAPPRESENTATIVA
DELL'AREA "C"**
Scala 1:87 -



 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	21 di 87

5 CENNI DI CLIMATOLOGIA

Per una caratterizzazione generale del clima nel settore nord-orientale della Sicilia nel quale ricade il bacino idrografico del Torrente Timeto, sono state considerate le informazioni ricavate dall' "Atlante Climatologico della Sicilia" (2000), redatto dall'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia.

Il clima, con i suoi molteplici aspetti e fenomeni, oltre ad avere contribuito alla formazione del paesaggio, ne influenza e ne condiziona la sua evoluzione, quindi, l'analisi degli elementi climatici è importante non solo per la caratterizzazione climatica di un'area, ma per valutare e prevedere la distribuzione e l'intensità dei fenomeni di alterazione esogena, le risorse idriche sul territorio.

Le condizioni orografiche e morfologiche della catena montuosa dei Monti Peloritani e della provincia di Messina, rispetto al restante territorio della Sicilia, influenzano notevolmente le caratteristiche climatiche dell'area in esame. La vicinanza della catena montuosa alla costa determina un effetto barriera nei confronti delle correnti aeree provenienti dal Tirreno e dallo Jonio ed allo stesso tempo il mare ha un'azione mitigatrice sulle aree costiere e più interne del territorio.

Per definire il microclima del settore in cui ricade il bacino idrografico del Torrente Timeto sono stati considerati gli elementi climatici *Temperatura* e *Precipitazioni*, registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate sia all'interno del bacino in esame che più prossime ad esso, ma hanno sicuramente una loro influenza anche altri fattori quali la copertura vegetale, l'esposizione dei versanti, la direzione prevalente dei venti, la distanza dal mare, la presenza delle dorsali montuose che si spingono fino al mare con i promontori di Capo Tindari ad Est e di Capo Calavà ad Ovest.

Tra i diversi metodi di classificazione climatica, quelli di De Martonne e Thornthwaite risultano essere i più adatti ad esprimere i caratteri climatici del territorio considerato.

In particolare, secondo la classificazione di De Martonne il clima dell'area è temperato caldo nella parte settentrionale, comprendendo la fascia costiera e la fascia basso collinare per una superficie pari al 10,8% di quella complessiva del bacino, mentre è temperato umido nella porzione centrale (dove è situata l'area in studio di questa Relazione) e fino ad una quota di circa 500 metri s.l.m. (57,6%) e umido nella porzione meridionale del bacino (31,6%).

Secondo la classificazione di Thornthwaite il clima è subumido-umido nella fascia altimetrica compresa tra 200 metri e circa 500 metri s.l.m., dove è compresa l'area in studio.

Il regime termometrico nel versante tirrenico della Sicilia Nord-Orientale e, più in particolare, dell'area in esame è tale da determinare l'aggregazione del territorio in tre fasce, corrispondenti a diversi valori della temperatura media annuale. In generale la distribuzione delle temperature è condizionata dall'altitudine, con valori estremamente bassi nelle zone più prossime al crinale della catena peloritana.

I terreni in esame rientrano nella fascia basso collinare che si spinge dentro le valli principali con Tm di 17-18 °C.

In base al range di valori assunti dalla temperatura media annuale e dalla precipitazione media annuale, è quindi possibile distinguere il clima della fascia costiera e della fascia alluvionale della bassa valle del Torrente Timeto come arido nel periodo compreso tra i mesi di maggio e settembre e temperato nei restanti mesi; mentre nella fascia intermedia (dove è situata l'area in esame) ed in quella più interna il periodo arido si riduce ai soli mesi di giugno, luglio ed agosto, temperato da agosto a novembre e da aprile a giugno, infine freddo da novembre a marzo.

L'escursione termica media annua è di 18 °C nella fascia montana e si riduce a circa 14°C nella fascia costiera, in seguito all'effetto di mitigazione climatica operato dal Mare Tirreno alle quote più basse. Tale effetto si ripercuote anche sui valori estremi e più precisamente: nelle fasce costiera ed alluvionale i valori medi delle temperature minime sono di circa 9 °C, nella fascia basso collinare sono di circa 7 °C, mentre a quote superiori a 450 metri s.l.m. sono di circa 5 °C con estremi di circa 1°C alle quote più elevate; i valori medi delle temperature massime nella zona di costa, come anche

  	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev.</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">22 di 87</p>

nella fascia altimetrica compresa tra i 450 metri ed i 1000 metri s.l.m., oscillano tra i 28° C ed i 30 °C, con temperature massime assolute di 40 °C; nella fascia altimetrica, dove è situata l'area in esame, tra i 50 metri ed i 450 metri s.l.m. i valori medi subiscono un incremento oscillando tra i 30° C ed i 32 °C, mentre alle quote più elevate raramente superano i 28 °C.

Le precipitazioni della provincia di Messina assumono un valore medio annuo di circa 808 mm, più elevato di quello medio regionale (637 mm). In particolare, il versante tirrenico dei Monti Peloritani si caratterizza per valori medi annui delle precipitazioni di circa 770 mm nelle zone costiere e collinari, mentre nelle zone più prossime al crinale i valori raggiunti superano talora i 1300 mm. Questi valori della piovosità sono correlabili agli apporti di masse di aria umida da parte dei venti spiranti da nord-ovest.

Nell'arco dell'anno solare il periodo più piovoso risulta essere quello autunno invernale, con i mesi di dicembre, gennaio e febbraio più piovosi di ottobre, novembre e marzo; nei restanti mesi le precipitazioni sono scarse o assenti.

Si evince, dunque, che la ricarica degli acquiferi dell'area in esame avviene sostanzialmente nel periodo piovoso ottobre-aprile mentre durante l'estate, caratterizzata da lunghi periodi di siccità ed elevate temperature, si verificano condizioni di deficit di umidità negli strati più superficiali del terreno per la mancanza di risalita di acqua per capillarità.

  	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	23 di 87

6 ANALISI PAESAGGISTICA GEOMORFOLOGICA

L'area in studio situata all'interno del bacino idrografico del Fiume Timeto (codice – 012 -P.A.I.) il quale ricade nel settore nord-orientale della Sicilia, caratterizzato dalla presenza del sistema montuoso dei Monti Peloritani. Il paesaggio peloritano presenta una morfologia decisamente aspra: strette valli, con versanti scoscesi e accidentati, profondamente incise da talweg brevi e a notevole pendenza, si alternano a rilievi che raggiungono quote superiori anche ai 1300 metri s.l.m.. Tale paesaggio si differenzia nettamente dal resto del territorio siciliano ed anche dai vicini Monti Nebrodi, ove l'orografia appare di stile più morbido e mostra strette analogie con l'Aspromonte calabro ed il relativo sistema montuoso.

Nel quadro morfologico dell'area peloritana fanno spicco elementi idrografici particolari, tipici dell'arco calabro-peloritano, denominati "Fiumare".

In dettaglio *i terreni in studio, interessati dall'impianto fotovoltaico, sono situati morfologicamente in una fascia intermedia*, di raccordo tra la zona costiera e quella montana, che risulta interessata prevalentemente da un sistema collinare caratterizzato da acclività variabili (ad aree poco acclivi e con forme sub-arrotondate si alternano le porzioni di territorio contrassegnate da rotture di pendenza notevoli) e condizionato dai terreni argillosi della *Formazione delle Argille Scagliose*, dai rilievi rocciosi del *Flysch di Capo d'Orlando* e dalle coltri detritiche delle metamorfite di alto grado dell'*Unità dell'Aspromonte*, con instabilità diffusa e resistenza all'erosione da moderata a bassa, oltreché da brusche rotture di pendenza in relazione all'accostamento di litologie estremamente varie.

Particolarmente evidente, circa il rapporto morfologia–litologia, è il contrasto che contraddistingue la massa prevalentemente argillosa (*Argille Scagliose Antisicilidi*) sia dalle sovrastanti calcareniti delle *Calcareniti di Floresta* che dalle sottostanti arenarie del *Flysch di Capo d'Orlando*, dai micascisti e gneiss dell'*Unità dell'Aspromonte* e dalle filladi con intercalazioni di marmi di medio grado metamorfico dell'*Unità di Mandanici*, con evidenti scarpate in prossimità dei contatti tettonici.

In particolare, i litotipi di natura argillosa che affiorano in questo settore del bacino idrografico dove sono situati i terreni in esame, sono stati soggetti ad intensa tettonizzazione che ne peggiora ulteriormente le caratteristiche meccaniche, sono costituiti da uno strato di alterazione di spessore variabile e da uno strato sottostante inalterato caratterizzato da una colorazione diversa dal precedente, generalmente più scuro ed intenso, dove le caratteristiche meccaniche tendono a migliorare con la profondità.

In generale, quindi, si può affermare che tali tipi di terreni sono soggetti a fenomeni di riassetto di entità variabile, specie nelle zone più acclivi e nelle parti più superficiali.

In particolare, i terreni affioranti, nell'aria in esame rilevata, sono costituiti da terreni argillosi afferenti all'unità litostratigrafica della *Formazione delle Argille Scagliose Varicolori* e dalle sottostanti arenarie del *Flysch di Capo d'Orlando*: i quali sono per lo più interessati da una fitta rete di micro-discontinuità di forma irregolare, dove la resistenza dei singoli elementi è influenzata in modo rilevante, a parità di altre condizioni, dalle pressioni dei fluidi interstiziali. Spesso accade, come nel caso in studio, che i versanti argillosi, dove più diffusamente si manifestano i dissesti geomorfologici, sono caratterizzati, alla sommità, da un cambio litologico e di permeabilità, questo perché in corrispondenza del contatto litologico si manifesta spesso una diffusa imbibizione della coltre alterata costituita da una fitta rete di micro discontinuità e di estese fasce detritiche che incrementa ulteriormente lo scadimento delle caratteristiche meccaniche e la conseguente predisposizione al dissesto.

Infatti, la resistenza lungo i giunti è fortemente condizionata dalla pressione dei fluidi contenuti nelle discontinuità sono, quindi, sufficienti anche modeste variazioni dell'ambiente tensionale per produrre variazioni nei caratteri fisici di tali materiali.

Inoltre, è da notare come il rilascio tensionale provoca una sostanziale modifica della struttura che rende possibile il rigonfiamento con assorbimento di notevole quantità d'acqua laddove il terreno

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	24 di 87

venga a trovarsi in contatto con essa, questo aumento di volume alternato a periodi secchi dove si ha una riduzione di volume del suolo per contrazione dà luogo a movimenti del terreno, provocando danni ad edifici e strade, si notano così nelle strade bozze a causa del rigonfiamento e crepe a causa delle contrazioni.

Purtroppo, si deve sottolineare come l'uso agricolo prevalente, che determina lunghi periodi di assenza di copertura vegetale, nei periodi piovosi, favorisca di fatto un ruscellamento superficiale delle acque causa dei processi di erosione diffusa per rivoli e solchi e la conseguente perdita di suolo. Le acque dilavanti esercitano un'azione erosiva accentuata nel territorio anche a causa della bassa percentuale di terreni interessati da copertura boschiva o da macchia mediterranea. La destinazione d'uso più diffusa dei terreni nell'area in studio è, infatti, il seminativo semplice.

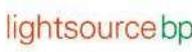
Per quanto detto, la realizzazione di un Parco Agri-fotovoltaico, attraverso un sistema integrato con l'attività agricola che produce contemporaneamente energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica, comporterà una notevole riduzione dell'azione erosiva causata dalle acque piovane dilavanti in quanto l'energia della pioggia battente verrà smorzata dalla superficie dei pannelli solari, l'acqua meteorica defluendo sui pannelli ricade a terra dove viene in parte assorbita dalla coltivazione di prodotti agricoli che verranno piantumati attorno ai pannelli, per poi continuare il loro deflusso nella rete di drenaggio di progetto, il tutto contribuisce a ridurre in maniera vantaggiosa l'azione erosiva accentuata causata dalle acque meteoriche nel territorio dovuta all'assenza di copertura vegetale, questo perché buona parte dei terreni dell'entroterra siciliano risultano abbandonati e incolti.

La superficie interessata dall'impianto agri-fotovoltaico risulta essere mappata a pericolosità geomorfologica con livello P2 moderato e rischio geomorfologico con livello nullo R0, così come riportato dai rilievi effettuati dal vigente P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico), della Regione - anno 2012 - sul sito di riferimento (Vedi: *Carta dei Dissesti e della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico tavola n°04* - C.T.R. n° 599120 del P.A.I. in scala 1: 10.000, di seguito riportata).

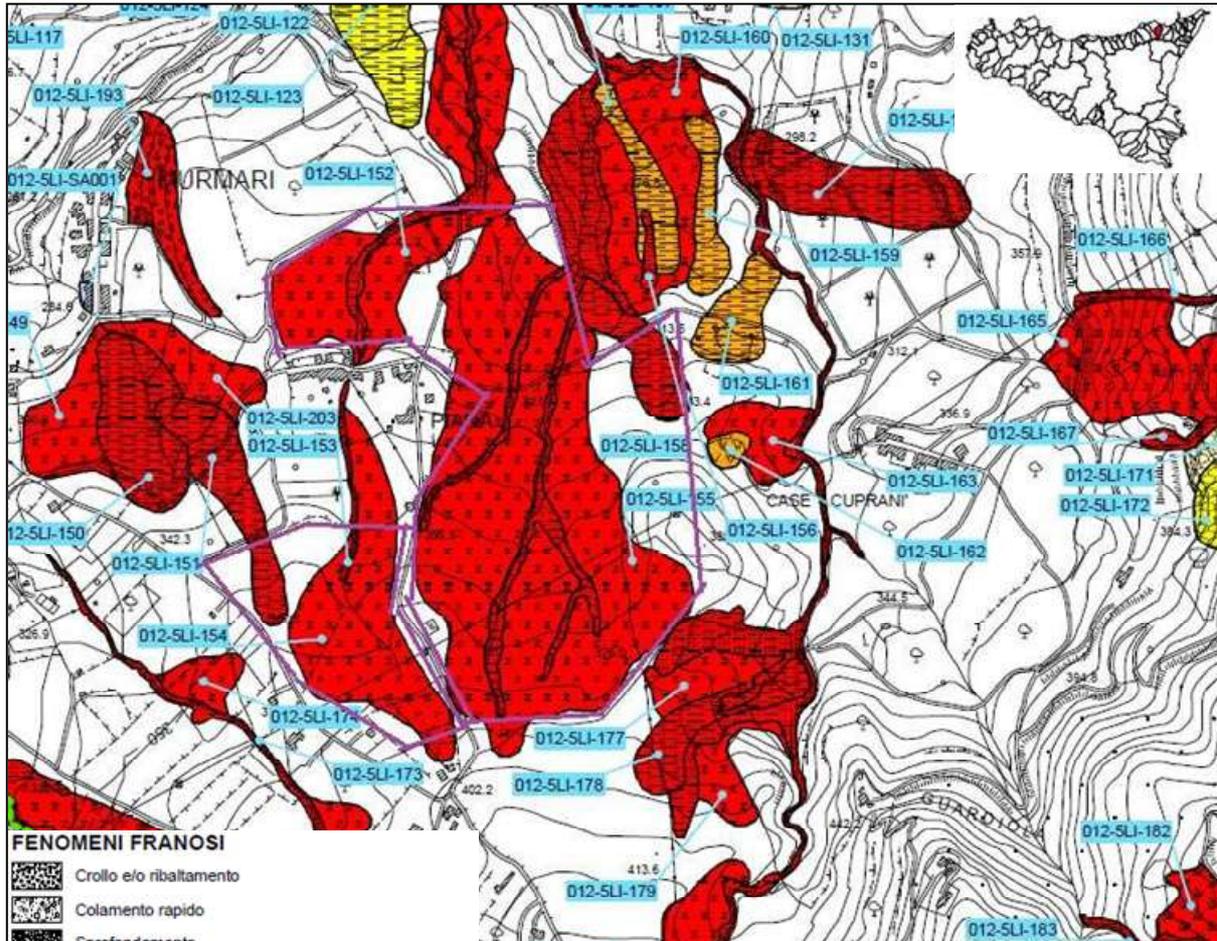
Il rilevamento sistematico dei versanti interessati dall'impianto fotovoltaico, condotto attraverso dettagliati rilievi geomorfologici di campagna, effettuati dalla sottoscritta, ha permesso di delineare un quadro della franosità dell'area in studio e del suo ampio intorno, dove da un'osservazione visiva e dai risultati scaturiti dalle indagini geognostiche effettuate in situ risulta che l'intera area in studio è interessata da una coltre di copertura alterata e rimaneggiata con spessori medi di circa 3 m fino a 5,0 m in alcune aree, questi materiali sono oggetto di movimenti gravitativi superficiali.

Le cause principali di questi processi morfogenetici di deformazione superficiale lenta, rilevati nell'area in esame, oltre all'assenza di copertura boschiva e all'acclività dei pendii, è quello legato allo scorrimento delle acque libere, piovane e sorgive, e all'erosione e al trasporto solido delle acque incanalate manualmente senza rivestimento da parte degli agricoltori che scaricano sul versante appesantendolo, in quanto le acque penetrando nel sottosuolo lungo le discontinuità entrano in pressione e riducono la resistenza di attrito provocando il movimento. Quindi l'intervento progettuale sarà volto soprattutto al consolidamento e al regolare smaltimento delle acque di scolo.

Per la stabilità e la durata dell'intero impianto fotovoltaico verranno effettuati degli interventi di drenaggio superficiali e profondi per migliorare la stabilità del versante e verranno realizzate opere di intervento per una sua completa stabilizzazione. Tali interventi verranno esposti nel paragrafo 10 dedicato alle "Opere di mitigazione e regimazione idraulica" e "Indicazioni progettuali su base geomorfologica-litostatigrafica".

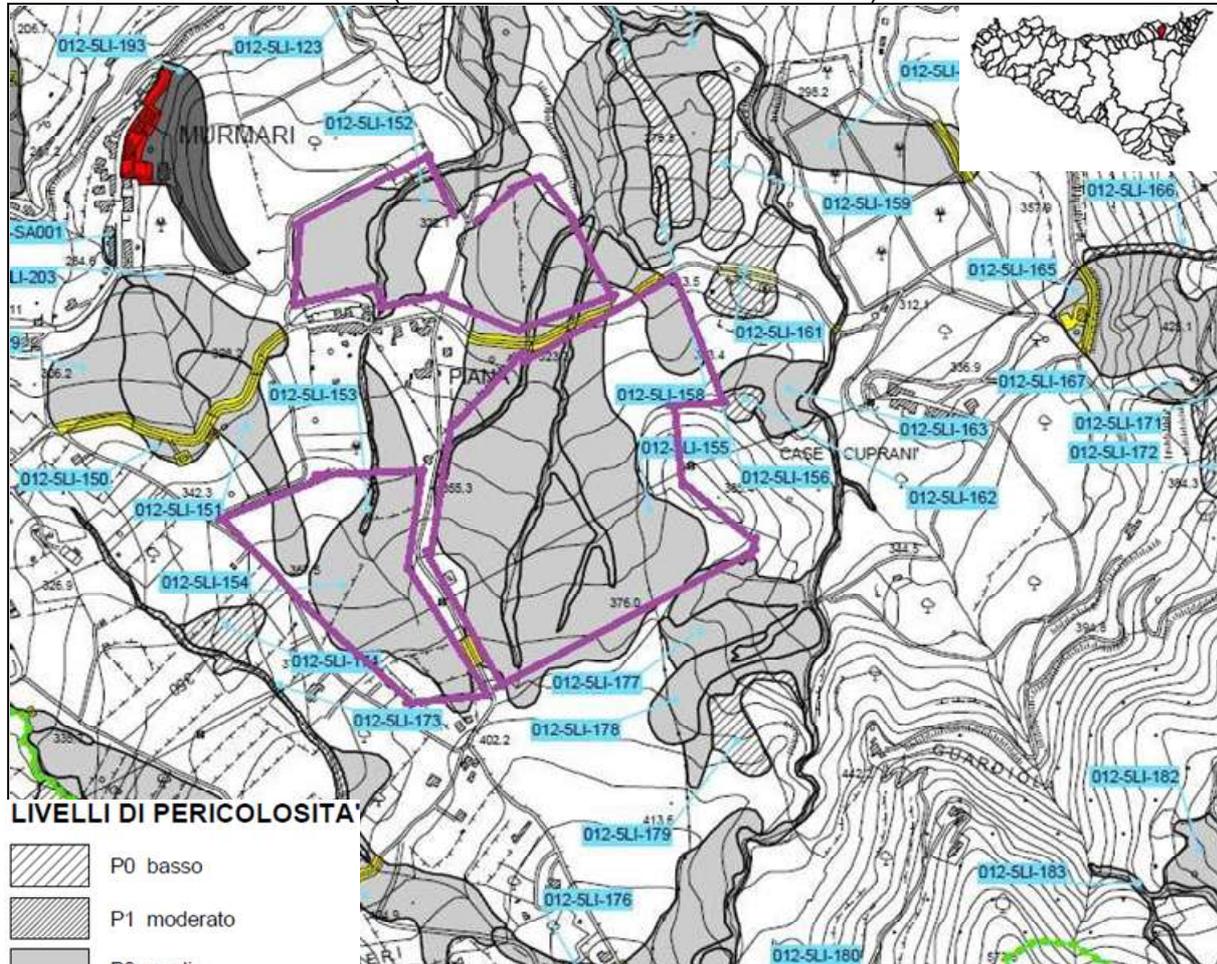
 	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p>Rev. 0</p>	
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p>Pag. 25 di 87</p>	

Area territoriale del Bacino Idrografico del Torrente Timeto (codice 012-P.A.I.)
STRALCIO CARTA DEI DISSESTI N°04 - C.T.R. n°599120
(rilievo P.A.I. 2012 in scala 1: 10.000)



	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p>Rev. 0</p>	<p>0</p>
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p>Pag.</p>	<p>26 di 87</p>

Area territoriale del Bacino Idrografico del Torrente Timeto (codice 012-P.A.I.)
STRALCIO CARTA DEI DISSESTI N°04 - C.T.R. n°599120
(rilievo P.A.I. 2012 in scala 1: 10.000)



LIVELLI DI PERICOLOSITA'

-  P0 basso
-  P1 moderato
-  P2 medio
-  P3 elevato
-  P4 molto elevato
-  Sito di attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

-  R1 moderato
-  R2 medio
-  R3 elevato
-  R4 molto elevato

 Area interessata dall'impianto

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	27 di 87

7 ASSETTO IDROGRAFICO SUPERFICIALE

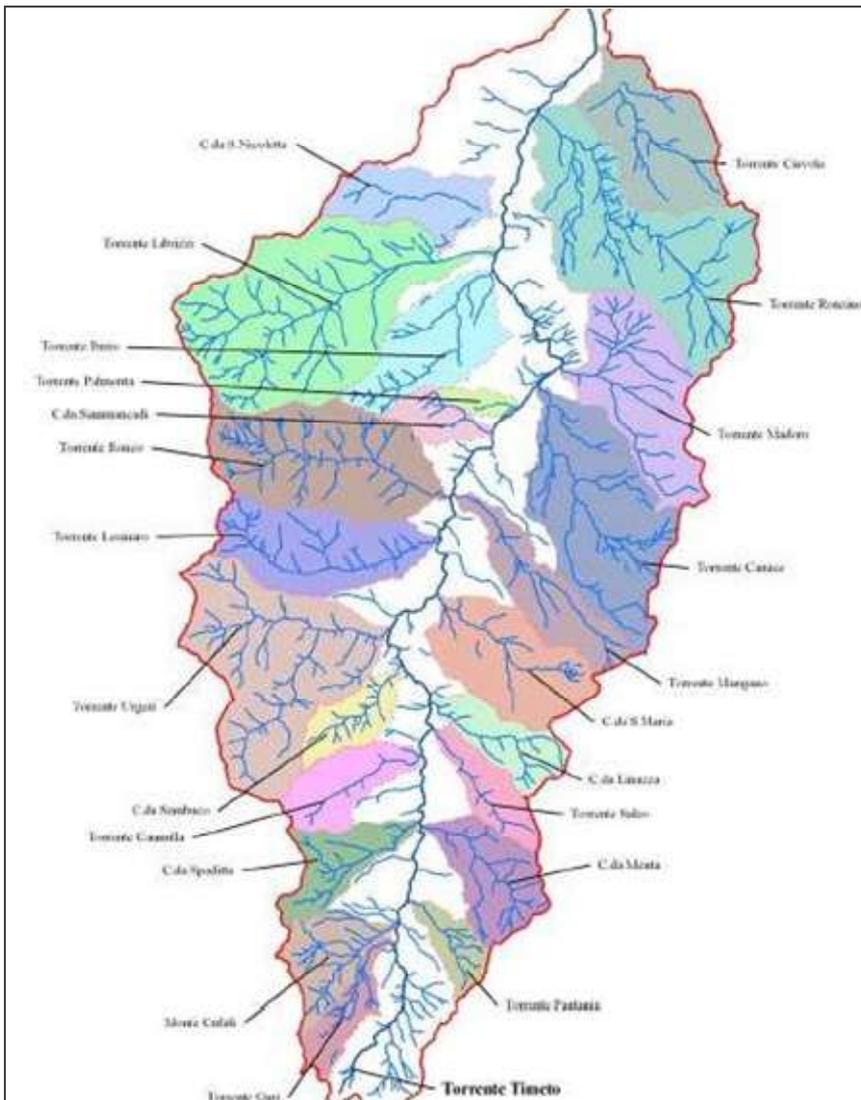
L'area in esame dal punto di vista idrografico rientra nel bacino idrografico del Torrente Timeto (codice (012) -P.A.I.) il quale ricade nel settore nord-orientale della Sicilia, caratterizzato dalla presenza del sistema montuoso dei Monti Peloritani.

Il bacino imbrifero del Torrente Timeto presenta una forma approssimativamente romboidale, allungata secondo la direzione SSW-NNE, con una quota massima di 1350 metri s.l.m. a Case Ponticelli, presso Monte Caci, ed una quota minima di 0 metri s.l.m. alla foce nel Mar Tirreno. Esso si estende complessivamente su una superficie di circa 95,89 kmq, con un perimetro di circa 54,37 km ed una larghezza massima di circa 9,32 km nella porzione mediana del bacino, che si riduce a poco più di 400 metri nel tratto terminale.

Il reticolo idrografico superficiale si presenta Nelle zone di maggiore affioramento dei termini argillosi il reticolo è mediamente ramificato e costituito da incisioni a solchi poco profondi, con i rami fluviali maggiori che disegnano in pianta un pattern lineare. Nelle vicinanze dell'area in studio le incisioni

fluviali situate ad Est e a Sud dei terreni in studio fanno parte del sottobacino del Torrente Canace, che trova origine presso Due Monti e confluisce nell'asta principale del Torrente Timeto ad una quota di circa 140 metri s.l.m. Tutti i corsi d'acqua della zona presentano un regime idrologico marcatamente torrentizio, con deflussi superficiali, nei periodi asciutti, di modesta entità o del tutto assenti. In complesso la conformazione del reticolato idrografico, stante il sollevamento della catena, risulta in continua evoluzione determinando, in concomitanza di eventi piovosi eccezionali, frequenti nei mesi autunnali e invernali, deflussi notevoli con piene tumultuose e portate solide cospicue.

Esaminando l'intera area in studio possiamo affermare che l'aspetto idrografico è condizionato dalla natura litologica dei terreni affioranti, dalle pendenze proprie dei versanti, oltre che dalla



 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	28 di 87

vegetazione presente e dagli interventi antropici che hanno modificato l'assetto originario. In particolare, l'influenza della natura litologica dei terreni affioranti, legata al grado ed al coefficiente di permeabilità di tali materiali, condiziona l'aliquota di acqua di precipitazione che scorre sulla superficie topografica e che quindi ne condiziona l'aspetto morfologico.

Il deflusso superficiale è influenzato dall'acclività dei versanti, questa condiziona, strettamente, la velocità di scorrimento delle acque meteoriche sulla superficie topografica, oltre il potere demolitore dovuto all'impatto meccanico delle gocce d'acqua sul suolo; infatti, dove i valori di pendenza risultano bassi si hanno tempi di corruzione elevati con la conseguenza di un basso potere erosivo dell'acqua di scorrimento superficiale, mentre dove i valori di pendenza risultano elevati e la natura dei terreni affioranti si presentano argillosi (come nel caso dei terreni in studio) non permette alle acque di precipitazione di infiltrarsi nel sottosuolo, ma di ruscellare in superficie, questa, prima di incanalarsi naturalmente nelle incisioni presenti, dilaga modellando la superficie topografica e disegnando le forme tipiche del ruscellamento diffuso, costituendo la primordiale rete idrografica "immatura".

8 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE

Dal punto di vista idrogeologico i terreni affioranti, nell'aria in esame rilevata, sono costituiti da terreni argillosi afferenti all'unità litostratigrafica della *Formazione delle Argille Scagliose* e dalle sovrastanti calcareniti delle *Calcareniti di Floresta* e sottostanti arenarie del *Flysch di Capo d'Orlando*.

Raggruppate nella classe delle "rocce impermeabili e/o a permeabilità molto bassa", terza classe, le argilliti della "Formazione delle Argille Scagliose". Tali terreni presentano una permeabilità primaria da bassa a nulla ed una assenza di falda acquifera; al contrario, negli strati alterati può esistere una lenta circolazione idrica, organizzata in filetti discontinui formando adunamenti idrici che ben presto si estinguono nei periodi più caldi.

Le litologie affioranti interessate dall'impianto fotovoltaico sono costituite in buona parte dal *Complesso argillo – marnoso – arenaceo*, comprendente i terreni della *Formazione delle Argille e Marne Varicolori* e dalle arenarie a cemento calcareo delle *Calcareniti di Floresta* che hanno un comportamento idrogeologico simile; le argille e le marne sono prevalentemente impermeabili, mentre le arenarie talvolta sono rese permeabili dalla fratturazione. Poiché le frazioni arenacee sono spesso disperse e inglobate in masse argillose, complessivamente queste unità mostrano caratteristiche di bassa permeabilità, con **coefficiente di permeabilità K** valutabile tra 10^{-6} e 10^{-7} cm/s, e svolgono il ruolo di tamponare localmente l'acquifero calcareo generando, a luoghi, manifestazioni sorgentizie effimere o di debole portata, laddove si rinvengano le condizioni favorevoli affinché i corpi arenacei determinino la formazione di un acquifero.

Quindi non va sottovalutata la circolazione idrica sotterranea che può avvenire nei periodi invernali, specie durante e immediatamente dopo abbondanti precipitazioni.

Nel dettaglio possiamo caratterizzare la permeabilità dei terreni interessati dalle fondazioni delle opere da realizzare in:

- *un primo livello* di copertura, di spessore variabile da circa 2,80 ma 5 m da p.c., costituito in superficie da terreno vegetale pedogenizzato passante a una coltre detritica eluvio-colluviale rimaneggiata e alterata, a permeabilità media con **K** valutabile 10^{-2} - 10^{-4} ; esso è granulometricamente ascrivibile nel campo delle sabbie argillose con ghiaie. In questo livello la circolazione idrica, sia pur di modesta entità e che si manifesta in coincidenza degli eventi piovosi, privilegia la superficie di contatto terreno detritico superficiale-argille. Infatti, il substrato argilloso realizza un limite di permeabilità naturale. Le manifestazioni idriche, anche se limitate ai periodi piovosi, permeano e rendono plastiche i primi metri dei depositi argillosi. Da tutto ciò si desume che sono possibili localizzate falde sospese a carattere stagionale e che per un certo spessore le argille avranno caratteristiche meccaniche molto scadenti.

	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev.</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">29 di 87</p>

- Il *secondo livello stratigrafico* sottostante presenta una permeabilità molto variabile da bassa a medio bassa nei corpi arenacei, con **K** valutabile tra 10^{-5} e 10^{-7} cm/s; Granulometricamente il range di quest'ultimo varia dalle sabbie fini alle siltiti.

L'area interessata dall'impianto non presenta corpi idrici superficiali e sotterranei destinati all'emungimento per scopi potabili, a protezione dei rischi di inquinamento del suolo e del sottosuolo, di cui al DPR 236/88 e DL 152/99 e s.m. e i.

Non va sottovalutata la circolazione idrica sotterranea che può avvenire nei periodi invernali, specie durante e immediatamente dopo abbondanti precipitazioni.

Per cui è consigliabile in fase di calcolo di qualsiasi struttura tenere conto, precauzionalmente, delle pressioni interstiziali. È comunque da escludere che durante i movimenti di terra, necessari per l'attuazione delle intenzioni progettuali, si possono intercettare livelli idrici di particolare importanza. Inoltre, si esclude il rischio di inquinamento idrico durante la fase di cantiere.

Pertanto, l'impianto fotovoltaico in progetto non costituisce alcun turbamento all'equilibrio idrogeologico dell'area, sia per quanto riguarda le acque di scorrimento superficiali che per quelle sotterranee, in quanto l'intervento progettuale verrà realizzato il più possibile in funzione della salvaguardia, della qualità e della tutela dell'ambiente mantenendo se non migliorando gli equilibri idro-geomorfologici attuali.

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	30 di 87

9 CARTA DEI DISSESTI E PERICOLOSITÀ IDRAULICA- REGIME VINCOLISTICO

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, di seguito denominato Piano Stralcio o Piano o P.A.I., redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dall'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.

Nel Piano Straordinario per l'assetto idrogeologico, approvato con D.A. n. 298/41b del 4/7/00, erano stati individuati nel territorio Siciliano n. 57 bacini idrografici principali. Tale suddivisione è stata estrapolata da quella contenuta nel Censimento dei Corpi Idrici – Piano Regionale di Risanamento delle acque, pubblicato dalla Regione Siciliana nel 1986 nell'aggiornamento del Piano Straordinario, approvato con D.A. n. 543 del 22/7/02, erano state individuate le aree territoriali intermedie ai sopra elencati bacini idrografici principali.

Con il P.A.I. viene così effettuata la perimetrazione delle aree a pericolosità e a rischio, in particolare, dove la vulnerabilità si connette a gravi pericoli per le persone, le strutture ed infrastrutture ed il patrimonio ambientale e vengono altresì definite le norme di salvaguardia.

Tutto ciò al fine di pervenire ad una puntuale definizione dei livelli di rischio e fornire criteri e indirizzi indispensabili per l'adozione di norme di prevenzione e per la realizzazione di interventi volti a mitigare od eliminare il rischio. Il Piano è suscettibile di aggiornamento a seguito di variazioni succedutesi nel tempo o a nuovi studi che dimostrino un diverso assetto del territorio, così come indicato nelle Norme di Attuazione (cap.11 della Relazione Generale).

L'area in esame appartenente al territorio comunale di Librizzi rientra nell'area territoriale del Bacino Idrografico del Torrente Timeto (codice 012-P.A.I.).

Dalle carte riprodotte in tale studio e relativamente alla *Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico e dei Dissesti, tavola n° 04 - C.T.R. n° 599120 in scala 1:10.000 del P.A.I. (rilievo 2012) "Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico"* della Regione Sicilia, di seguito riportata, in cui ricadono tutti i terreni in esame interessati dalle opere dell'impianto fotovoltaico, si osserva una morfologia tipicamente collinare con pendenze dolci ad andamento regolare interrotte da piccoli impluvi dove si osserva come l'area progettuale si colloca in un contesto geomorfologico caratterizzato da terreni di litologia diversa interessati da una evoluzione tettonica diversificata dove si rivelano problemi di instabilità o di dissesti che interessa gli strati superficiali, con livelli di pericolosità "**P2**" moderato (vedi carta P.A.I. di seguito riportata) e un livello di rischio, il quale è funzione della presenza antropica, **nel caso dei terreni in esame rischio nullo "R0"**.

Relativamente alla *Carta della pericolosità e del rischio idraulico per fenomeni di esondazione del P.A.I. Sicilia Tav. 04 – scala 1: 10.000 CTR N° 599120 (di seguito riportata Fig. 9.6)*, l'area in esame compreso l'intero percorso del cavidotto MT non ricade in quelle interessate dal rischio idraulico per fenomeni di esondazione.

Di seguito si riporta la sovrapposizione del layout di impianto con le aree a pericolosità geomorfologica, rischio geomorfologico PAI, fascia di rispetto geomorfologica, siti di attenzione idraulica, pericolosità idraulica e rischio idraulico disponibili sul Sistema Informatico Territoriale Regionale della Sicilia Figura 9.4- (<https://www.sitr.regione.sicilia.it/geoportale/it/Home/GeoViewer>). Le NTA di piano sono state aggiornate con approvazione delle "Modifiche alla Relazione Generale - Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana" - Redatta nel 2004 e Tabella Elementi a rischio - D.P. n. 9/ADB del 06/05/2021.

Nelle Figura 9.3 si evidenzia che l'area in oggetto è soggetta a vincolo idrogeologico - aree fiumi 150 m.- art.142, lett. c, D.lgs.42/04 (area in turchese). Quest'area è stata esclusa da quella netta per l'impianto, perché non idonea.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag. 31 di 87	

L'area di intervento non ricade direttamente in alcuna zona individuata ai sensi delle Direttive 92/43/CE e 79/409/CEE.

Dalla consultazione della "Carta dei vincoli paesaggistici" riportata all'interno delle carte tematiche delle Linee Guida del PTPR della Regione Siciliana, l'intervento ricade per un tratto di cavidotto MT 30 kV nel vincolo paesaggistico "Territori coperti da foreste e boschi – art. 1, lett.g), L.431//85", come di seguito in Figura 9.1 Il tratto di cavidotto MT interferente con il vincolo paesaggistico, risulta totalmente interrato ricadente su strada asfaltata di conseguenza, in merito alla "Carta dei vincoli paesaggistici" l'intervento non apporterà alcuna alterazione percettiva dei caratteri paesaggistici dell'area, né della morfologia dei luoghi, né della loro componente simbolica. *Di conseguenza l'intervento risulta non in contrasto con quanto previsto dal Piano.*

Dalla consultazione della Carta n. 17 "Carta Istituzionale dei Vincoli Territoriali" verdi Figura 9.2, risulta che il layout di impianto ricade in zona soggetta a vincolo idrogeologico. Sul sito del Comando del Corpo Forestale della Regione Siciliana alla voce Vincolo Idrogeologico è stato pubblicato il D. A. n. 569 del 17/04/2012 con cui sono state approvate le "Nuove direttive unificate per il rilascio dell'Autorizzazione e del Nulla Osta al Vincolo Idrogeologico, in armonia con il Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)", pubblicato sulla G.U.R.S. n. 17 del 27/04/2012. Inoltre, risulta sottoposta a vincolo idrogeologico forestale, istituito con il R.D.L. 30 Dicembre 1923 n.3267 e con il successivo regolamento di attuazione (R.D. 1126/1926) - Fig. 9.7.

Dalla consultazione del Geo-portale Nazionale, l'area di intervento non ricade in Siti appartenenti alla Rete Natura 2000 – SIC/ZSC e ZPS.

L'area in esame è soggetta a Vincolo sismico ai sensi della Legge n. 64 del 2/02/1974; Oltre a quanto descritto ai punti precedenti, sull'area non gravano altri vincoli di natura storico architettonica, idrogeologica, o altri vincoli previsti da leggi.



Figura 9.1: Sovrapposizione del layout di impianto (in rosso) con la "Carta dei vincoli paesaggistici" (Fonte: Linee Guida del Piano Territoriale Paesistico Regionale).

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	32 di 87



Figura 9.2: Inquadramento del Layout di progetto nella Tavola 17 “Carta Istituzionale dei vincoli territoriali” (Fonte: (Fonte: Linee Guida del Piano Territoriale Paesistico Regionale _

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	33 di 87

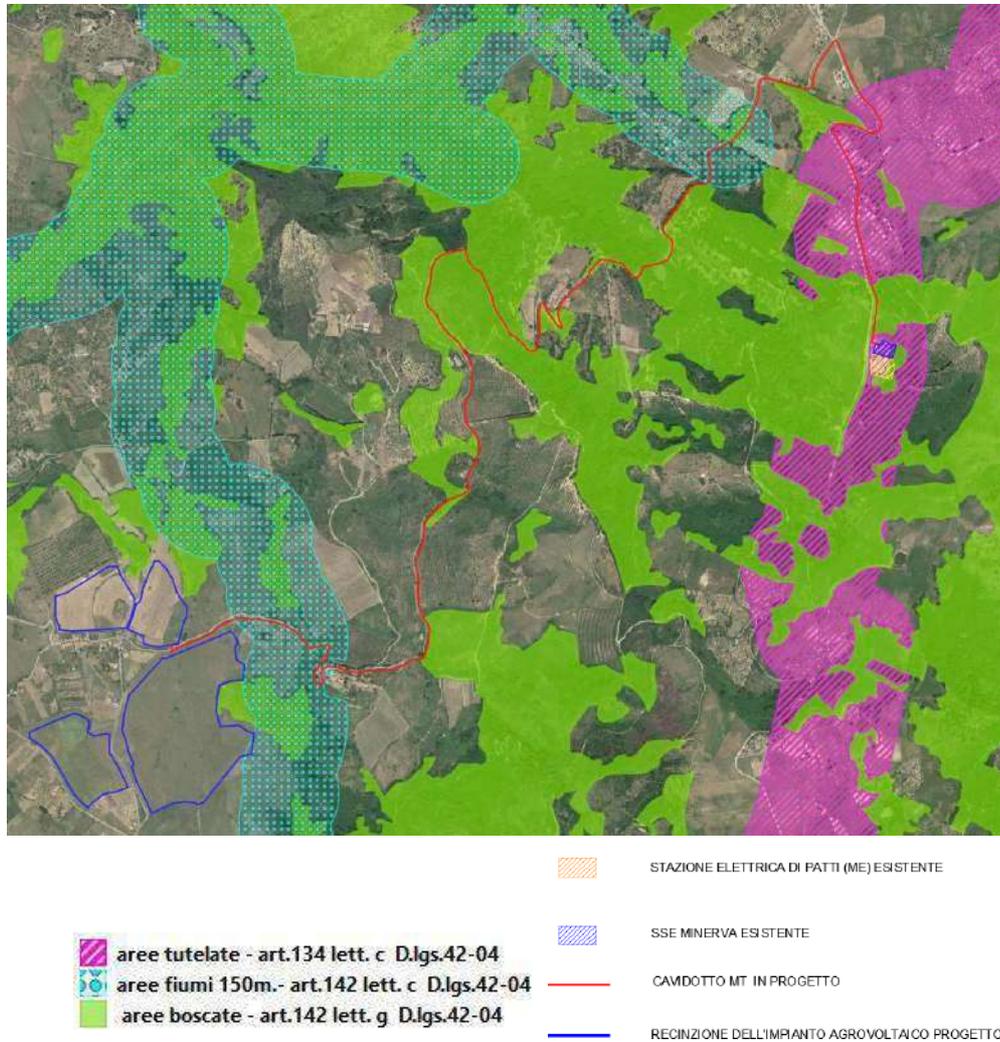


Figura 9.3: Sovrapposizione del layout di progetto con la Tavola “Beni Paesaggistici” del Piano Paesaggistico dell’ambito 9 – ELABORAZIONE GIS (Fonte: Piano Paesaggistico dell’Ambito 9 ricadente nella provincia Messina _ Regione Siciliana Assessorato Beni Culturali)

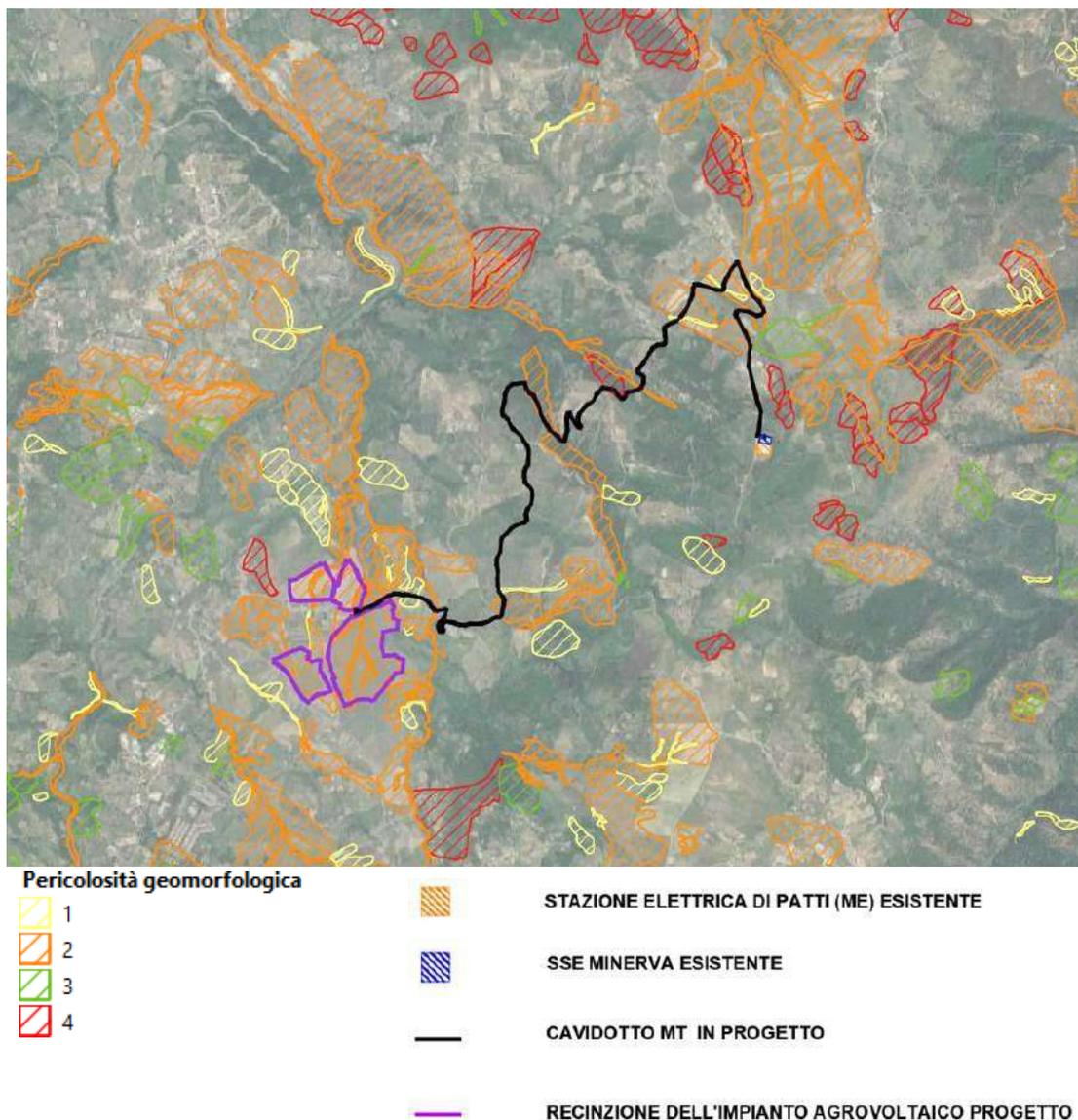
L’interferenza dei tratti di cavidotto con “territori ricoperti da boschi o sottoposti a vincolo di rimboschimento” non andrà a comportare alcuna modifica dello stato dei luoghi in quanto l’attraversamento avverrà in modalità completamente interrata e su tracciati stradali già asfaltati. Il cavidotto 30 kV di connessione interferente con le fasce di tutela dei fiumi, torrenti e corsi d’acqua, si svilupperà con posa completamente interrata su strada, ad eccezione di un unico tratto per il quale sarà previsto l’attraversamento in TOC.

Il cavidotto MT 30 kV si colloca in aree che risultano già antropizzate, in particolare il tracciato del cavidotto attraverserà tratti stradali già asfaltati, e il nuovo stallo MT/AT sarà allestito all’interno della sottostazione elettrica “Minerva” esistente. Pertanto, si ritiene che non sussistano condizioni ostative alla realizzazione dell’intervento, garantendo comunque la non alterazione dei volumi all’interno della sottostazione e delle altezze massime fuori terra.

Alla luce di quanto sopra esposto, considerata la natura dell’intervento e la sua collocazione, si ritiene che la realizzazione e messa in esercizio dell’intervento in progetto, *determinerà un impatto paesaggistico medio basso, attenuato inoltre* da misure di mitigazione. Il progetto, infatti, pur

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGROVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	34 di 87

essendo esteso su ampie superfici e quindi inevitabilmente percettibile, non altera la morfologia del suolo e quella vegetale, non altera la conservazione dell'ambiente, rispetta lo sviluppo antropico, i beni naturali e culturali; trattandosi di agrovoltaico, garantisce pur prevedendo installazione di strutture artificiali, il mantenimento tra esse delle colture attualmente praticate, a favore del promulgo della tradizione agroalimentare. Nelle aree prossime all'impianto, la fascia di mitigazione, maschererà completamente l'opera.



**Figura 9.4: Sovrapposizione del layout di progetto (in blu) con la pericolosità geomorfologica del PAI-
Elaborazione GIS (Fonte: PAI Regione Siciliana)**

Le aree di impianto ricadono in aree con pericolosità geomorfologica P2, mentre il cavidotto MT 30kV in aree con pericolosità P1, P2 e P4.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	35 di 87

Secondo gli art. NTA di piano per quanto riguarda la ricadenza in aree a pericolosità P1 e P2, gli interventi sono ammissibili purché corredati da verifiche di compatibilità e da indagini geologiche e geotecniche effettuate ai sensi della normativa vigente.

Inoltre, considerata l'interferenza del cavidotto MT 30 kV con le aree P4, e secondo quanto riportato dalle NTA è consentita: "la realizzazione di nuovi interventi infrastrutturali e nuove opere pubbliche a condizione che sia incontrovertibilmente dimostrata e dichiarata l'assenza di alternative di localizzazione e purché sia compatibile con la pericolosità dell'area". Il cavidotto si svilupperà su infrastruttura esistente (strada asfaltata).

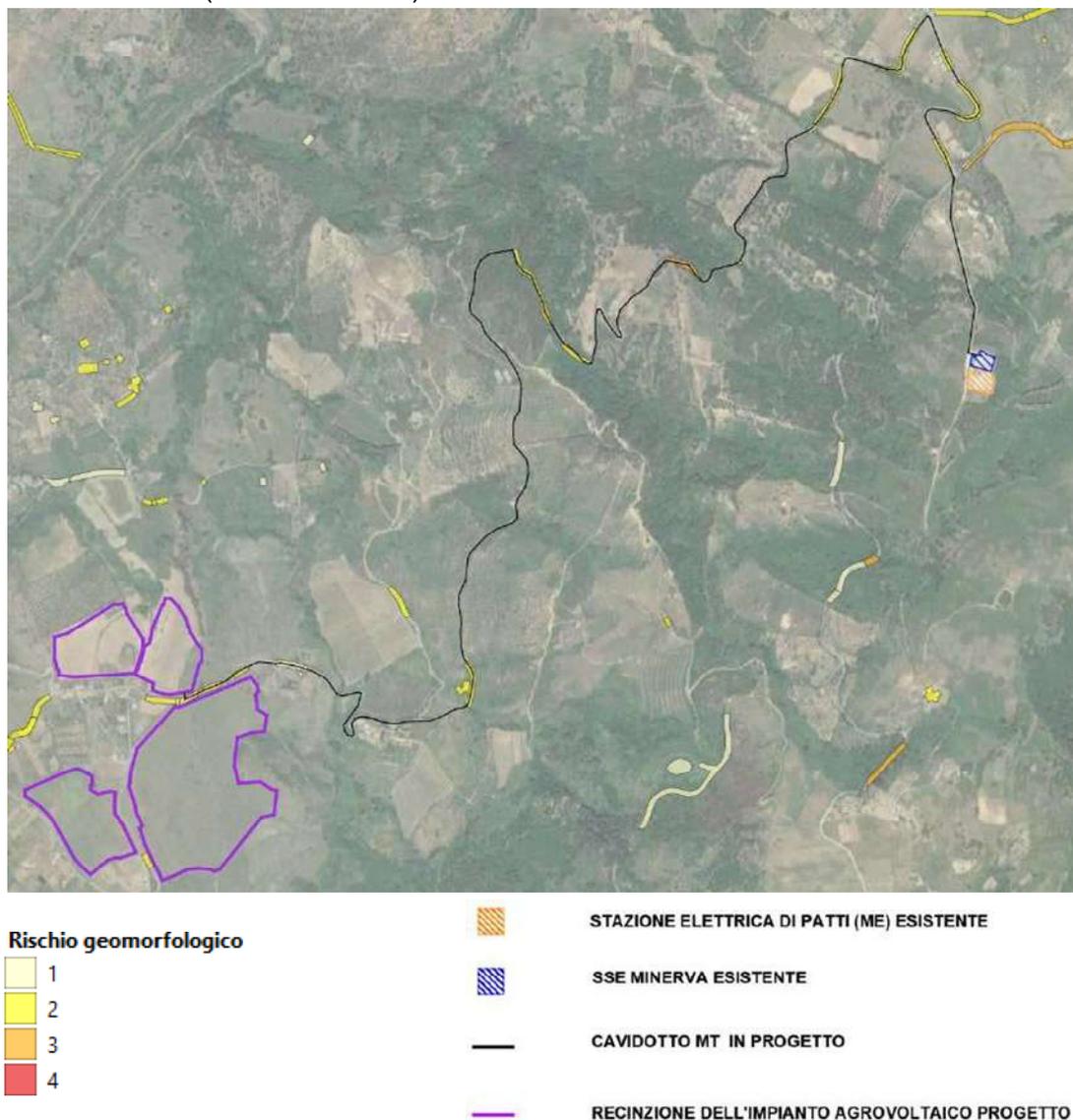


Figura 9.5: Sovrapposizione del layout di progetto (in blu) con il rischio geomorfologico del PAI (Fonte: PAI Regione Siciliana)

Il cavidotto MT 30 kV ricade in aree con rischio geomorfologico R2 e R3. Nell'aggiornamento delle NTA non sono riportate prescrizioni per le aree a rischio geomorfologico.

	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev. 0</p>	
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag. 36 di 87</p>	

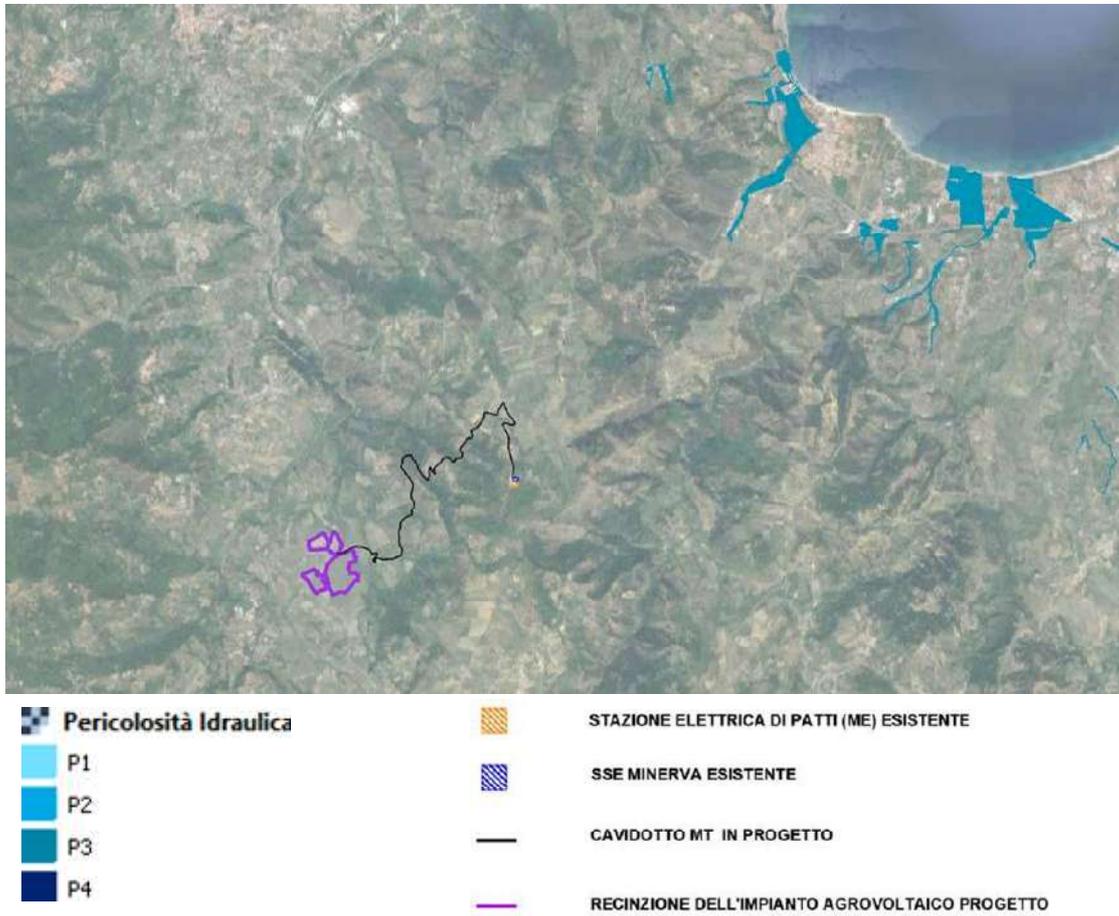


Figura 9.6: Sovrapposizione del layout di progetto (in blu) con la pericolosità idraulica del PAI (Fonte: PAI Regione Siciliana)

	<p>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGROVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p>Rev. 0</p>	
	<p>22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p>Pag. 37 di 87</p>	

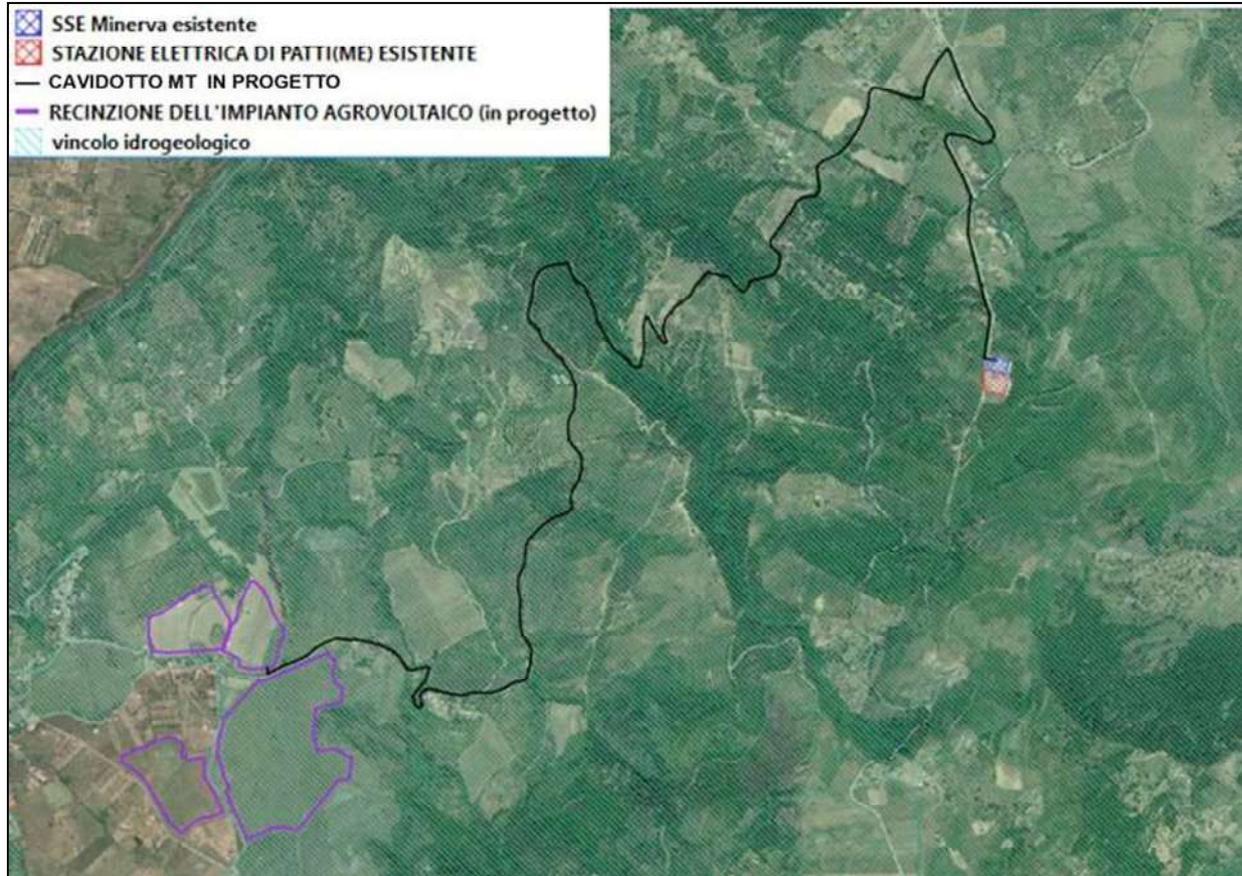


Figura 9.7: Sovrapposizione dell'area di impianto e relative opere di connessione con il vincolo idrogeologico forestale

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	38 di 87

10 OPERE DI MITIGAZIONE E REGIMAZIONE IDRAULICA

La durata dell'area di impianto e dell'impianto stesso dal punto di vista strutturale è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

Il rilevamento sistematico dei versanti interessati dall'impianto fotovoltaico, condotto attraverso dettagliati rilievi geomorfologici di campagna, effettuati dalla sottoscritta, ha permesso di delineare un quadro della franosità dell'area in studio e del suo ampio intorno, dove da un'osservazione visiva e dai risultati scaturiti dalle indagini geognostiche effettuate in situ risulta che l'intera area in studio è interessata da una coltre di copertura alterata e rimaneggiata con spessori medi di circa 3 m fino a 5,0 m in alcune aree, questi materiali sono oggetto di movimenti gravitativi superficiali.

Le cause principali di questi processi morfogenetici di deformazione superficiale lenta, rilevati nell'area in esame, oltre all'assenza di copertura boschiva e all'acclività dei pendii, è quello legato allo scorrimento delle acque libere, piovane e sorgive, e all'erosione e al trasporto solido delle acque incanalate manualmente senza rivestimento da parte degli agricoltori che scaricano sul versante appesantendolo, in quanto le acque penetrando nel sottosuolo lungo le discontinuità entrano in pressione e riducono la resistenza di attrito provocando il movimento. Quindi l'intervento progettuale sarà volto soprattutto al consolidamento e al regolare smaltimento delle acque di scolo al fine di garantire la stabilità e la durata dell'intero impianto fotovoltaico dal punto di vista strutturale, verranno effettuati una serie di interventi di drenaggio superficiali e profondi in particolare in quelle aree di versante interessate da movimenti gravitativi di deformazione superficiale lenta in atto.

10.1 SISTEMA DI DRENAGGIO SU BASE GEOMORFOLOGICA-LITOSTRATIGRAFICA

Il tracciato delle opere di regimazione è stato suggerito a partire dal layout dell'impianto fotovoltaico e dal modello tridimensionale del suolo, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi (ed i solchi di erosione) interferenti con le opere in progetto nonché le caratteristiche plano-altimetriche delle aree di impianto.

Dai campioni prelevati durante la campagna geognostica lungo i versanti in dissesto, da un esame macroscopico dei campioni prelevati e dai risultati geotecnici di laboratorio, si è rilevata una sequenza litostratigrafica, con spessori variabili lungo il versante, con caratteristiche di permeabilità differente dove si distingue, partendo dal livello di copertura verso il basso, un primo deposito, caratterizzato da limi argilloso-sabbiosi giallastri a tratti debolmente sabbiosi e più argillosi di colore bruno con interstrati a composizione variabile da debolmente sabbiosi a più sabbiosi con inclusi elementi litici, breccia calcarea con sabbia, costituito da una buona permeabilità in quanto tali depositi di copertura si presentano rimaneggiati e alterati a struttura caotica, passanti verso il basso ad argille limoso-marnose alterate grigie a struttura irregolare i quali presentano una permeabilità da medio-bassa a molto bassa man mano che si passa in profondità alle argille limoso-marnose più consistenti di colore grigio e grigio scuro.

Questa sequenza di permeabilità variabile fa sì che le acque piovane o di ruscellamento provenienti da sorgive si infiltrano, nei primi strati del terreno alterato fino a raggiungere le argille grigie sottostanti praticamente impermeabili ciò provoca una diffusa imbibizione, lungo i giunti di discontinuità litologica, fra i depositi sovrastanti permeabili e il substrato argilloso integro, le acque superficiali penetrando nel sottosuolo entrano in pressione e riducono od annullano la resistenza di attrito lungo le discontinuità provocando un rilascio tensionale con conseguente regressione strutturale e calo delle caratteristiche fisico-meccaniche. Inoltre, l'assorbimento dell'acqua negli strati argillosi alterati, i quali sono molto sensibili al contenuto di umidità, provoca una variazione di volume

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	39 di 87

con rigonfiamenti e contrazioni dando luogo a movimenti lenti del terreno. Nelle strade si formano bozze a causa dei rigonfiamenti e crepe a causa delle contrazioni. Poiché le argille marnose, costituenti il substrato dell'area in esame, sono generalmente poco permeabili il movimento dell'acqua è lento e un ciclo di espansione e contrazione può richiedere un tempo significativo. Infatti, le frane presenti nell'area in studio sono frane attive a cicli stagionali i cui movimenti sono legati ad anni particolarmente piovosi.

Quindi, da quanto ampiamente detto, il primo intervento da effettuare per mantenere o migliorare la stabilità dell'intera area interessata dall'impianto agri-voltaico, con particolare attenzione al versante dell'Area "A" e "C" dove nella sua parte centrale si osserva un'area depressa dalla forma concava che lascia eludere a movimenti gravitativi di deformazione avvenuto in tempi non molto lontani, è il drenaggio in quanto riduce, come spiegato precedentemente, l'efficacia di una delle principali cause di instabilità, la pressione interstiziale dell'acqua.

Il primo drenaggio da eseguire è la canalizzazione delle acque superficiali, che ha lo scopo di allontanare dall'area suscettibile al franamento tutte le acque che scorrono in superficie, siano esse piovane che sorgive, onde evitare che penetrando nel sottosuolo entrino in pressione e riducono od annullano la resistenza d'attrito. Questo tipo di drenaggio viene eseguito mediante la realizzazione di fossi drenanti, costituito da un sistema di canalette, con pendenza del 10%, realizzati in corrispondenza dei solchi di drenaggio naturali esistenti allo stato di fatto e disposte a spina di pesce, realizzate in scavo di forma trapezia, scavate nel terreno naturale e rivestite, con una sezione di larghezza e profondità variabile, indicativamente di profondità 40 cm e sponde inclinate di 30°, per deviare e allontanare l'acqua dal pendio queste portano ad un collettore di intercettazione che corre lungo il piede del versante e permettono il più rapidamente possibile, l'allontanamento fuori dall'area in frana. Mentre per impedire che le acque sotterranee proveniente da monte arrivino nel corpo franoso si consiglia di realizzare, poco più a monte del dissesto, delle trincee di guardia e circolari aperte secondo le linee di massima pendenza (o in alternativa paratie drenanti) e spinti almeno fino a 4,5 m di profondità, da realizzare lungo l'area perimetrale situata a monte dell'area "A" e "C", dove sul fondo dello scavo verrà applicato un rivestimento in geo-tessuto antierosione al fine di ridurre l'azione erosiva della corrente idrica e un sistema di dreno che il geotecnico progettista riterrà più appropriato, mentre per le Aree "B"- "D" è sufficiente una profondità delle trincee circolari di circa 3 m da realizzare lungo l'area perimetrale a monte dei versanti. Le acque che si raccolgono sul fondo delle trincee tramite un sistema di tubazioni di raccolta drenaggio, forati o finestrati del diametro di 20 cm, dovranno scaricare le acque all'aperto entro alvei naturali fuori dall'area interessata dall'impianto. Gli scavi in trincea dovranno essere seguiti a tratti, di lunghezza limitata, avendo cura di prevedere l'idoneo puntellamento dei fronti di scavo che si verranno a determinare.

In corrispondenza delle intersezioni con la viabilità si sono previsti dei tratti interrati composti da scatolati in c.a. carrabili o da tubazioni in HDPE carrabili.

Lo scopo delle canalette e dei condotti interrati è quello di permettere il deflusso e l'allontanamento delle acque meteoriche dall'intera superficie interessata dall'impianto di fotovoltaico.

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag. 40 di 87	

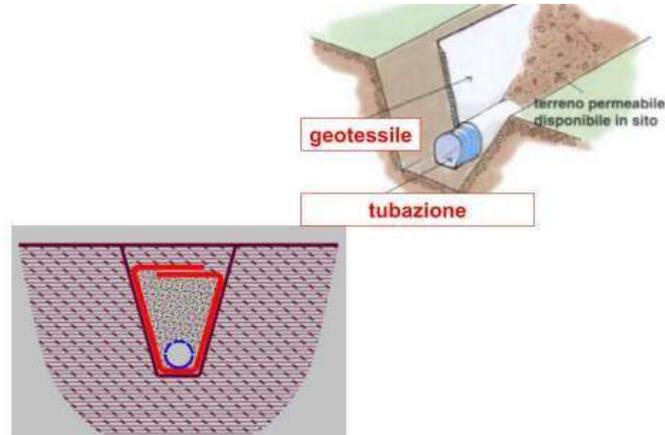


Figura 10.1 – Schema di trincea drenante da adoperare

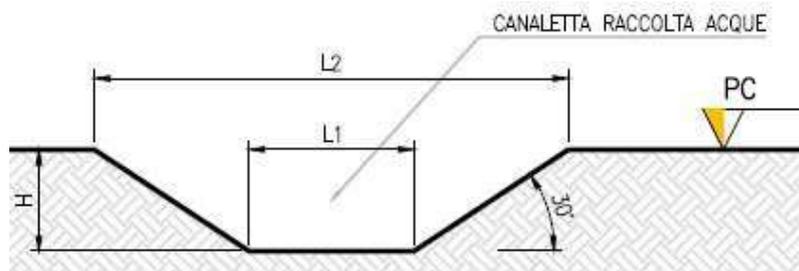
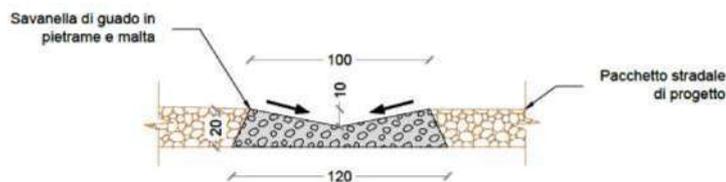


Figura 10.2 - Sezione "Tipo" canaletta di drenaggio realizzata in scavo

Gli scarichi della rete di drenaggio convergeranno ai ricettori esistenti.

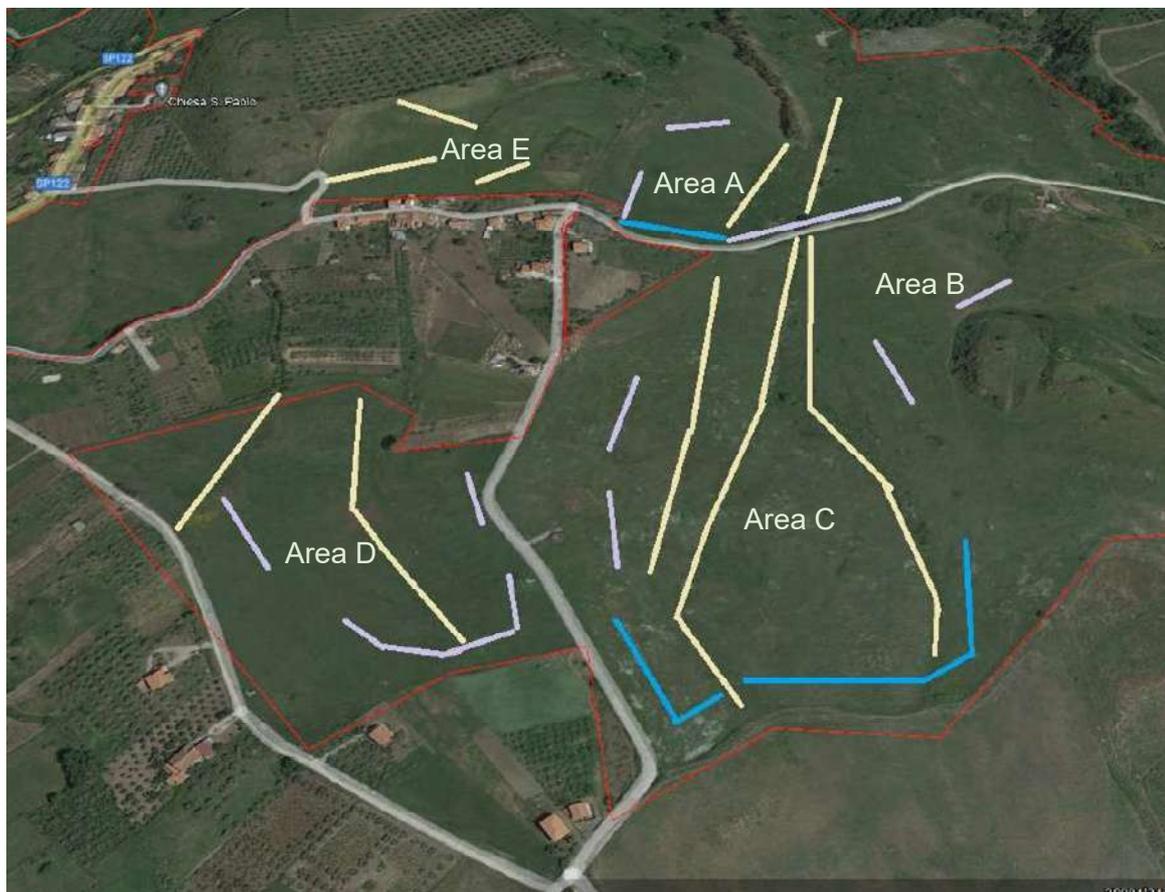
In fase esecutiva, qualora ritenute necessarie, potranno realizzarsi opere di protezione stradale del tipo sottoelencato:

- **Savanelle di guado in pietrame e malta** per un attraversamento "a raso" della viabilità di progetto.



	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	41 di 87

Ubicazione indicativa del sistema di drenaggio da realizzare



LEGENDA:

-  Trincea drenante profonda 4,5 m
-  Trincea drenante profonda 3 m
-  Canaletta drenante rivestita (qui se ne indicano solo alcune ma vanno realizzate corrispondenza di tutti i solchi di drenaggio naturali esistenti allo stato di fatto)

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	42 di 87

11 CONSIDERAZIONI IDRO-GEOMORFOLOGICHE E REGIME VINCOLISTICO RILEVATE SULLE AREE ATTRAVERSALE DALLE OPERE DI CONNESSIONE – LINEA MT

L'opera in progetto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica installato a terra della potenza di 21,75 MWp. La tecnologia impiantistica prevede l'installazione di moduli fotovoltaici bifacciali su strutture mobili sospese (tracker) di tipo mono-assiale ancorate a terra mediante opere infrastrutturali e di fondazione che il progettista riterrà più idonee in base alle caratteristiche geomeccaniche e sismiche del sottosuolo indagato, espresse in questa relazione.

L'ipotesi di connessione prevede il collegamento dell'impianto agro-voltaico mediante cavi interrati in media tensione MT 30 kV di lunghezza pari a circa 6,4 km fino alla sottostazione elettrica di trasformazione esistente "Minerva", situata nel comune di Patti (ME), in adiacenza alla SE elettrica di Patti. All'interno della sottostazione elettrica esistente è prevista la realizzazione di un nuovo stallo di trasformazione MT/AT e di una nuova cabina. Il nuovo stallo, all'interno della sottostazione elettrica esistente "Minerva", sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in antenna a 150 kV con la stazione elettrica 150 kV di Patti (ME). (Fig. 2.1)

Dalla consultazione sugli elaborati geomorfologici P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico) della Regione Sicilia, sul sito di riferimento – Vedi: *Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico e dei Dissesti, tavola n° 04 - C.T.R. n° 599120 in scala 1:10.000 del P.A.I. (rilievo 2012) "Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico"* della Regione Sicilia, di seguito riportata, in cui ricadono tutti i terreni in esame interessati dalle opere dell'impianto fotovoltaico, si osserva come l'area progettuale si colloca in un contesto geomorfologico caratterizzato da terreni di litologia diversa interessati da una evoluzione tettonica diversificata dove si rivelano problemi di instabilità o di dissesti che interessa gli strati superficiali, con livelli di pericolosità "**P2**" moderato (vedi carta P.A.I. di seguito riportata) e un livello di rischio, il quale è funzione della presenza antropica, **nel caso dei terreni in esame rischio nullo "R0"**.

Il cavidotto MT 30kV attraverserà aree con pericolosità P1, P2 e P4, secondo quanto riportato dalle dagli art. NTA di piano è consentita: "la realizzazione di nuovi interventi infrastrutturali e nuove opere pubbliche a condizione che sia incontrovertibilmente dimostrata e dichiarata l'assenza di alternative di localizzazione e purché sia compatibile con la pericolosità dell'area". Il cavidotto si svilupperà su infrastruttura esistente (strada asfaltata).

Il cavidotto MT 30 kV ricade in aree con rischio geomorfologico R2 e R3.

Nell'aggiornamento delle NTA non sono riportate prescrizioni per le aree a rischio geomorfologico. L'interferenza dei tratti di cavidotto con aree a vincolo geomorfologico P.A.I. non andrà a comportare alcuna modifica dello stato dei luoghi in quanto l'attraversamento avverrà in modalità completamente interrata e su tracciati stradali già asfaltati, di conseguenza il progetto non altera la morfologia del suolo e quella vegetale, non altera la conservazione dell'ambiente; trattandosi di agro-voltaico, garantisce pur prevedendo installazione di strutture artificiali, il mantenimento tra esse delle colture attualmente praticate, a favore del promulgo della tradizione agroalimentare. Nelle aree prossime all'impianto, la fascia di mitigazione, maschererà completamente l'opera.

Relativamente alla *Carta della pericolosità e del rischio idraulico per fenomeni di esondazione* del P.A.I. Sicilia Tav. 04 – scala 1: 10.000 CTR N° 599120 (di seguito riportata Fig. 9.6), l'area in esame compreso l'intero percorso del cavidotto MT non ricade in quelle interessate dal rischio idraulico per fenomeni di esondazione. Il cavidotto 30 kV di connessione interferente con le fasce di tutela dei fiumi, torrenti e corsi d'acqua, si svilupperà con posa completamente interrata su strada, ad eccezione di un unico tratto per il quale sarà previsto l'attraversamento in TOC.

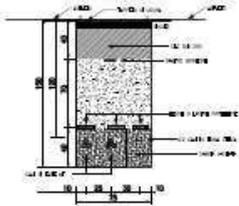
In conclusione, preso atto di quanto riportato nelle NTA di piano, e dato che l'interferenza riguarda solo il cavidotto MT 30 kV, che si svilupperà completamente su strada esistente, mantenendo tutti i regimi di salvaguardia del caso, il progetto risulta non in contrasto con quanto disposto dal piano.

	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev. 0</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">43 di 87</p>

SEZIONE TIPICA VIE CAVO INTERRATO

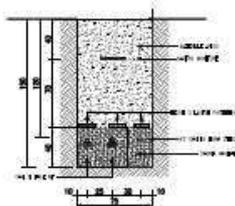
SEZIONE TIPICA VIE CAVO
SU STRADE ASFALTATE *

SEZIONE TIPO "DA"



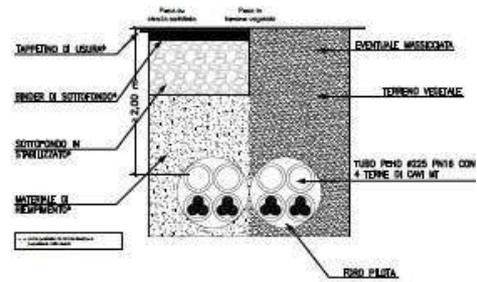
SEZIONE TIPICA VIE CAVO
SU STRADE STERRATE *

SEZIONE TIPO "B"



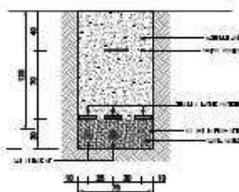
SEZIONE TIPICA PERFORAZIONE
TELEGUIDATA A TRIFOLGIO *

SEZIONE TIPO "TOO"

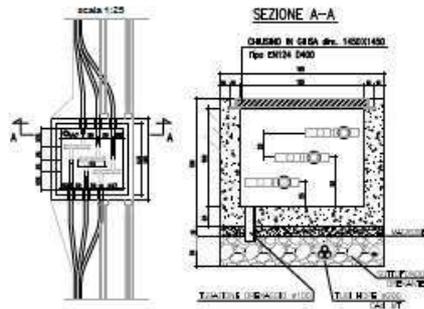


SEZIONE TIPICA VIE CAVO
SU STRADE STERRATE *

SEZIONE TIPO "B"



SEZIONE TIPICA VIE CAVO
POZZETTO SEZIONABILE



(*) DISEGNI NON IN SCALA

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	44 di 87

12 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

I terreni, direttamente interessati dall'Impianto di fotovoltaico, sono caratterizzati da affioramenti di litotipi composte da argille siltose a prevalente montmorillonite e limi sabbiosi, della *Formazione delle Argille Scagliose Varicolori* tali litotipi dal punto di vista geotecnico sono ascrivibili al gruppo di rocce semicoerenti a luoghi incoerenti nella frazione argillosa, a erodibilità medio – alta. La loro resistenza al taglio aumenta col costipamento e con un gradiente che risulta essere tanto maggiore quanto minore è la porosità, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.

Per la caratterizzazione geotecnica dell'immediato sottosuolo e per la determinazione dello spessore della coltre superficiale, come anticipato in premessa, al fine di pervenire a un razionale dimensionamento strutturale delle opere d'arte, per gli scopi geologici – applicativi di progetto, è stata eseguita una campagna di indagine geognostica, attraverso l'esecuzione di n° 4 perforazioni ad andamento verticale a carotaggio continuo per complessivi 57 metri con prelievo, di 57 campioni disturbati e 6 campioni indisturbati, nel corso della perforazione sono state effettuate 4 prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test). (Allegato 2).

I contenitori opportunamente sigillati, e contrassegnati con etichette identificatrici, sono stati avviati presso il laboratorio di indagini geognostiche, meccanica Terre e Rocce, SGM s.r.l. dove sono state effettuate le analisi e prove geotecniche.

Nello specifico sono state eseguite le relative analisi di laboratorio comprendenti:

- la caratterizzazione fisica
- determinazione del contenuto di acqua del campione,
- analisi granulometrica,
- misura del peso dell'unità di volume,
- limiti di Atterberg o di consistenza,
- prove di taglio diretto e prove triassiali consolidate e non drenate,
- determinazione resistenze residue

Nella relazione sui risultati delle prove geotecniche di laboratorio allegata, sono riportati le tabelle riepilogative delle prove eseguite ed i relativi certificati.

Qui di seguito vengono riportate le tabelle riepilogative delle singole analisi e prove geotecniche effettuate per ogni campione con i relativi parametri geotecnici rappresentative delle cinque aree in cui la scrivente ha suddiviso per maggiore dettaglio l'intera area interessata dall'impinto agro-voltaico, che il progettista dovrà tenere conto in sede di scelta di progetto:

- Per il substrato rilevato **nell'Area "A"** interessata dalle fondazioni dell'impianto fotovoltaico, si possono stimare i seguenti parametri geotecnici riepilogativi, dopo avere asportato l'intera coltre superficiale di copertura alterata influenzata dalle variazioni meteorologiche stagionali dello spessore di circa 1,00 m:

Parametri geotecnici

I dati riportati fanno riferimento ai valori minimi desunti dall'indagine eseguita, ridimensionati in funzione dell'indice di consistenza dei vari strati attraversati.

Profondità (m)	Limiti di Atterberg – LL-LP %	Angolo di attrito interno drenato (Φ')	Angolo di attrito interno residuale (Φ_r)	Coesione drenata (c') - KPa	Coesione non drenata (c_u) - KPa	Coesione residuale (c_r) -KPa
----------------	-------------------------------	---	--	---------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	45 di 87

1,00 – 4,50: limo plastico rimaneggiato da privo di consistenza a poco consistente	LL = 73,1% LP = 32,5 %	15°	9°	12	55	5
4,50 - 10,50: Materiali a grana medio-fine di natura argillo-limosa – substrato da mediamente consistente a molto consistente con l'aumentare della profondità	LL = 52,9% LP = 22,6 %	23°	16°	7	215	3

Parametri geofisici

Profondità (m)	Peso specifico	Peso unità di volume saturo (sat) t/m ³	Contenuto d'acqua %
1,00 - 4,50	2,726	1,80	37,40
4,50 – 10,50	2,687	2,00	18,80

- Per la successione litotecnica rilevata nell'intera "Area B" interessata dalle fondazioni dell'impianto fotovoltaico, si possono stimare i seguenti parametri geotecnici riepilogativi, dopo avere asportato l'intera coltre superficiale di copertura alterata influenzata dalle variazioni meteorologiche stagionali dello spessore di circa 0,80 m:

Parametri geotecnici

I dati riportati fanno riferimento ai valori minimi desunti dall'indagine eseguita, ridimensionati in funzione dell'indice di consistenza dei vari strati attraversati.

Profondità (m)	Limiti di Atterberg – LL-LP %	Angolo di attrito interno drenato (Φ')	Angolo di attrito interno residuale (Φr)	Coesione drenata (c') - KPa	Coesione non drenata (cu) - KPa	Coesione residuale (cr') -KPa
0,80 – 4,00: limo plastico rimaneggiato da poco consistente a mediamente consistente	LL = 41% LP = 25 %	22°	16°	8	175	3
4,00 - 10,00: Argille siltose consistenti di colore bruno rossastro passanti a colorazione verdastro azzurro con sparsi elementi litici arenacei di dimensioni decimetriche, substrato consistente	.....	24°	....	7	2,4 Kg/cm ²	....

Parametri fisici

Profondità (m)	Peso specifico	Peso unità di volume saturo (sat) t/m ³	Contenuto d'acqua %
----------------	----------------	--	---------------------

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	46 di 87

0,80 - 4,00	2,670	1,80	18,46
4,00 - 10,00	....	2,00	...

- Per il substrato rilevato nell'Area "C" interessata dalle fondazioni dell'impianto fotovoltaico, si possono stimare i seguenti parametri geotecnici riepilogativi, dopo avere asportato l'intera coltre superficiale di copertura alterata influenzata dalle variazioni meteorologiche stagionali dello spessore di circa 1,00 m:

Parametri geotecnici

I dati riportati fanno riferimento ai valori minimi desunti dall'indagine eseguita, ridimensionati in funzione dell'indice di consistenza dei vari strati attraversati.

Profondità (m)	Limiti di Atterberg – LL-LP %	Angolo di attrito interno drenato (Φ')	Angolo di attrito interno residuale (Φ_r)	Coesione drenata (c') - KPa	Coesione non drenata (c_u) - KPa	Coesione residuale (c_r') -KPa
1,00 – 5,50: limo plastico rimaneggiato da privo di consistenza a poco consistente	LL = 73,1% LP = 32,5 %	20°		10	....	0
4,50 - 12,50: Materiali a grana medio-fine di natura argillo-limosa – substrato da mediamente consistente a molto consistente con l'aumentare della profondità	LL = 42,6% LP = 26,5 %	25°	17°	10	450	0

Parametri fisici

Profondità (m)	Peso specifico	Peso unità di volume saturo (sat) t/m ³	Contenuto d'acqua %
1,00 - 4,50	2,627	1,70	15,00
4,50 – 10,50	2,650	2,00	11,47

- Per la successione litotecnica rilevata nell'intera "Area D" interessata dalle fondazioni dell'impianto fotovoltaico, si possono stimare i seguenti parametri geotecnici riepilogativi, dopo avere asportato l'intera coltre superficiale di copertura alterata influenzata dalle variazioni meteorologiche stagionali dello spessore di circa 0,90 m:

Parametri geotecnici

I dati riportati fanno riferimento ai valori minimi desunti dall'indagine eseguita, ridimensionati in funzione dell'indice di consistenza dei vari strati attraversati.

Profondità (m)	Limiti di Atterberg – LL-LP %	Angolo di attrito interno drenato (Φ')	Angolo di attrito interno residuale (Φ_r)	Coesione drenata (c') - KPa	Coesione non drenata (c_u) - KPa	Coesione residuale (c_r') -KPa
----------------	-------------------------------	---	--	---------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	47 di 87

0,90 – 5,00: limo mediamente plastico rimaneggiato da poco consistente a mediamente consistente	LL = 45% LP = 22 %	20°	18°	8	150	0
5,00 - 10,00: Argille silteose consistenti di colore grigio passanti a colorazione verdastro azzurro.	.....	24°	....	8	1,89 Kg/cm ²	....

Parametri fisici

Profondità (m)	Peso specifico	Peso unità di volume saturo (sat) t/m ³	Contenuto d'acqua %
0,80 - 5,00	2,655	1,80	17,90
5,00 – 10,00	....	2,00	...

- Per la successione litotecnica rilevata nell'intera "Area E" interessata dalle fondazioni dell'impianto fotovoltaico, si possono stimare i seguenti parametri geotecnici riepilogativi, dopo avere asportato l'intera coltre superficiale di copertura alterata influenzata dalle variazioni meteorologiche stagionali dello spessore di circa 0,80 m:

Parametri geotecnici

I dati riportati fanno riferimento ai valori minimi desunti dall'indagine eseguita, ridimensionati in funzione dell'indice di consistenza dei vari strati attraversati.

Profondità (m)	Limiti di Atterberg – LL-LP %	Angolo di attrito interno drenato (Φ')	Angolo di attrito interno residuale (Φ _r)	Coesione drenata (c') - KPa	Coesione non drenata (c _u) - KPa	Coesione residuale (c' _r) -KPa
0,80 – 4,00: Sabbie a grana medio fine da poco a mediamente consistenti	22°	16°	8	150	....
4,00 - 10,00: Arenarie a cemento calcareo, substrato consistente	26°	....	10	....	....

Parametri fisici

Profondità (m)	Peso specifico	Peso unità di volume saturo (sat) t/m ³	Contenuto d'acqua %
0,80 - 4,00	1,80	.....
4,00 – 10,00	2,00	...

Vedi report analisi geotecniche di laboratorio e prove penetrometriche dinamiche "Allegato 1", dove sono riportati le tabelle riepilogative delle prove geotecniche e SPT eseguite ed i relativi certificati¹.

¹ Allegato

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	48 di 87

13 INTRODUZIONE SULLE INDAGINI GEOFISICHE

Le prospezioni geofisiche sismiche effettuate nell'area in studio (Allegato 2), hanno permesso, senza alterare ulteriormente gli equilibri, attuali, del versante, di ricostruire in sezione le geometrie del substrato identificando discontinuità presenti legate a probabili variazioni litologiche e/o a superfici di scorrimento anomale.

In dettaglio le metodologie utilizzate hanno permesso di rilevare le seguenti informazioni:

- La Tomografia Sismica assiale di superficie è una tecnica che consente la ricostruzione in immagini della struttura interna del terreno, mediante l'impiego dei travel-time delle onde sismiche che si propagano dalla superficie. Lo scopo è di determinare un dettagliato andamento della distribuzione della velocità delle onde sismiche longitudinali nel sottosuolo definire la sismo-stratigrafia strutturale del sottosuolo attraverso la ricostruzione dell'immagine sismica del sottosuolo (modello di velocità) e di determinare sezioni 2D pseudo-tomografiche della velocità delle onde di taglio.

Al fine di potere ricostruire la successione sismo- stratigrafica strutturale del sottosuolo indagato, e determinare le sue caratteristiche elastiche sono stati eseguiti n°14 stendimenti sismici a r i frazione ad interpretazione tomografica, denominate progressivamente da TOMO_01 a TOMO_02 oltre all' acquisizione dei rumori spontanei del terreno con tecnica sismica passiva a stazione singola "HVSr", eseguita con *Tromografo elettronico digitale TROMINO® ENGINEERING* in 7 stazioni di r i levamento denominate progressivamente da TR1 a TR7.

Relativamente alle stese di tomografia sismica a rifrazione la lunghezza dei singoli stendimenti è pari a 115 m (vedi planimetria ubicazione sondaggi sismici riportata nel report della relazione di geofisica) utilizzando come sorgente sismica una massa battente da 8 kg su apposita piastra di battuta in alluminio. La profondità media d' indagine per questa metodologia e con queste caratteristiche geometriche degli stendimenti non ha superato i 20,00m dal p.c.

Lo scopo delle indagini sismiche è stato quello di definire la sismo-stratigrafia strutturale del sottosuolo attraverso la ricostruzione dell'immagine sismica del sottosuolo (modello di velocità) e di determinare sezioni 2D pseudo-tomografiche della velocità delle onde di taglio. Queste ultime sono state ottenute mediante analisi numeriche basate sulla propagazione di onde superficiali di Rayleigh (surface wave method – SWM) di tipo combinato attivo/passive (MAM).

  	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	49 di 87

14 INDAGINI GEOFISICHE DEL SOTTOSUOLO AI FINI DALL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

14.1 PREMESSA

A supporto dello studio geologico, relativo all'intervento progettuale oggetto di questa Relazione sono state effettuate tre indagini geofisiche per la definizione dell'azione sismica di progetto e per analizzare il comportamento sismico del terreno di fondazione in conformità al D.M. 17.01.2018 Norme Tecniche per le Costruzioni.

Nella fattispecie sono state eseguite 8 acquisizioni sismiche, con l'impiego della tecnica di sismica passiva a stazione singola, per una finestra temporale di 20 minuti, denominate progressivamente da TR1 a TR8, la quale mette in luce le frequenze alle quali lo scuotimento del terreno viene amplificato per risonanza morfologica e stratigrafica.

L'analisi in situ, realizzata con **Tromografo** elettronico digitale TROMINO® ENGINEERING il quale, è un tipo particolare di sismometro creato per la misurazione del tremore sismico ambientale e delle frequenze di risonanza dei terreni, ha permesso attraverso le caratteristiche elastiche del terreno e le discontinuità sismiche presenti, legate alle variazioni litologiche, di determinare:

- il *rapporto spettrale H/V* (componenti orizzontali X-Y in rapporto alla verticale Z) del micro-tremore ambientale (sismica passiva) per la determinazione della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo naturale e valutare la *risposta sismica del sito ed eventuali effetti di amplificazione sismica, topografica e stratigrafica locale, del moto in superficie*;
- *Profili vincolati di velocità delle onde di superficie (prossimi ad onde S)*
- *Ricostruzione del modello geologico stratigrafico, del volume di terreno interessato dalle fondazioni dell'opera soprastante*;
- *Stratigrafia del sottosuolo (e individuazione di sedimenti saturi d'acqua per, eventuale, presenza di falda freatica sotterranea che potrebbe, comportare variazioni delle caratteristiche geo-meccaniche dei terreni e risposte sismiche locali diversificate es.: variazione di amplificazione del segnale sismico locale)*;
- *Discontinuità e cavità all'interno della roccia.*
- *Mappatura della profondità del bed rock con alta precisione.*
- *La velocità equivalente media ponderata delle onde di taglio "S" nei primi H m di spessore del substrato, "Vs_eq", in presenza di un vincolo ossia profondità dello strato riflettore, e la categoria di sottosuolo associata secondo quanto previsto nel D.M. 14/01/2008 relativo alle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e Nuovi Aggiornamenti del 17/01/2018 e succ. modifiche ed integrazioni.*

Questo tipo di indagine ha lo scopo di fornire indicazioni preliminari sulla struttura del sottosuolo con costi e tempi ridotti, e solo successivamente alla luce dei risultati acquisiti, preventivare eventuali analisi di dettaglio con altre metodologie. Evitando sprechi economici per altre indagini inutili e invasivi. Inoltre, per la caratterizzazione sismica di un sito, secondo la Normativa sopra citata, la tecnica sismica passiva a stazione singola è verosimilmente quella che ha più aspetti positivi perché misura (e non "deriva" da altri N parametri) le frequenze di risonanza senza limiti di profondità nell'intervallo d'interesse geotecnico e strutturale e in modo molto rapido e non invasivo.

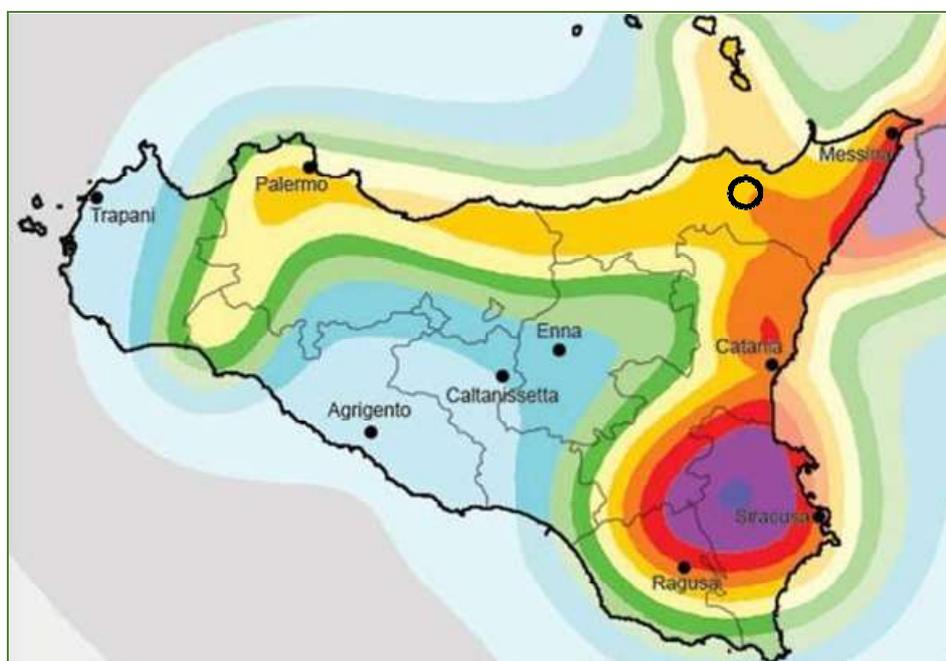
La restituzione dei dati, con relativa interpretazione del "profilo sismico", avvenuta attraverso il software "Grilla" è riportata in allegato alla presente. A seguito dell'analisi della prospezione sismica eseguita si riporta la classificazione della categoria di suolo di fondazione secondo quanto previsto nel D.M. 17/01/2018 relativo alle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e il valore di picco di accelerazione al suolo del sito.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	50 di 87

14.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La nuova normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica” – costituisce la nuova legge di riferimento per la progettazione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento sismico su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azione.

Il territorio Comunale di Librizzi risulta classificato in Zona sismica 2 - sismicità media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti - con i seguenti valori, di accelerazione massima del suolo [$a(g)$], riferita ai suoli rigidi, compresi tra 0.175 e 0.200 g con accelerazione massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag) di 0.25 g, (OPCM 3519/06).



In ossequio alle direttive previste dallo stesso decreto D.M. 14 gennaio 2008 e nuovi aggiornamenti 17 gennaio 2018, sono state attenzionate le problematiche riguardanti il fattore pericolosità sismica locale, che rappresenta il primo passo per la riduzione del rischio sismico. È necessario, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

La pericolosità sismica, intesa come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito, è legata, oltre che alle caratteristiche sismo-tettoniche dell'area e alla propagazione delle onde ed anche alle caratteristiche geologiche locali denominata "risposta sismica locale". Si denomina "risposta sismica locale" l'azione sismica quale emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	51 di 87

ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido. È noto, infatti, che in occasione di eventi sismici di una certa rilevanza, si verificano effetti differenti connessi a particolari condizioni geologico-geomorfologiche detti effetti stratigrafici e topografici:

- **effetti stratigrafici**, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- **effetti topografici**, legati alla configurazione topografica del piano campagna.

La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello rifratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza. Questi effetti, producono danni anche molto diversificati su manufatti di caratteristiche strutturali analoghe, situati anche a breve distanza.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II (A, B, C, D, E) della normativa vigente in materia antisismica NTC 2018. Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione definita in (Tab. 3.2.III – T1, T2, T3 T4) della normativa vigente in materia antisismica, vedi – Nuova Normativa Antisismica del 17/01/2018.

14.3 METODOLOGIA SISMICA ADOPERATA E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le indagini geosismiche sono state realizzate avvalendosi del metodo sismico che utilizza l'acquisizione del "rumore sismico" di fondo come funzione di eccitazione. Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre, si chiama anche *micro-tremore* poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro.

I micro-tremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossime a quella delle onde S (vedi ad es. Lachet e Bard, 1994), il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione dalla velocità di queste ultime. Dai primi studi di "Kanai" (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei "rapporti spettrali" tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale ("Horizontal to Vertical Spectral Ratio", HVSR o H/V), proposta da "Nogoshi e Igarashi" (1970) e resa popolare da Nakamura (1989). Tale tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della "*frequenza fondamentale di risonanza*" del sottosuolo indagato ("Field e Jacob", 1993; "Lachet e Bard", 1994; "Lermo e Chavez-Garcia", 1993, 1994; "Bard", 1998; "Ibsvon Seht e Wohlenberg", 1999; "Fah et al.", 2001; solo per citarne alcune), così come è altrettanto riconosciuto che le ampiezze di detti rapporti spettrali H/V rappresentino un indicatore dell'amplificazione "minima" attesa al sito, in caso di terremoto. In altre parole, se consideriamo un terremoto composto di onde di volume (dominanti nella prima fase - primi secondi – dell'evento) e di onde di superficie (dominanti nella seconda fase del terremoto), l'amplificazione registrata con il micro-tremore coincide con quella attesa per il treno di onde di superficie del terremoto (il cosiddetto "sciame" del terremoto) mentre può essere inferiore a quella reale nei primi secondi del terremoto. Tale tecnica si fonda, infatti, su un segnale composto per la maggior parte da onde di superficie (Rayleigh e Love che sono quelle che provocano i maggiori danni nei terremoti a causa della loro ampiezza) e sfrutta la proprietà per cui la componente spettrale verticale (Rayleigh) si annulla in corrispondenza delle auto-frequenze dell'onda di volume SH questo

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	52 di 87

è il motivo per cui si osserva un massimo nella curva H/V in corrispondenza di queste frequenze. Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze, per l'appunto di risonanza, non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle auto-frequenze dei terreni sia possibile ovunque ed in modo semplice, anche in assenza di terremoti.

Le misure di "micro-tremore sismico ambientale" sono state effettuate per mezzo di un *tromografo digitale portatile progettato per l'acquisizione del rumore sismico*. Lo strumento (*Tromino®Engy, Micromed SpA, 10 x 7 x 14 cm per 1 kg di peso*) è dotato di: sei canali connessi a tre sensori elettrodinamici (velocimetri) ad alta risoluzione disposti secondo tre direzioni ortogonali (N-S, E-W e verticalmente), più un canale per il segnale GPS e un canale analogico con trigger esterno per l'applicazione di sismica attiva.

I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz e per una finestra temporale di 20 minuti su terreno naturale, lo strumento è stato orientato in direzione Nord, le condizioni meteorologiche durante la misura: si presentava cielo sereno temperatura 34°C circa, vento 10 km/h S.E.

Lo strumento memorizza i dati in una scheda di memoria interna da 1 Gb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico od elettronico.

TROMINO® ENGINEERING permette di misurare anche le vibrazioni potenzialmente dannose negli edifici e nelle strutture, analizzando il picco di velocità /o accelerazione per ogni frequenza a suolo e sui fabbricati, in quanto il *rapporto spettrale H/V* (componenti orizzontali X-Y in rapporto alla verticale Z) del micro tremore ambientale (sismica passiva) determina sia la frequenza di risonanza del terreno naturale che di quella di fabbricati e strutture, da cui derivare la presenza o meno della condizione di "doppia risonanza" indice di vulnerabilità sismica di un'opera.

Il TROMINO® ENGY in combinazione con un Sistema Trigger, comprensivo di cavo di lunghezza 50 metri, geofono con puntale verticale, frequenza propria 4.5 Hz, permette di effettuare la prova attiva di tipo ARRAY-MASW (usando un solo canale per volta) e sismica a rifrazione a piccola scala. Questa combinazione permette di effettuare un fit congiunto delle due prove, questo approccio misto di tecniche in array attiva e tecniche a stazione singola passiva si rivela ideale in quanto la prova in array fornisce il vincolo per il fit della prova H/V anche in assenza di sondaggi e la prova H/V permette di ottenere profili di sottosuolo in termini di Vs fino a profondità maggiori di quelle raggiungibili dalla sola prova in array attiva.

Una mappa bidimensionale (mappa 2-D) può essere costruita accostando e sovrapponendo più profili 1-D consecutivi ed utilizzando un contouring software.

 	<p>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p>Rev.</p>	<p>0</p>
	<p>22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p>Pag.</p>	<p>53 di 87</p>

Ubicazione indagini sismiche foto aerea *Fonte: Google Earth Pro*



Acquisizioni sismiche effettuate in situ, denominate progressivamente da TR1 a TR8.

 	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p>Rev. 0</p>	
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p>Pag. 54 di 87</p>	

14.4 ELABORATI SISMICI

- TR1 (LIBRIZZI)

Instrument: TEP-0200/01-12

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 02/08/22 09:56:44 End recording: 02/08/22 10:14:44

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down

GPS location: 014°59.1288 E, 38°04.2378 N (389.0 m)

Satellite no.: 05

Trace length: 0h18'00". Analyzed 87% trace (manual window selection)

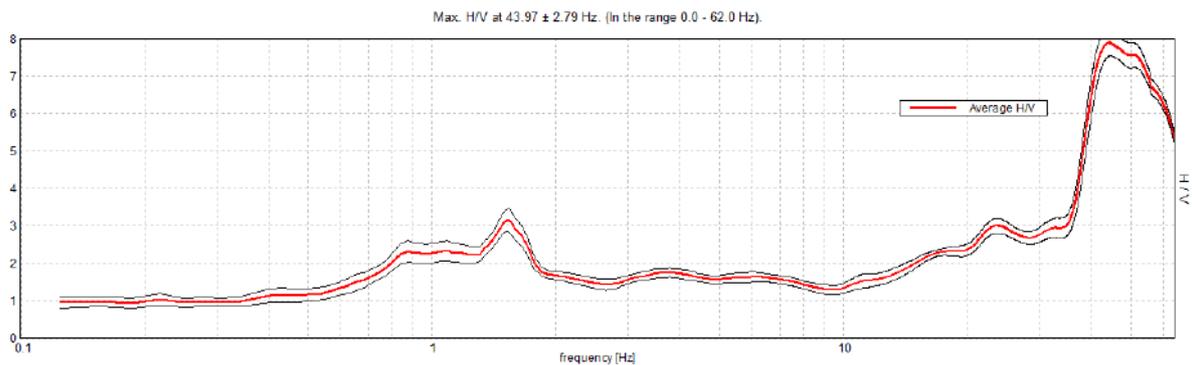
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

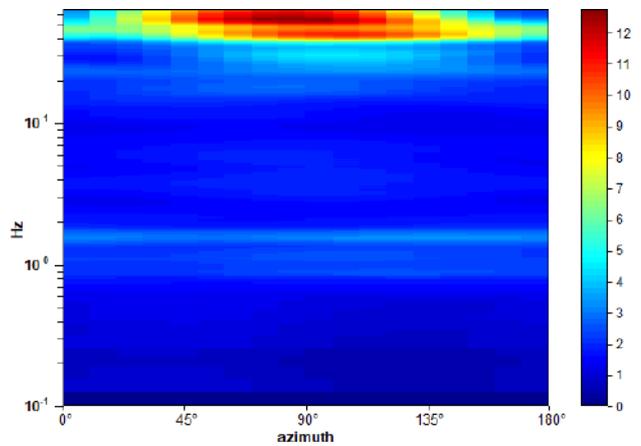
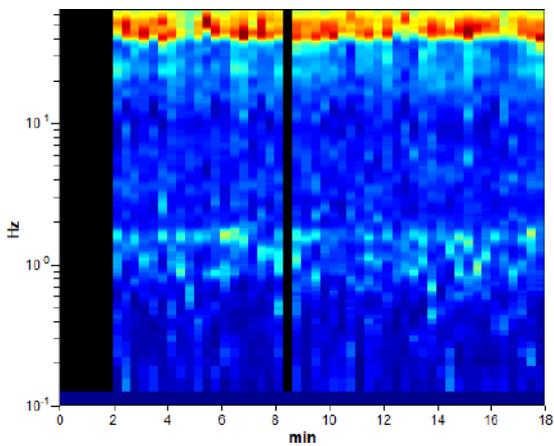
Smoothing: 14%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



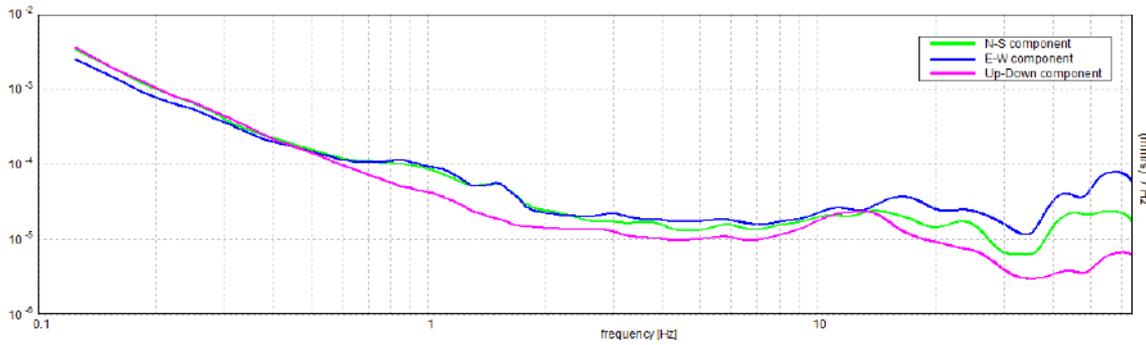
H/V TIME HISTORY

DIRECTIONAL H/V

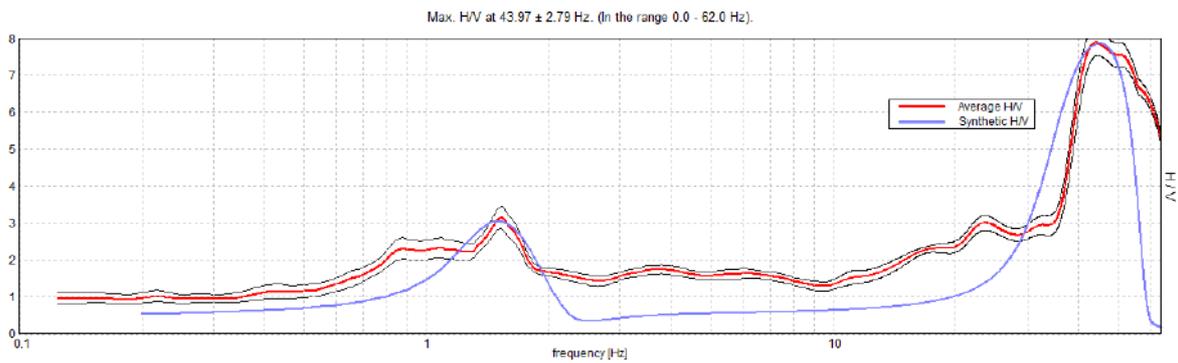


 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	55 di 87

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

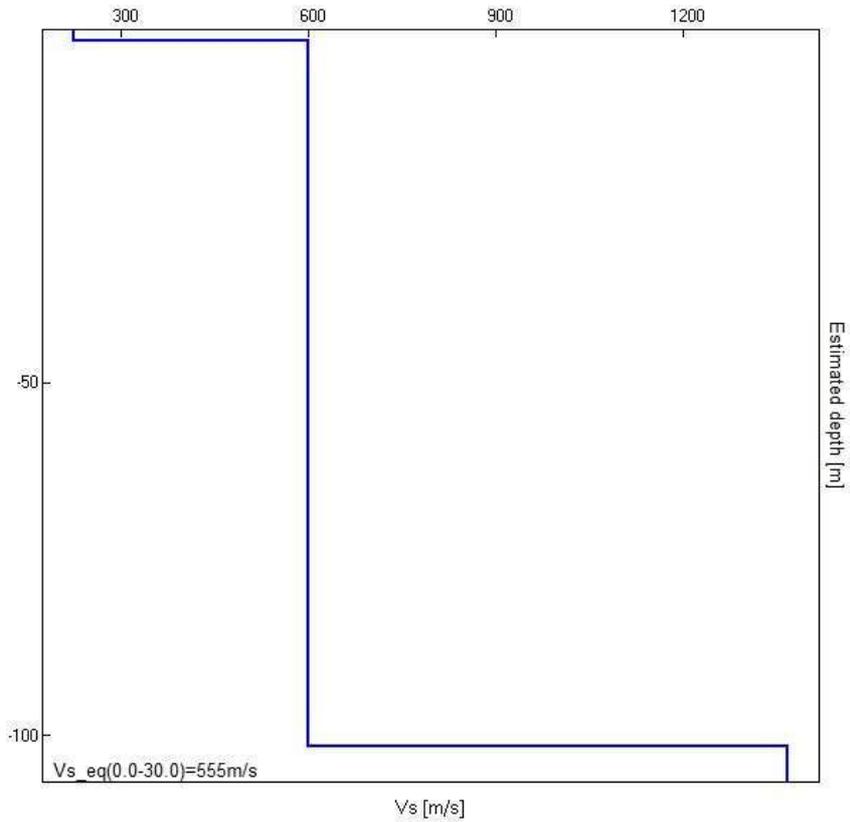


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.47	1.47	225	0.39
101.47	100.00	600	0.36
inf.	inf.	1368	0.35

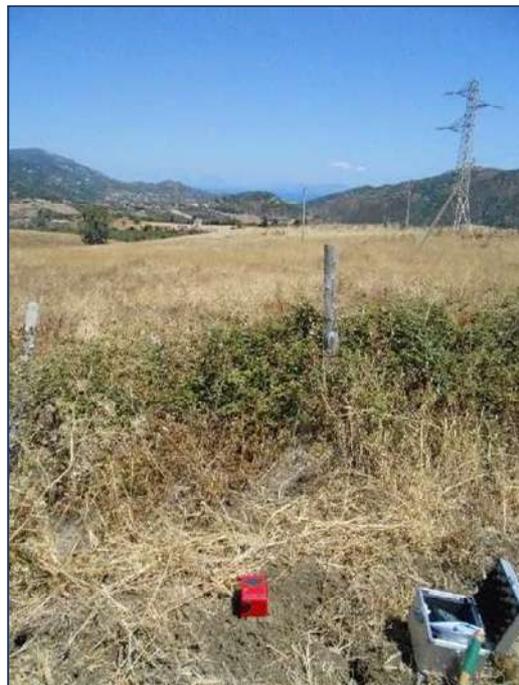
Vs_eq (0.0-30.0) = 555 m/s

	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p>Rev. 0</p>	
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p>Pag. 56 di 87</p>	

TR1



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



TR1: Acquisizione sismica effettuata nell'area interessata dall'impianto

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	57 di 87

TROMINO® Grilla
www.tromino.eu

TR2: LIBRIZZI

Instrument: TEP-0200/01-12

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 6

Start recording: 02/08/22 10:40:31 End recording: 02/08/22 10:58:31

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down

GPS location: 014°59.0967 E, 38°04.3062 N (375.3 m)

(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 + 0 samples

Satellite no.: 06

Trace length: 0h18'00". Analyzed 91% trace (automatic window selection)

Sampling rate: 128 Hz

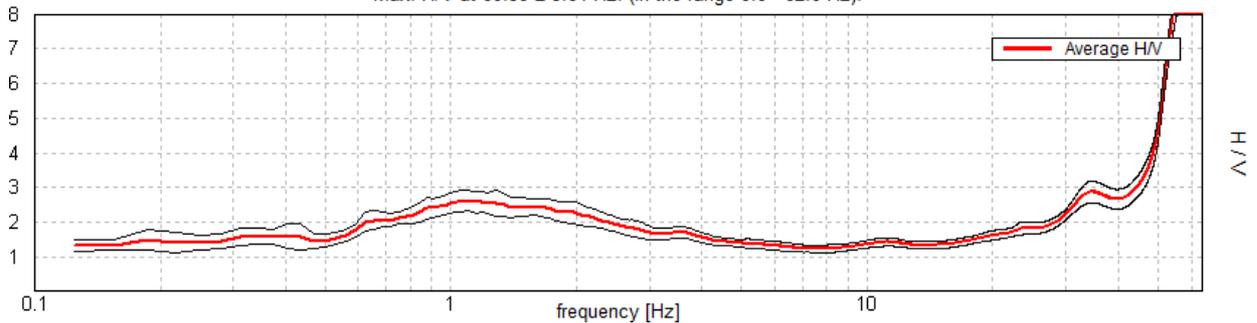
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

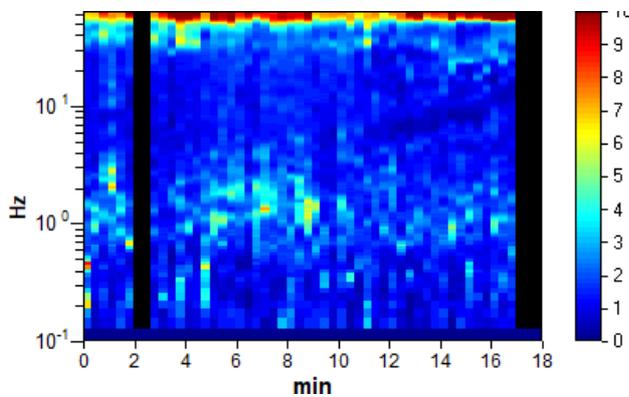
Smoothing: 14%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

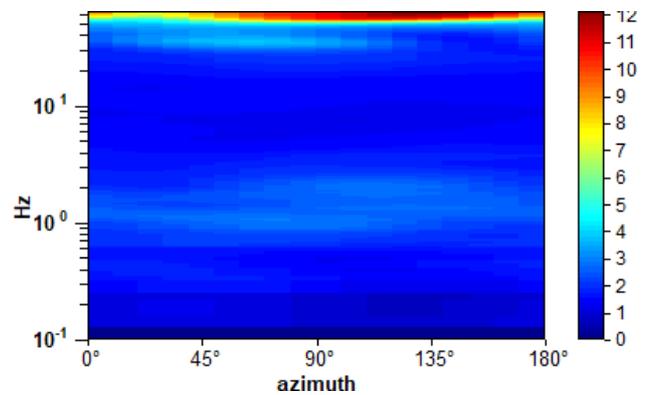
Max. H/V at 60.59 ± 8.61 Hz. (In the range 0.0 - 62.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

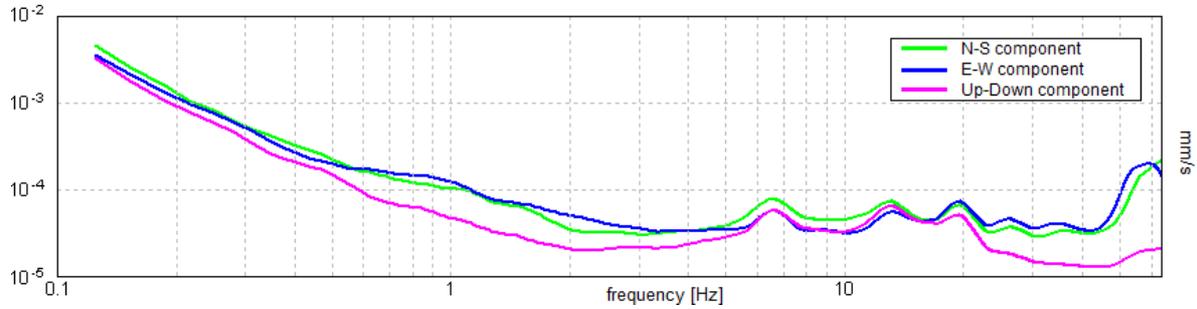


DIRECTIONAL H/V

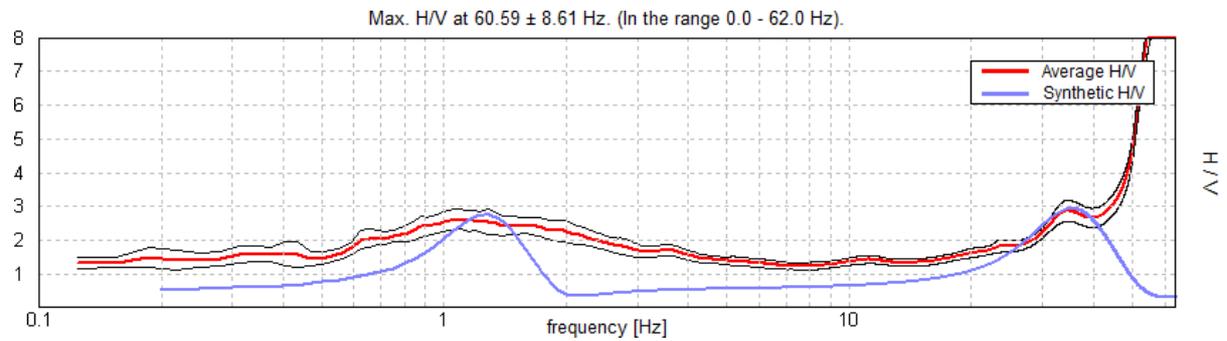


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag. 58 di 87	

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

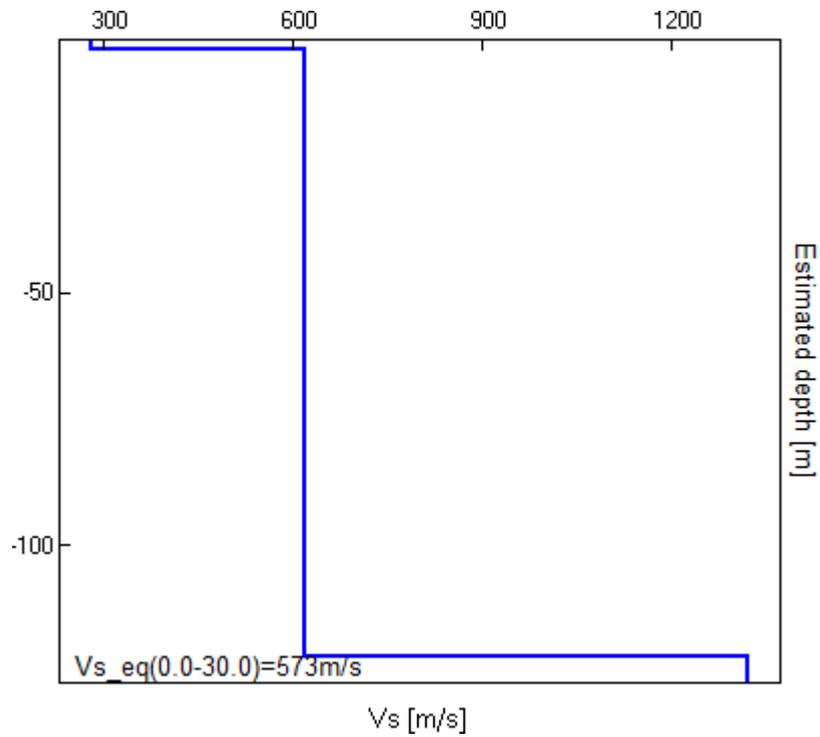


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	282	0.38
122.00	120.00	618	0.38
inf.	inf.	1320	0.40

Vs_eq (0.0-30.0) = 573 m/s

	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev.</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">59 di 87</p>

TR2



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



TR2: Acquisizione sismica effettuata nell'area interessata dall'impianto

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	60 di 87

TROMINO® Grilla
www.tromino.eu

TR3: FW LIBRIZZI

Instrument: TEP-0200/01-12

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 02/08/22 11:20:07 End recording: 02/08/22 11:38:07

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down

GPS location: 014°59.1484 E, 38°04.3819 N (363.2 m)

Satellite no.: 06

Trace length: 0h18'00". Analyzed 87% trace (manual window selection)

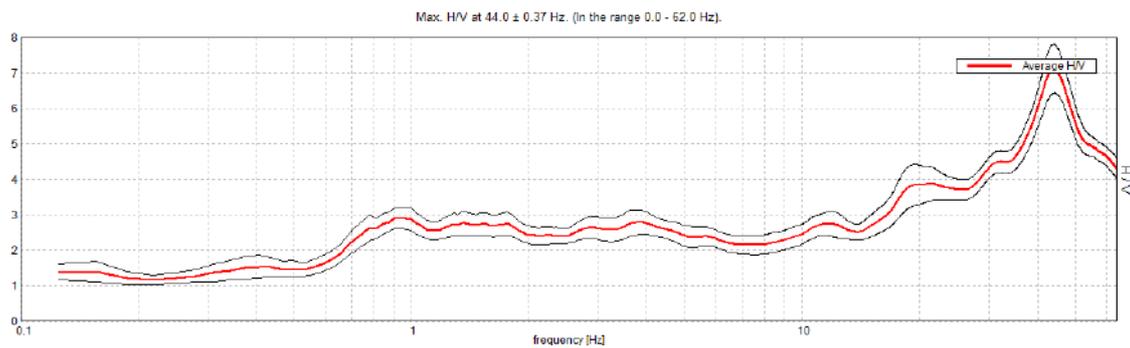
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

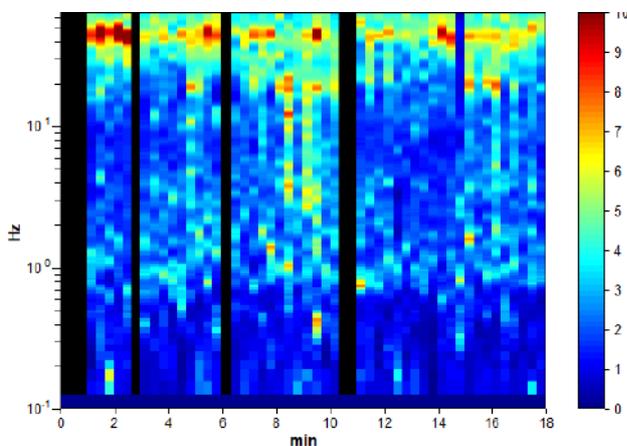
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 12%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

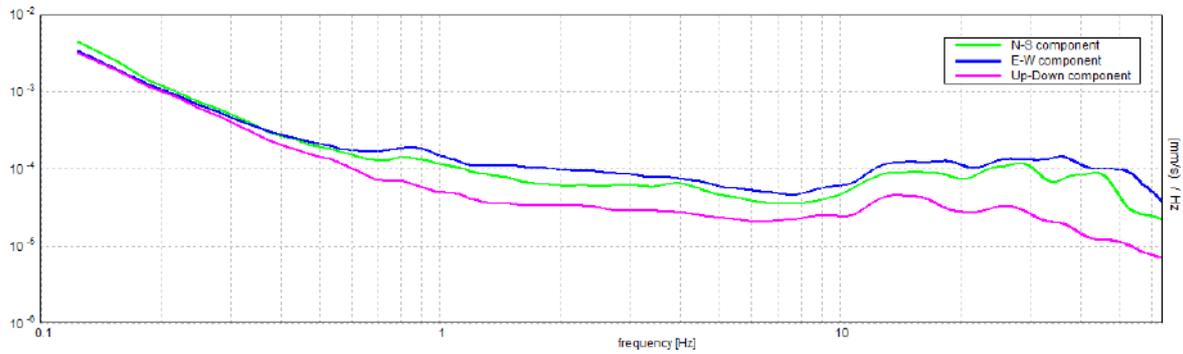


H/V TIME HISTORY

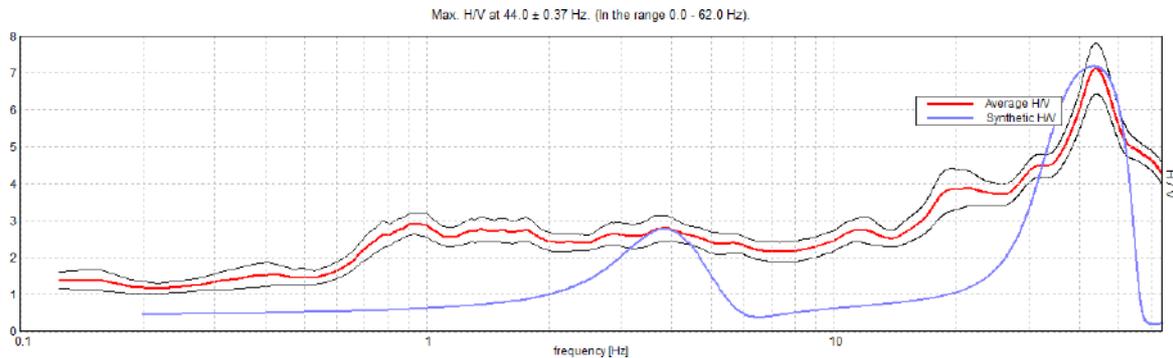


	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p>Rev. 0</p>	<p>0</p>
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p>Pag. 61 di 87</p>	<p>61 di 87</p>

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

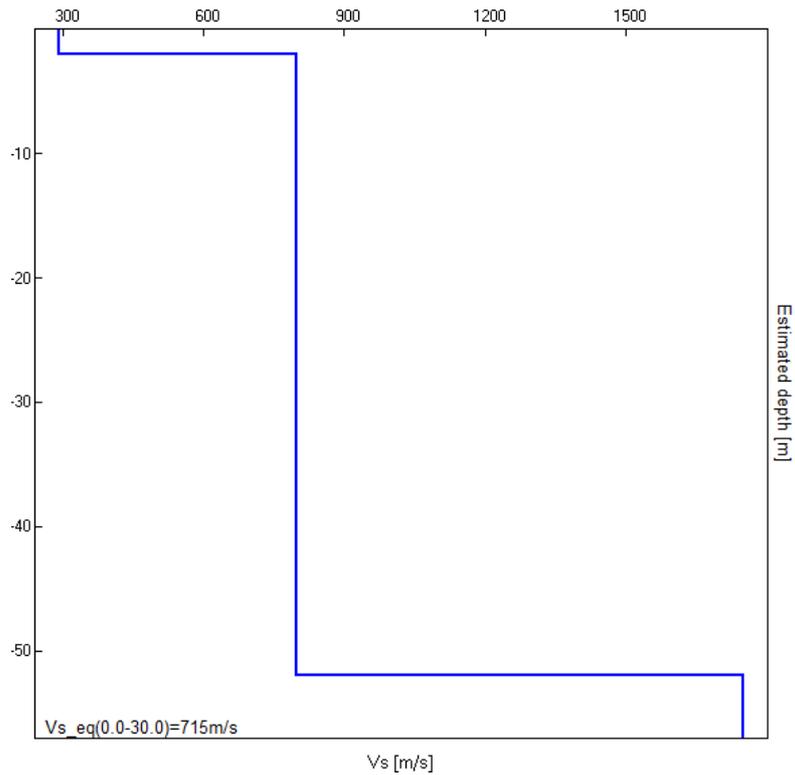


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	292	0.36
52.00	50.00	797	0.38
inf.	inf.	1750	0.36

Vs_eq (0.0-30.0) = 715 m/s

	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev.</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">62 di 87</p>

TR3



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



TR3: Acquisizione sismica effettuata nell'area interessata dall'impianto

	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p>Rev. 0</p>	
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p>Pag. 63 di 87</p>	

TR4: LIBRIZZI

Instrument: TEP-0200/01-12

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 6

Start recording: 02/08/22 11:51:07 End recording: 02/08/22 12:09:07

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down

GPS location: 014°59.1551 E, 38°04.3390 N (371.9 m)

Satellite no.: 05

Trace length: 0h18'00". Analyzed 89% trace (manual window selection)

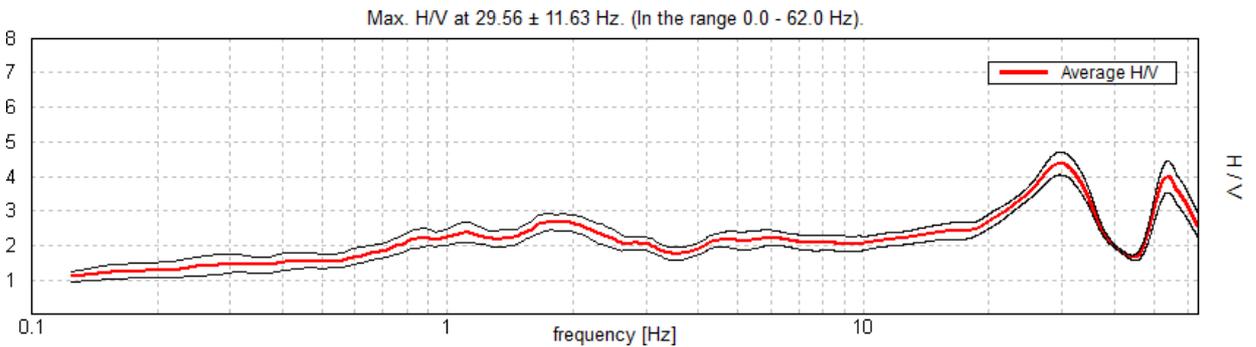
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

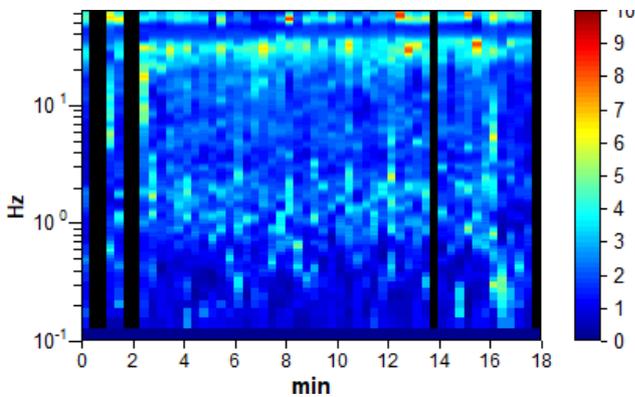
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 13%

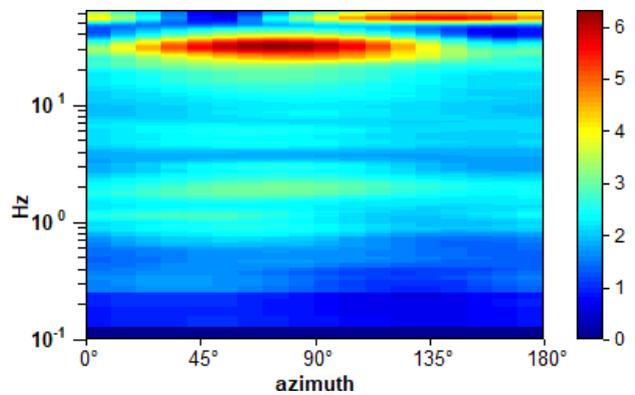
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



H/V TIME HISTORY

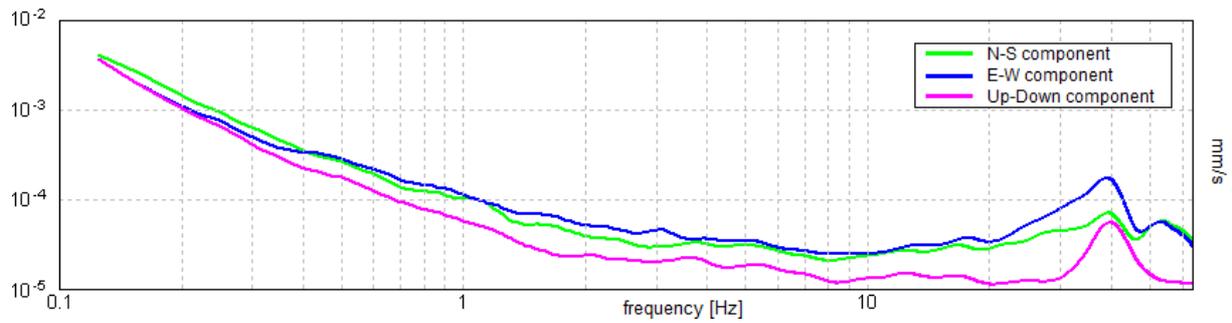


DIRECTIONAL H/V

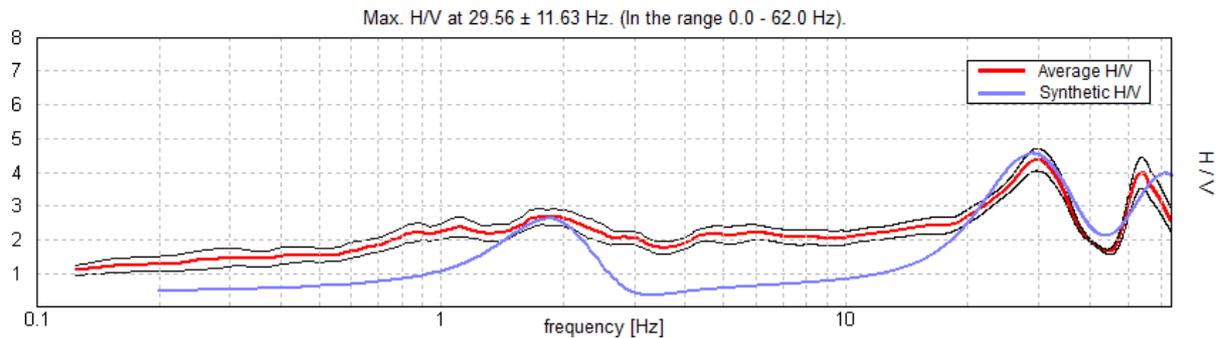


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag. 64 di 87	

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

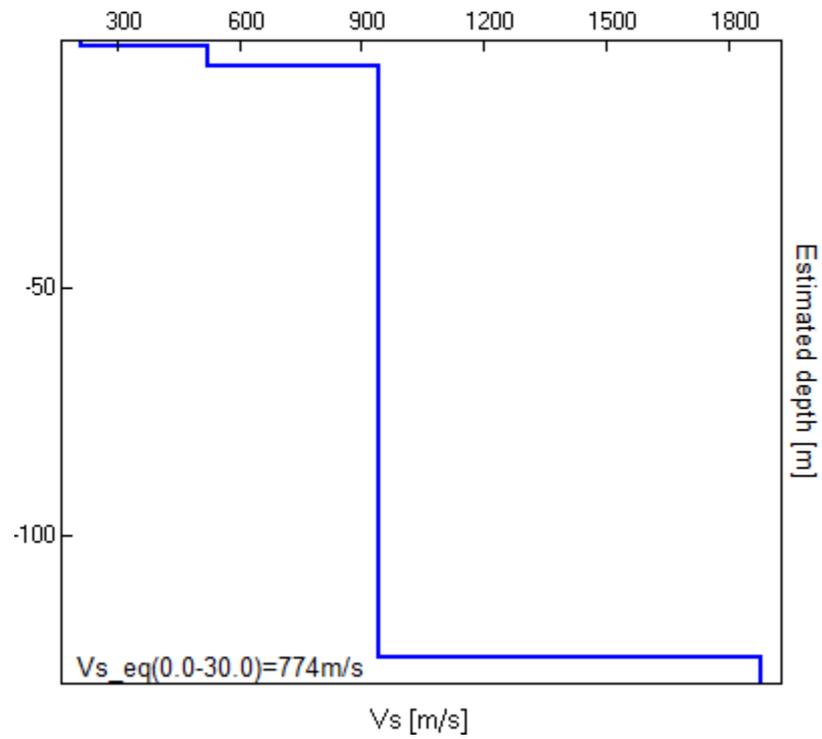


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.00	1.00	215	0.40
5.00	4.00	525	0.38
125.00	120.00	944	0.44
inf.	inf.	1878	0.40

Vs_eq (0.0-30.0) = 774 m/s

	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev.</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">65 di 87</p>

TR4



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



TR4: Acquisizione sismica effettuata nell'area interessata dall'impianto

 	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p>Rev. 0</p>	
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p>Pag. 66 di 87</p>	

TR5: FV- LIBRIZZI 5

Instrument: TEP-0200/01-12

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 6

Start recording: 02/08/22 12:42:43 End recording: 02/08/22 13:00:43

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down

GPS location: 014°59.2378 E, 38°04.4802 N (333.9 m)

Satellite no.: 08

Trace length: 0h18'00". Analyzed 94% trace (automatic window selection)

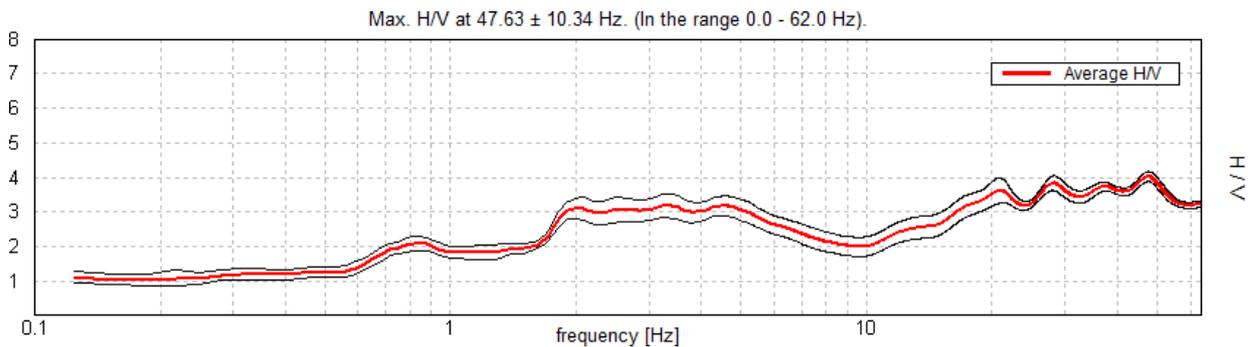
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

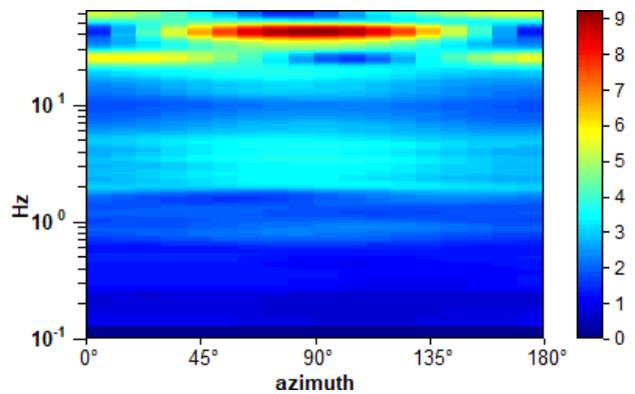
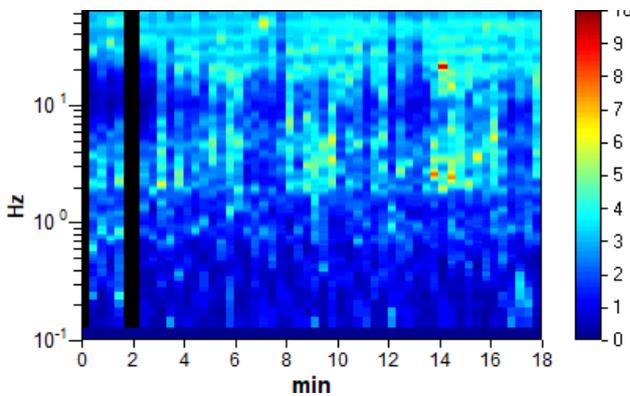
Smoothing: 13%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



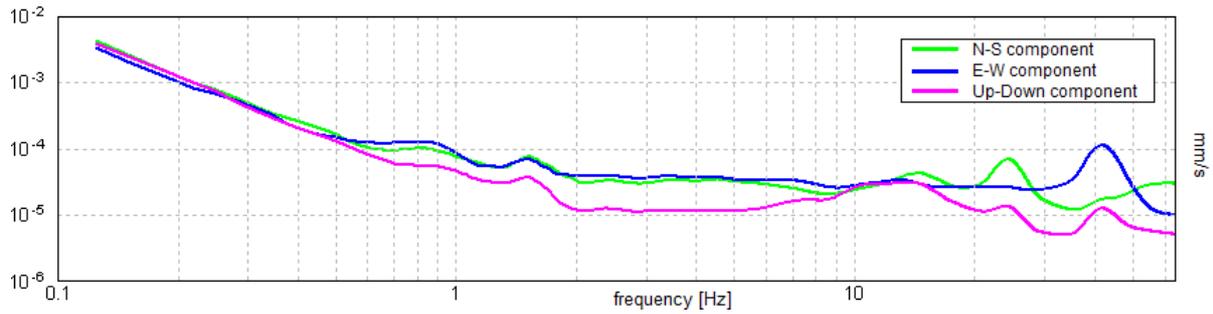
H/V TIME HISTORY

DIRECTIONAL H/V



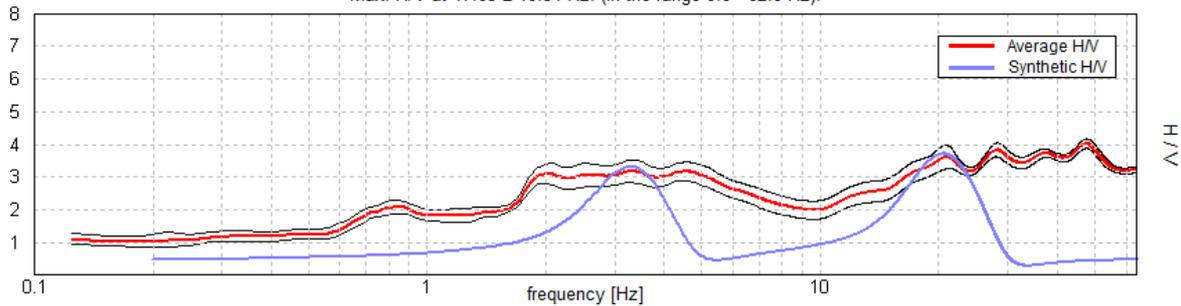
	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	67 di 87

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 47.63 ± 10.34 Hz. (In the range 0.0 - 62.0 Hz).

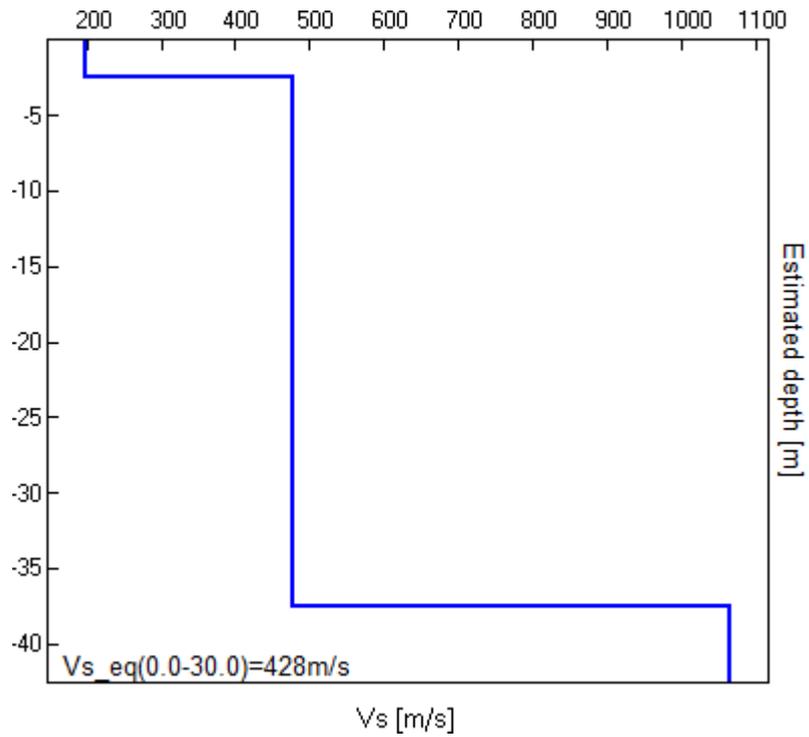


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.50	2.50	198	0.36
37.50	35.00	478	0.36
inf.	inf.	1065	0.35

Vs_eq (0.0-30.0) = 428m/s

	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev.</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">68 di 87</p>

TR5



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



TR5: Acquisizione sismica effettuata nell'area interessata dall'impianto

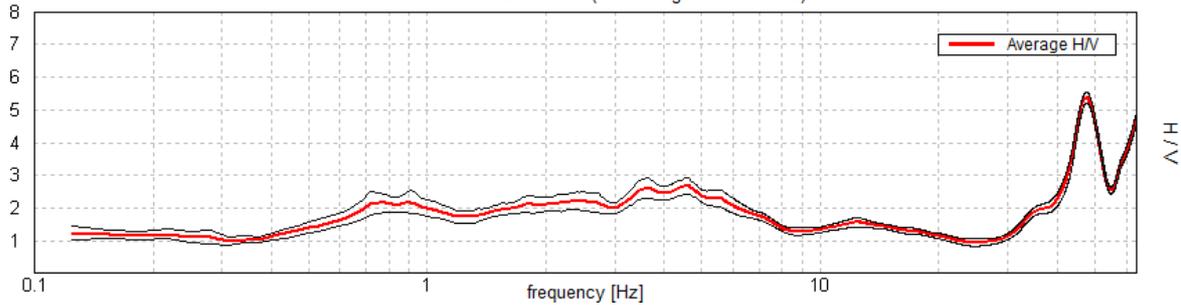
 	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p>Rev. 0</p>	
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p>Pag. 69 di 87</p>	

FV, LIBRIZZI 6

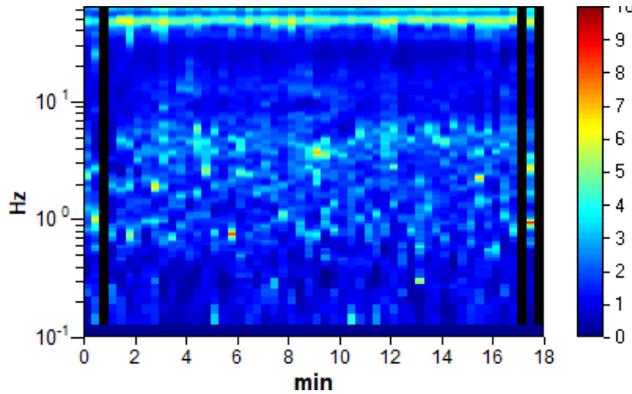
Instrument: TEP-0200/01-12
 Data format: 16 bit
 Full scale [mV]: 6
 Start recording: 02/08/22 13:23:13 End recording: 02/08/22 13:41:13
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down
GPS location: 014°59.1999 E, 38°04.4945 N (338.1 m)
 Satellite no.: 06
 Trace length: 0h18'00". Analyzed 94% trace (automatic window selection)
 Sampling rate: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

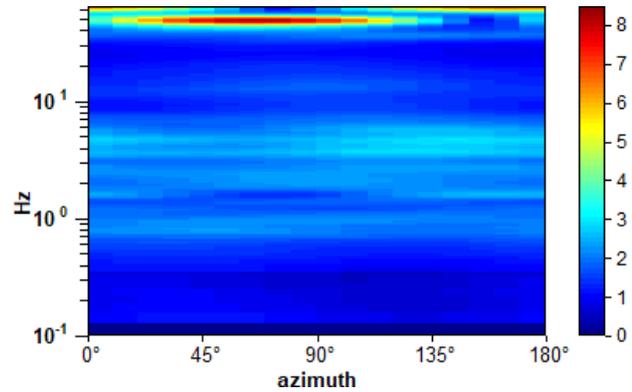
Max. H/V at 47.5 ± 9.09 Hz. (In the range 0.0 - 62.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

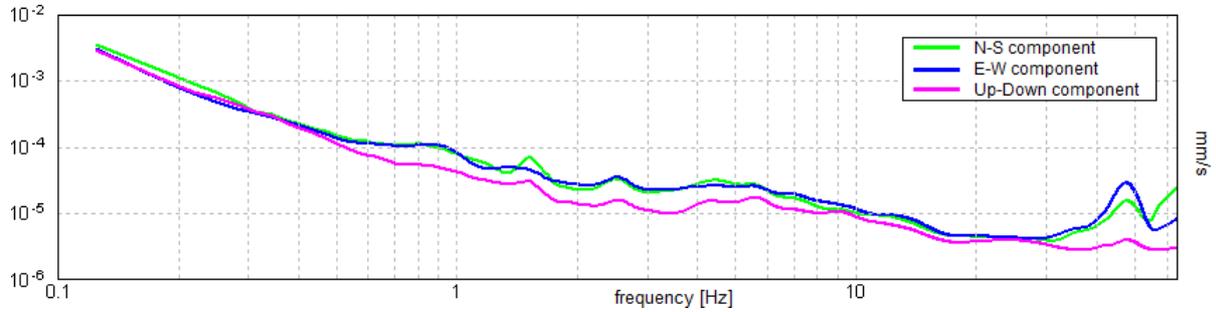


DIRECTIONAL H/V

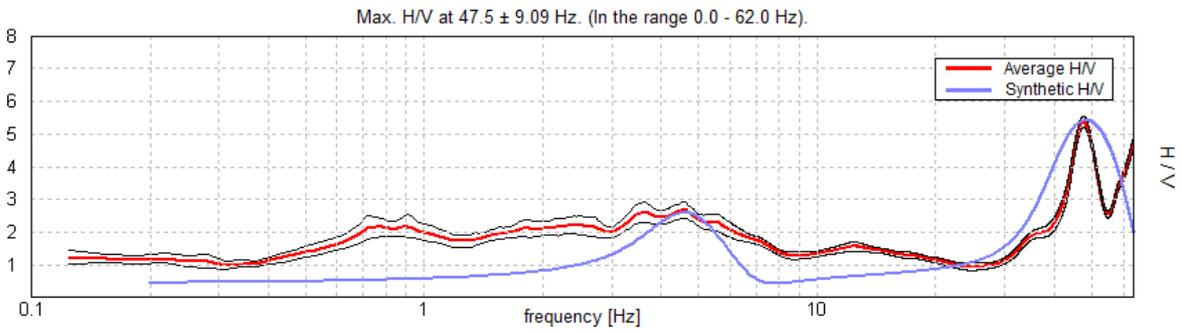


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag. 70 di 87	

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

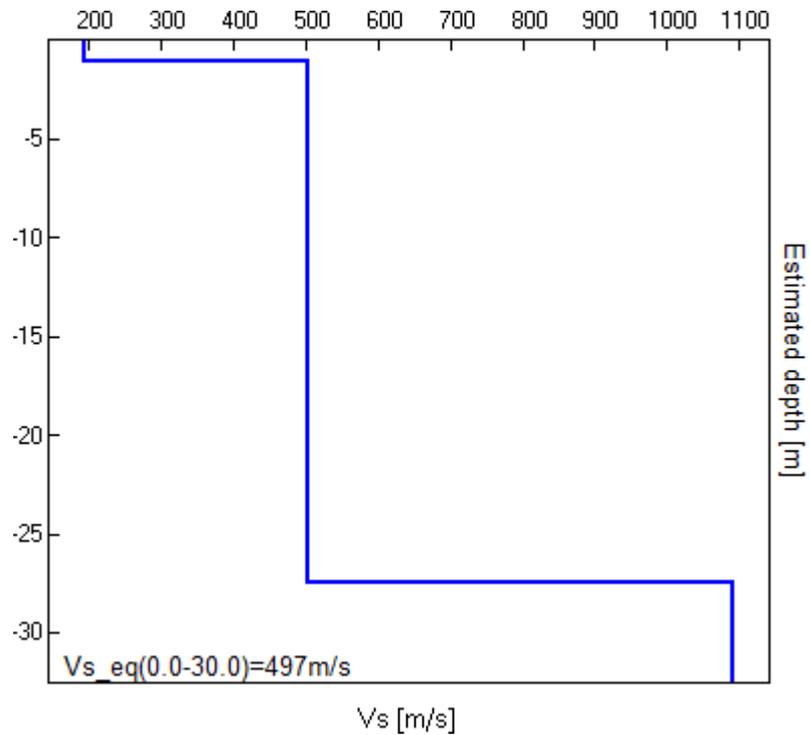


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.10	1.10	195	0.36
27.50	26.40	504	0.35
inf.	inf.	1090	0.38

Vs_eq (0.0-30.0) = 497 m/s

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	71 di 87

TR6



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



TR6: Acquisizione sismica effettuata nell'area interessata dall'impianto

 	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev. 0</p>	
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag. 72 di 87</p>	

TR7: LIBRIZZI

Instrument: TEP-0200/01-12

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 6

Start recording: 02/08/22 13:55:31 End recording: 02/08/22 14:13:31

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down

GPS location: 014°58.9945 E, 38°04.5865 N (337.5 m)

Satellite no.: 06

Trace length: 0h18'00". Analyzed 96% trace (automatic window selection)

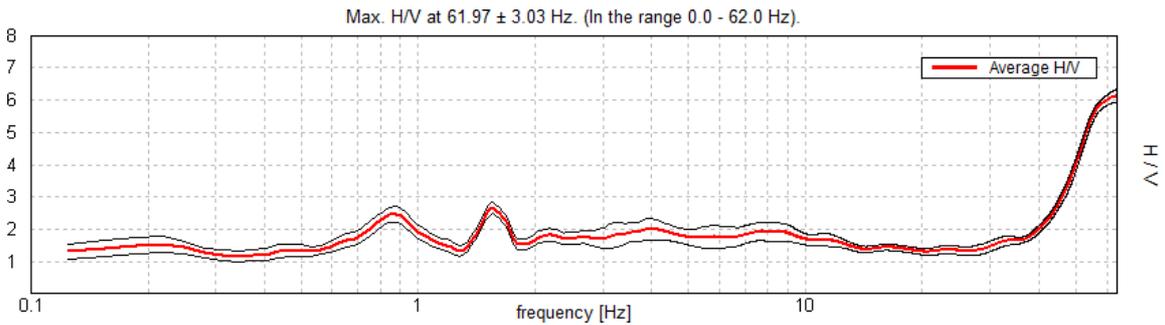
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

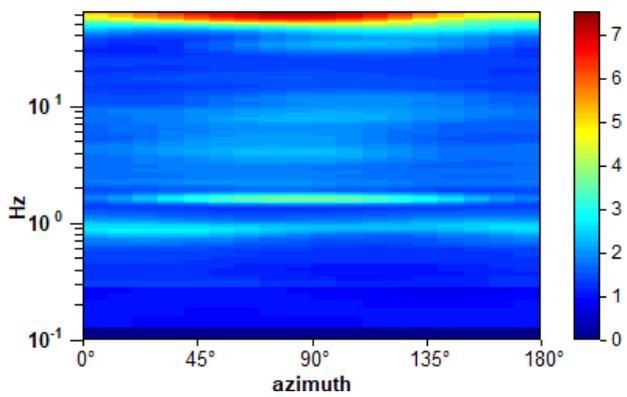
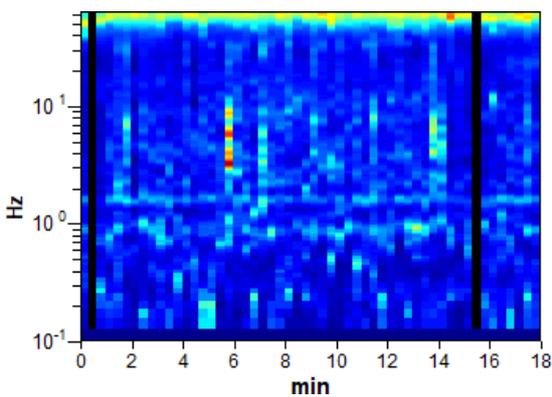
Smoothing: 12%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



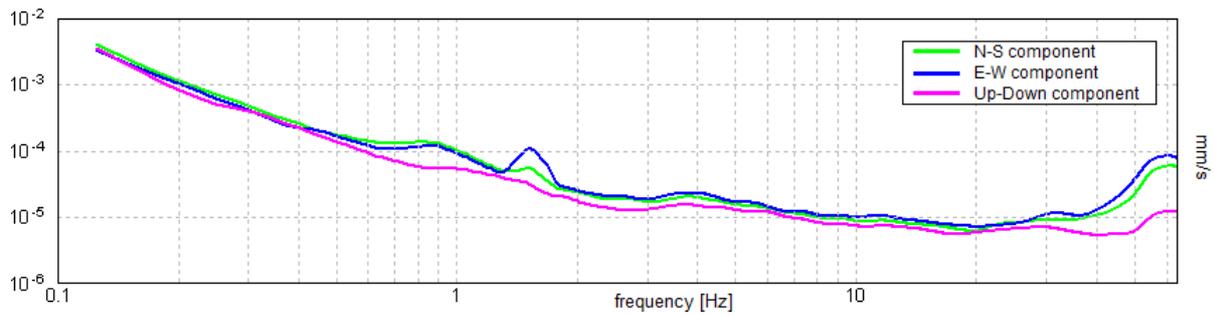
H/V TIME HISTORY

DIRECTIONAL H/V

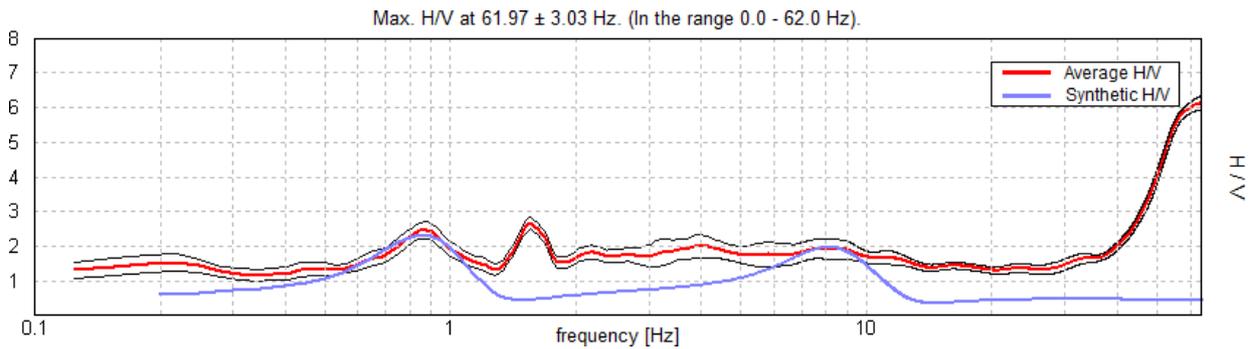


 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag. 73 di 87	

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

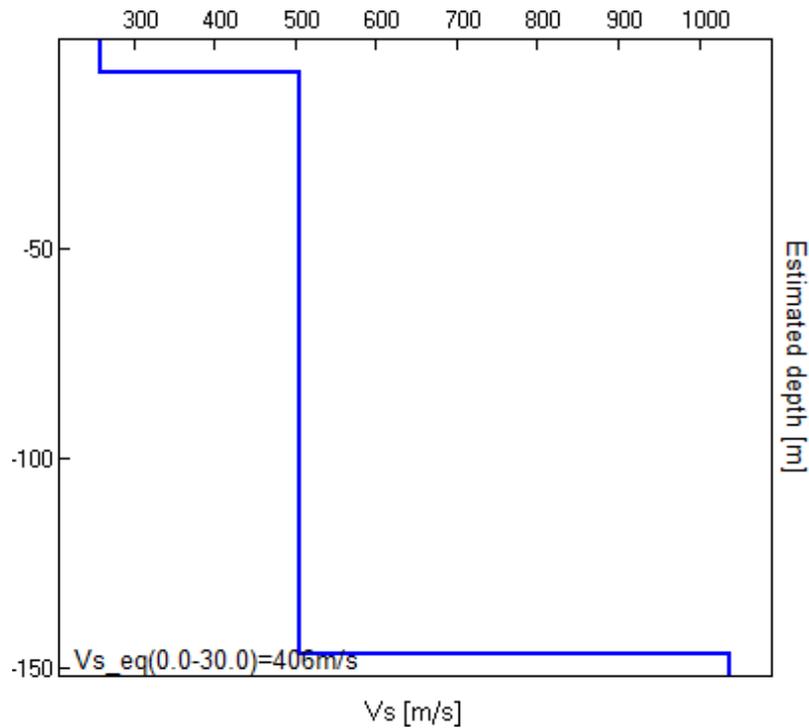


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
7.70	7.70	258	0.38
146.70	139.00	506	0.36
inf.	inf.	1039	0.36

Vs_eq (0.0-30.0) = 406 m/s

	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)</p>	<p align="center">Rev. 0</p>	
	<p align="center">22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">74 di 87</p>

TR7



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



TR4: **Acquisizione sismica effettuata nell'area interessata dall'impianto**

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev. 0	
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	75 di 87

14.5 CARATTERISTICHE SISMO-STRATIGRAFICHE LOCALI

Il modello, geologico stratigrafico, interpretativo fornito con le acquisizioni di sismica passiva denominate progressivamente da TR1 a TR7, ha permesso di fornire una stima affidabile della "frequenza fondamentale di risonanza" del sottosuolo indagato e di localizzare ed evidenziare i fattori che rivestono grande importanza per la valutazione della risposta sismica locale quali: spessore delle coperture, delle coltri di alterazione e della profondità del bed-rock con alta precisione di seguito descritti.

TR1

Il modello geologico stratigrafico, ottenuto dall'analisi della traccia acquisita, evidenzia n°3 sismostrati con i seguenti parametri sismici:

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Poisson ratio	Y t/m ³	Picco frequenza di risonanza [Hz]
1.47	1.47	225	530	0.39	1.80	43.93
101.47	100.00	600	1283	0.36	2.00	1.53
inf.	inf.	1368	2848	0.35	2.20	...

La registrazione HVSR eseguita della durata 20 minuti mostra un chiaro picco del rapporto H/V a frequenza di Max. H/V at 43.97 ± 2.79 Hz (in the range 0.0 - 62.0 Hz) e rientra nei criteri di validazione SESAME.

TR2

- Il modello geologico stratigrafico, ottenuto dall'analisi della traccia acquisita, evidenzia n°3 sismostrati con i seguenti parametri sismici:

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Picco frequenza di risonanza [Hz]	Poisson ratio	Y t/m ³
2.00	2.00	282	641	35.00	0.38	1.80
122.00	120.00	618	1405	1.29	0.38	2.00
inf.	inf.	1320	3233	...	0.40	2.20

La registrazione HVSR eseguita della durata 20 minuti mostra un chiaro picco del rapporto H/V a frequenza di Max. H/V at 60.59 ± 8.61 Hz (in the range 0.0 - 62.0 Hz) e rientra nei criteri di validazione SESAME.

TR3

- Il modello geologico stratigrafico, ottenuto dall'analisi della traccia acquisita, evidenzia n°3 sismostrati con i seguenti parametri sismici:

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Picco frequenza di risonanza [Hz]	Poisson ratio	Y t/m ³
2.00	2.00	292	421	43.7	0.36	1.70
52.00	50.00	797	1068	3.89	0.38	2.00

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	76 di 87

inf.	inf.	1750	2922	...	0.36	2.20
------	------	------	------	-----	------	------

La registrazione HVSR eseguita della durata 20 minuti mostra un chiaro picco del rapporto H/V a frequenza di Max. H/V at 44.0 ± 0.37 Hz (in the range 0.0 - 62.0 Hz) e rientra nei criteri di validazione SESAME.

TR4

- Il modello geologico stratigrafico, ottenuto dall'analisi della traccia acquisita, evidenzia n°3 sismostrati con i seguenti parametri sismici:

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Picco frequenza di risonanza [Hz]	Poisson ratio	Y t/m ³
1.00	1.00	215	527	54.85	0.40	1.80
5.00	4.00	525	1193	30.08	0.38	2.00
125.00	120.00	944	2884	1.87	0.44	2.20
inf.	inf.	1878	4600	...	0.40	2.22

La registrazione HVSR eseguita della durata 20 minuti mostra un chiaro picco del rapporto H/V a frequenza di Max. H/V at 29.56 ± 11.63 Hz (in the range 0.0 - 62.0 Hz) e rientra nei criteri di validazione SESAME.

TR5

- Il modello geologico stratigrafico, ottenuto dall'analisi della traccia acquisita, evidenzia n°3 sismostrati con i seguenti parametri sismici:

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio	Y t/m ³
2.50	2.50	198	0.36	1.80
37.50	35.00	478	0.36	2.00
inf.	inf.	1065	0.35	2.20

La registrazione HVSR eseguita della durata 20 minuti mostra un chiaro picco del rapporto H/V a frequenza di Max. H/V at 47.63 ± 10.34 Hz (in the range 0.0 - 62.0 Hz) e rientra nei criteri di validazione SESAME.

TR6

- Il modello geologico stratigrafico, ottenuto dall'analisi della traccia acquisita, evidenzia n°3 sismostrati con i seguenti parametri sismici:

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio	Y t/m ³
1.10	1.10	195	0.36	1.70
27.50	26.40	504	0.35	2.00

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	77 di 87

inf.	inf.	1090	0.38	2.20
------	------	------	------	------

La registrazione HVSR eseguita della durata 20 minuti mostra un chiaro picco del rapporto H/V a frequenza di Max. H/V at 47.5 ± 9.09 Hz (in the range 0.0 - 62.0 Hz) e rientra nei criteri di validazione SESAME.

TR7

- Il modello geologico stratigrafico, ottenuto dall'analisi della traccia acquisita, evidenzia n°3 sismostrati con i seguenti parametri sismici:

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio	Y t/m ³
7.70	7.70	258	0.38	1.80
146.70	139.00	506	0.36	2.00
inf.	inf.	1039	0.36	2.20

La registrazione HVSR eseguita della durata 20 minuti mostra un chiaro picco del rapporto H/V a frequenza di Max. H/V at 61.97 ± 3.03 Hz (in the range 0.0 - 62.0 Hz) e rientra nei criteri di validazione SESAME.

Il profilo stratigrafico che tali tecniche possono restituire, si basa sul concetto di contrasto d'impedenza cosicché per strato si intende un'unità distinta da quella di sopra e sottostante per un contrasto di impedenza, ossia per il diverso rapporto tra i prodotti della velocità delle onde sismiche di un mezzo per la densità del mezzo stesso. L'uso di algoritmi di calcolo, finalizzati ad una modellizzazione sintetica dello spettro H/V, permette d'associare ad ogni picco spettrale le possibili "variazioni" presenti nel sottosuolo in termini di spessori, profondità e velocità di propagazione delle onde di taglio. Ciascun picco nel grafico H/V corrisponde ad un livello stratigrafico (riflettore sismico) che presenta un contrasto d'impedenza rispetto al livello confinante; maggiore è il contrasto d'impedenza maggiore risulta l'ampiezza del picco amplificativo sebbene la relazione tra le due variabili non sia lineare.

I parametri sismici riportati nelle tabelle esprimono le seguenti caratteristiche:

- spessore strato espresso in (m)
- Vp: velocità delle onde longitudinali o di compressione P in (m/s)
- Vs: velocità delle onde di trasversali o di taglio S in (m/s)
- ν : modulo di rigidità, rapporto di Poisson
- Y: densità in t/m³
- f(i): frequenza rilevata in Hz

La conoscenza contemporanea delle velocità in situ delle onde P ed S consente di ricavare i moduli elastici dei terreni, i quali dipendono da rapporto esistente tra le due velocità in situ. Infatti, il **coefficiente di Poisson**, dato dal rapporto tra la deformazione trasversale e longitudinale del materiale, fornisce un criterio di valutazione della elasticità o della plasticità di un litotipo che è legato al grado di litificazione, alla porosità e al grado di saturazione del litotipo stesso; pertanto, è legato strettamente agli stessi parametri da cui dipendono le velocità di propagazione delle onde nei mezzi.

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	78 di 87

14.6 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO AI FINI DELLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Dalla individuazione della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio “Vs” generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi metri di terreno attraversato ($V_{s,eq}$); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, – Nuova Normativa Antisismica del 17/01/2018, è stato possibile effettuare la classificazione del sottosuolo, con il metodo della tecnica sismica passiva a stazione singola, la quale secondo la Normativa sopracitata è verosimilmente quella che ha più aspetti positivi perché misura (e non “deriva” da altri N parametri) le frequenze di risonanza senza limiti di profondità nell’intervallo di interesse geotecnico e strutturale e in modo molto rapido e non invasivo.

Di particolare importanza è a “*frequenza fondamentale di risonanza*” (f_r) dello strato i-esimo relativa alle onde “S” è pari a:

$$f_r = V_s \text{ i-esimo} / 4H \quad (1)$$

La “*frequenza fondamentale di risonanza*” è la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito stratigrafico, per frequenza naturale fondamentale si intende la frequenza più bassa di tutte quindi la più profonda, è la frequenza a cui un sistema eccitato da un impulso vibra con maggiore ampiezza ed è il reciproco del periodo fondamentale.

L’analisi H/V permette pertanto di identificare i “*contrast di impedenza*” tra strati, la successiva determinazione della velocità delle “*onde S*” fino a profondità notevoli (ben oltre i 100 m di profondità) e strettamente dipendenti dallo spazio temporale di acquisizione; quindi l’elaborazione della $V_{s,eq}$, avviene attraverso una formulazione specifica adottando come punto di partenza la relazione (1) sopra riportata. Per i nostri scopi, la determinazione della velocità equivalente delle onde di taglio (onde S) entro i primi H metri di spessore ha permesso di definire il parametro $V_{s,eq}$ e di poter altresì caratterizzare i terreni in esame ai sensi dell’*Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003 e D.M. 14/01/2008 e nuovi aggiornamenti del 17/01/2018* e succ. mod. ed integrazioni. La determinazione dell’andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi H metri di terreno è stata resa possibile dall’interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza. *L’individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.* Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati (ricavati dai sondaggi penetrometrici effettuati in situ) che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile dare una classificazione del sottosuolo determinando i valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s) nei primi H metri, attraverso la seguente espressione:

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

con:

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

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	79 di 87

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

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro V_{S30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. La Velocità Equivalente è ottenuta imponendo l'equivalenza tra i tempi di arrivo delle onde di taglio in un terreno omogeneo equivalente, di spessore pari a 30 m.

Nella precedente espressione "hi" è " $V_{s,i}$ " indicano lo "spessore" (in m) e la "velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo (in m/sec), per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri superiori, si è ottenuto un "valore medio ponderato" della "velocità delle onde di taglio" nei primi trenta metri, partendo dal piano campagna, pari a: $V_{s,eq} = V_{S30} = TR1 = 555$ m/s, $TR2 = 573$ m/s, $TR3 = 425$ m/s, $TR4 = 774$ m/s, $TR5 = 428$ m/s, $TR6 = 497$ m/s, $TR7 = 405$ m/s.

Riferendosi alla descrizione stratigrafica secondo la tabella riportata nel Testo Unitario riguardante le "Norme tecniche per le costruzioni", ("D.M. del 14 gennaio 2008" e nuovi aggiornamenti del 17 gennaio 2018"), si definisce la "Categoria del sottosuolo di fondazione" relativamente al piano campagna per le aree interessate dall'impianto fotovoltaico come **Categoria di "tipo B"** e cioè: - "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti" con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s, così come previsto dalla normativa sopra menzionata.

TR1

$V_{s_eq} = V_{s\ 30}$ (m/s)	
<i>Al p.c.</i>	555,00

TR2

$V_{s_eq} = V_{s\ 30}$ (m/s)	
<i>Al p.c.</i>	573,00

TR3

$V_{s_eq} = V_{s\ 30}$ (m/s)	
<i>Al p.c.</i>	425,00

TR4

$V_{s_eq} = V_{s\ 30}$ (m/s)	
<i>Al p.c.</i>	774,00

TR5

$V_{s_eq} = V_{s\ 30}$ (m/s)	
<i>Al p.c.</i>	428,00

TR6

$V_{s_eq} = V_{s\ 30}$ (m/s)	
<i>Al p.c.</i>	497,00

TR7

$V_{s_eq} = V_{s\ 30}$ (m/s)	
<i>Al p.c.</i>	405,00

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	80 di 87

14.7 CONSIDERAZIONI GEOSISMICHE CONCLUSIVE

Il modello interpretativo fornito con le acquisizioni di **sismica passiva** denominate progressivamente da TR1 a TR7, hanno consentito di caratterizzare: sismicamente l'area in studio, fornire una stima affidabile della "frequenza fondamentale di risonanza" del sottosuolo analizzato e di localizzare ed evidenziare i fattori che rivestono grande importanza per la valutazione della risposta sismica locale quali: spessore delle coperture, delle coltri di alterazione e della profondità del bed-rock con alta precisione, a permesso di ricostruire il modello geologico stratigrafico del volume di terreno interessato dall'impianto di fotovoltaico, creando un profilo Sismo-Stratigrafico del sottosuolo ampiamente descritto nel paragrafo precedente (12.4).

In osservanza al Nuovo NTC di cui al D.M. del 14 Gennaio 2008 e nuovi aggiornamenti del 17/01/2018, ai fini dell'azione sismica di progetto, la stima del valore del **$V_{s,eq} = V_{s30}$** (*velocità media delle onde di taglio nei primi 30 metri*), relative alle acquisizioni di sismica passiva con tromografo risulta essere pari a: **$V_{s,eq} = V_{s30} = TR1$** 555 m/s, **$TR2$** = 573 m/s, **$TR3$** = 425 m/s, **$TR4$** = 774 m/s, **$TR5$** = 428 m/s, **$TR6$** = 497 m/s, **$TR7$** = 405 m/s. misurato al piano campagna, quindi ai sensi del D.M. 17/01/18 la **categoria del suolo di fondazione per l'intera area interessata dall'impianto fotovoltaico risulta come "Categoria di tipo B"** e cioè: - "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti" con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s, così come previsto dalla sopra menzionata.

La correlazione tra le unità sismo-stratigrafiche e litologie investigate rilevate **nell'Area "D"** è di seguito riassunta:

PROSPEZIONE SISMICA TR1-TR2		
SISMOSTRATI	LITOLOGIA INVESTIGATA	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	Coltre di copertura superficiale costituita da argille sabbiose di scarsa qualità	0,00 - 2,00
SISMOSTRATO II	Ghiaie e rocce alterate tenere da scarsamente addensate a molto consistenti a profondità superiori a 7 m.	2,00 – 101
SISMOSTRATO III	Bed-rock – rocce lapidee	Indefinito

La correlazione tra le unità sismo-stratigrafiche e litologie investigate rilevate **nell'Area "C"** è di seguito riassunta:

PROSPEZIONE SISMICA TR3 -TR4		
SISMOSTRATI	LITOLOGIA INVESTIGATA	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	Coltre di copertura superficiale, costituita da argilla limosa e limi sabbiosi, rimaneggiata e scarsamente addensata.	0,00 – 2,00
SISMOSTRATO II	Limi sabbiose e sabbie. Livello stratigrafico risulta moderatamente addensato	2,00 – 5,00
SISMOSTRATO III	Rocce stratificate da mediamente consistenti a consistenti	5,00 - 52,00
SISMOSTRATO IV	Bed-rock – Rocce a consistenza litoide	Indefinito

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	81 di 87

La correlazione tra le unità sismo-stratigrafiche e litologie investigate rilevate **nell'Area "A"** è di seguito riassunta:

PROSPEZIONE SISMICA TR5 – TR6		
SISMOSTRATI	LITOLOGIA INVESTIGATA	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	Coltre di copertura superficiale costituita da limi sabbiosi e sabbie – di scarsa consistenza	0,20 – 3,50
SISMOSTRATO II	Ghiaie e rocce sedimentarie alterate tenere	3,50 – 37,50
SISMOSTRATO III	Bed-rock - Rocce a consistenza litoide	indefinito

La correlazione tra le unità sismo-stratigrafiche e litologie investigate rilevate **nell'Area "E"** è di seguito riassunta:

PROSPEZIONE SISMICA TR7/8		
SISMOSTRATI	LITOLOGIA INVESTIGATA	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	Terreni costituiti da sabbie a grana medio fine da poco a mediamente consistenti	0,00 - 7,70
SISMOSTRATO II	Rocce sedimentarie tenere di buona consistenza	7,70 – 146,00
SISMOSTRATO III	Bed-rock – rocce sedimentarie semi-litoidi	Indefinito

Tenendo conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del *coefficiente di amplificazione topografico ST* riportati nella Tab.3.2. V della vigente normativa NTC 2018, in funzione delle categorie topografiche definite nella Tab. § 3.2.II e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Quindi in considerazione alle condizioni Topografiche di progetto, i lotti in esame sono caratterizzati da una morfologia sub-pianeggiante, facendo rientrare il sito nella **categoria Topografica T1** (pendii con inclinazione media $i \leq 15^\circ$) per la quale si ha un valore del fattore di amplificazione topografica pari a **ST 1,0** secondo l'**EC8** e come riportato nella Tab. 3.2.V. della – Nuova Normativa Antisismica 2018.

Per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione definite nella formula § 3.2.2 riportata nella Normativa NTC 2018, la forma spettrale su sottosuolo di categoria A è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico SS, il coefficiente topografico ST e il coefficiente CC che modifica il valore del periodo TC. Dove nella formula 3.2.2 **S** è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = SS \cdot ST$ - [3.2.3] essendo SS il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.IV) e ST il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.V);

Per le categorie di sottosuolo **B, C, D** ed **E** i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di Fo e Tc relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le *espressioni di Ss* (coefficiente di amplificazione stratigrafica) e *di Cc* (coefficiente della categoria del sottosuolo) fornite nella Tab. 3.2.IV, nelle quali $g = 9,81$ m/s, è l'accelerazione di gravità e Tc è espresso in secondi.

  	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	82 di 87

Si riportano le espressioni:

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$

Le condizioni topografiche locali non mostrano situazioni tali da far variare in termini negativi la risposta sismica del sito e/o provocare amplificazioni dell'ampiezza e durata delle onde sismiche.

Nuove Norme Tecniche per la Costruzione D. M. 17 gennaio 2018
<i>Categoria Suolo di fondazione: "B"</i>
<i>Categoria Topografica "T1"</i>

Termini Imerese, lì 14/09/2022

Il Tecnico: Dott.ssa Geol. Concetta Pérez

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	83 di 87

15 CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE CONCLUSIVE

- Indicazioni progettuali

Esaminate le caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche, statiche del luogo e valutate le condizioni geotecniche e sismiche del sottosuolo attraverso i risultati acquisiti dalla campagna di indagini geognostiche rilevate nell'area in studio, sita in località Piana frazione del comune di Librizzi (ME), si esprime parere favorevole all'esecuzione delle opere in progetto, alle condizioni e con l'adozione degli interventi progettuali di mitigazione e dei parametrici geotecnici e sismici menzionati in questa relazione (parag. 12-13-14).

Il rilevamento sistematico dei versanti interessati dall'impianto fotovoltaico, condotto attraverso dettagliati rilievi geomorfologici di campagna, effettuati dalla sottoscritta, ha permesso di delineare un quadro della franosità dell'area in studio e del suo ampio intorno, dove da un'osservazione visiva e dai risultati scaturiti dalle indagini geognostiche effettuate in situ risulta che l'intera area in studio è interessata da una coltre di copertura alterata e rimaneggiata con spessori medi di circa 3 m fino a 5,0 m in alcune aree, questi materiali sono oggetto di movimenti gravitativi superficiali.

Le cause principali di questi processi morfogenetici di deformazione superficiale lenta, rilevati nell'area in esame, oltre all'assenza di copertura boschiva e all'acclività dei pendii, è quello legato allo scorrimento delle acque libere, piovane e sorgive, e all'erosione e al trasporto solido delle acque incanalate manualmente senza rivestimento da parte degli agricoltori che scaricano sul versante appesantendolo, in quanto le acque penetrando nel sottosuolo lungo le discontinuità entrano in pressione e riducono la resistenza di attrito provocando il movimento.

Quindi l'intervento progettuale sarà volto soprattutto al consolidamento e al regolare smaltimento delle acque di scolo.

Al fine di garantire la stabilità e la durata dell'intero impianto fotovoltaico dal punto di vista strutturale, verranno effettuati una serie di interventi di drenaggio superficiali e profondi, in particolare in quelle aree di versante interessate da movimenti gravitativi di deformazione superficiale lenta in atto, che avranno lo scopo di stabilizzare l'intera area interessata dall'impianto agri-fotovoltaico.

Tali interventi sono esposti nel paragrafo 10 dedicato alle "Opere di mitigazione e regimazione idraulica". Tutte le opere di regimazione idraulica rientreranno nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella posa delle fondazioni, infatti, dovrà necessariamente essere asportata l'intera copertura di alterazione della sottostante formazione, ovvero quegli orizzonti litologici che sono largamente influenzati dalle variazioni meteorologiche stagionali e dunque soggetti ad alterazione ed a perdita di resistenza meccanica, fino ad appoggiare le strutture fondali sugli orizzonti più integri e consistenti (circa 6 m da p.c.), dove si iniziano a rilevare buone caratteristiche fisico meccaniche *i cui valori nel dettaglio sono riportati nel capitolo precedente "12" e "14" dedicato alla geomeccanica e alla geofisica valori che l'ingegnere progettista potrà utilizzare per la scelta della fondazione più consona da adottare per le opere strutturali riguardanti l'intero parco fotovoltaico.*

Le prove sismiche eseguite in campagna hanno consentito di individuare sia la categoria del suolo di fondazione, ai sensi delle nuove Norme Tecniche delle costruzioni D.M. 17/01/2018, mediante la misura del $V_{s,eq}$ che la sismo-stratigrafia del sito. Nella fattispecie i valori delle V_s equivalenti ottenute fanno sì che il sottosuolo di fondazione dell'area interessata dall'impianto fotovoltaico possa essere attribuita la categoria di tipo "tipo B".

Per maggiori dettagli sul comportamento sismico che caratterizza il terreno di fondazione, si rimanda alle conclusioni ampiamente riportate nel capitolo "14" dedicato alla geofisica, dove sono riportati i valori dei parametri sismici e le proprietà elastiche dei mezzi attraversati sul sito di riferimento che il progettista dovrà tenere conto in sede di scelta di progetto.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	84 di 87

La superficie interessata dall'impianto agri-fotovoltaico risulta essere mappata a pericolosità geomorfologica con livello P2 moderato e rischio geomorfologico con livello nullo R0, così come riportato dai rilievi effettuati dal vigente P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico), della Regione - anno 2012 - sul sito di riferimento (Vedi: *Carta dei Dissesti e della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico tavola n°04 - C.T.R. n° 599120 del P.A.I. in scala 1: 10.000, sopra riportata*).

L'interferenza dei tratti di cavidotto con aree a vincolo geomorfologico P.A.I. non andrà a comportare alcuna modifica dello stato dei luoghi in quanto l'attraversamento avverrà in modalità completamente interrata e su tracciati stradali già asfaltati, di conseguenza il progetto non altera la morfologia del suolo e quella vegetale, non altera la conservazione dell'ambiente; trattandosi di agro-voltaico, garantisce pur prevedendo installazione di strutture artificiali, il mantenimento tra esse delle colture attualmente praticate, a favore del promulgo della tradizione agroalimentare. Nelle aree prossime all'impianto, la fascia di mitigazione, maschererà completamente l'opera. Nell'aggiornamento delle NTA non sono riportate prescrizioni per le aree a rischio geomorfologico

Relativamente alla *Carta della pericolosità e del rischio idraulico per fenomeni di esondazione del P.A.I. Sicilia Tav. 04 – scala 1: 10.000 CTR N° 599120 (di seguito riportata Fig. 9.6)*, l'area in esame compreso l'intero percorso del cavidotto MT non ricade in quelle interessate dal rischio idraulico per fenomeni di esondazione.

Per quanto riguarda la linea di connessione MT in cavo interrato, considerato che il cavidotto da realizzare sarà posizionato sul fondo di uno scavo in trincea a profondità non inferiore a 1 m e con sviluppo complessivo in lunghezza di circa 6,4 km, per un buon funzionamento, si consiglia di sostituire il materiale rimosso dal fondo trincea con un tappeto drenante, creando un "letto di posa" con materiale arido di idonea pezzatura e spessore. Per il rinterro dello scavo e per il posizionamento del cavidotto, è opportuno che la granulometria del terreno utilizzato sia omogenea e media (quella delle sabbie), allo scopo di salvaguardare l'integrità della condotta ed evitare le problematiche connesse all'infiltrazione di acqua. Sarà necessario eseguire a regola d'arte la porzione terminale dello scavo (verso la superficie), realizzando la sede stradale in tutti i suoi strati per evitare dannose infiltrazioni d'acqua in corrispondenza della trincea di scavo.

L'area interessata dal progetto non presenta corpi idrici superficiali e sotterranei destinati all'emungimento per scopi potabili, a protezione dei rischi di inquinamento del suolo e del sottosuolo, di cui al DPR 236/88 e DL 152/99 e s.m. e i. e inoltre si esclude il rischio di inquinamento idrico durante la fase di cantiere.

Come già detto precedentemente nel paragrafo 9 esposto in questa Relazione, l'impianto fotovoltaico e le relative opere di connessione attraversano aree non soggette a vincoli ambientali o storico/artistici di alcun tipo.

- Conclusioni

A seguito delle risultanze delle indagini svolte e sulla scorta delle conoscenze acquisite in luogo tramite rilevamento geologico-geomorfologico di superficie è stato possibile valutare che gli interventi progettuali non costituiscono alcun turbamento all'equilibrio morfogenetico e idrogeologico dell'area, sia per quanto riguarda le acque di scorrimento superficiali che per quelle sotterranee né dissesti idro-geomorfologici in genere in quanto l'intervento progettuale verrà realizzato nel rispetto e in funzione della salvaguardia, della qualità e della tutela dell'ambiente e del paesaggio mantenendo se non migliorando gli equilibri idro-geomorfologici attuali, in quanto verranno realizzati, dove è necessario, opere di regimazione idraulica nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica con la funzione di migliorare il deflusso delle acque superficiali e di prevenire fenomeni erosivi della coltre superficiale ad opera delle acque meteoriche. Infatti, la realizzazione di un Parco Agri-fotovoltaico, attraverso un sistema integrato con l'attività agricola che produce contemporaneamente energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica, comporterà una notevole riduzione dell'azione erosiva causata dalle acque piovane dilavanti in quanto l'energia della pioggia battente verrà smorzata dalla superficie dei pannelli solari, l'acqua meteorica defluendo sui pannelli ricade a terra dove viene in

  	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 21,75 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 19,40 MW Comune di Librizzi (PA)	Rev.	0
	22-00074-IT-LIBRIZZI_CV-R08 RELAZIONE IDROGEOLOGICA per le verifiche idrodinamiche e di stabilità	Pag.	85 di 87

parte assorbita dalla coltivazione di prodotti agricoli che verranno piantumati attorno ai pannelli, per poi continuare il loro deflusso nella rete di drenaggio di progetto, il tutto contribuisce a ridurre in maniera vantaggiosa l'azione erosiva accentuata causata dalle acque meteoriche nel territorio dovuta all'assenza di copertura vegetale, questo perché buona parte dei terreni dell'entroterra siciliano risultano abbandonati e incolti.

Il sito in oggetto ha precise caratteristiche che lo identificano come ideale, in quanto le caratteristiche di esposizione dell'area interessata rientrano in quei parametri per cui è permesso tale sfruttamento. La valutazione e l'interpretazione critica delle osservazioni afferenti al complesso degli elementi oggettivi raccolti nel corso dei sopralluoghi consentono di esprimere parere di fattibilità geologica per la realizzazione degli interventi in progetto, se si attiene agli interventi tecnici esposti nella presente relazione geologico-tecnica, nel pieno rispetto dei precedenti equilibri geologici.

Dalle argomentazioni sopra esposte, si conclude affermando la piena idoneità del sito, anche per ciò che concerne il possibile impatto dell'impianto sulle matrici ambientali considerate (morfologia, idrologia sotterranea e superficiale), come esplicitato nei precedenti paragrafi, ed anche la fase di cantiere non produrrà alcun impatto in quanto al termine delle operazioni di installazione, tutte le aree verranno ripristinate.

In fase esecutiva la direzione lavori verificherà la congruenza delle caratteristiche litologiche del terreno in posto, con quelle attese in seguito alla schematizzazione effettuata nel presente documento.

Termini Imerese, lì 28/09/2022

Dott.ssa Geol. Concetta Pérez

COMMITTENTE - PURCHASER

Tep Renewables Italia srl

TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE

INDAGINI GEOGNOSTICHE

LOCALITA' - LOCATION

LIBRIZZI

OGGETTO - SUBJECT

Realizzazione di un Impianto Agrovoltaiico nel territorio Comunale di Librizzi (Me)



DATA INDAGINE - SURVEY DATE

29 Agosto 2022

DATA FINE REPORT - REPORT END DATE

19 Settembre 2022

DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY

23 Settembre 2022



SGQ N° 072A
 Membro degli Accordi di Mutuo
 Riconoscimento EA, IAF e ILAC



						N° VERBALE ACCETTAZIONE	
						104/22	
	EMISSIONE - ISSUE	23/09/2022	Dott. Geol. Corrado Zocco	Dott. Geol. Corrado Zocco	Dott.ssa Geol. Concetta Perez	SCALA - SCALE	PAGINA - SHEET
	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DATA DATE	DIRETTORE DI LABORATORIO	DIRETTORE CANTIERE	DIRETTORE DEI LAVORI	N.A.	0/20
IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' S.G.M. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF S.G.M. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW					SOSTITUISCE IL - REPLACES		
					SOSTITUITO DA - REPLACES		

Premessa

Su affidamento della Tep Renewables Italia srl è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche per la Realizzazione di un Impianto Agrovoltaico nel territorio Comunale di Librizzi (Me).

L'ubicazione, la denominazione, il numero, la profondità e le modalità tecnico-esecutive delle indagini sono stati indicati dal Direttore dei Lavori delle indagini geognostiche Dott.ssa Geol. Concetta Perez.

L'indagine geognostica è stata così distinta:

Modellazione Litostratigrafica

n. 4 Sondaggi a carotaggio continuo

Modellazione Geotecnica in sito

n. 18 Prove S.P.T.

n. 6 Campioni indisturbati Q1

Modellazione geotecnica in laboratorio

Contenuto d'acqua, determinazione peso di volume e peso specifico

Granulometria

Limiti di Atterberg

Prova di taglio diretto e residuo

Prova Triax UU

1. MODALITÀ TECNICO ESECUTIVE

1.1 Sondaggi meccanici a carotaggio continuo

Sono stati eseguiti n. 4 sondaggi a carotaggio continuo per uno sviluppo lineare complessivo di metri lineari 58,00

Sondaggio	Profondità (m.)
S1	17,50
S2	12,00
S3	16,50
S4	12,00

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata la seguente attrezzatura:

Sonda oleodinamica Comacchio Geo 305 assemblata su cingoli, con le seguenti caratteristiche:

- coppia massima 750 Kgm
- velocità di rotazione 145:540 rpm
- tiro/spinta 4000 Kg



La perforazione è stata eseguita con l'ausilio di carotieri semplice con diametro 101 mm, con l'ausilio di fluido di circolazione.

Si è sempre provveduto a rivestire il foro per evitare restringimenti o franamenti; dove lo si è ritenuto necessario, la tubazione di rivestimento 127 mm ha seguito la perforazione fino a profondità tale da scongiurare tali eventualità.

Le carote estratte sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC, con scomparti divisori e coperchio incernierato, con l'indicazione della denominazione del sondaggio, del numero della cassetta.



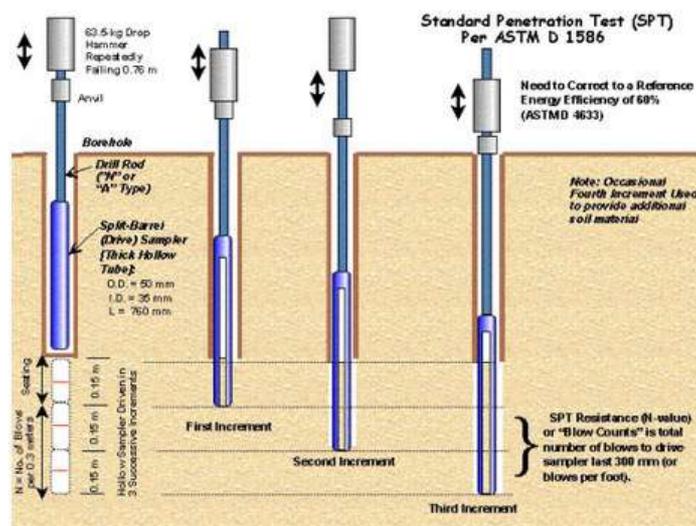
Sono state utilizzate n. 14 cassette catalogatrici.

Sono stati prelevati n. 6 campioni indisturbati Q1 con utilizzo del campionatore a pressione Shelby.

Le successioni litostratigrafiche riscontrate nel corso dei sondaggi sono riportate schematicamente in allegato.

1.2 Prove S.P.T. (Standard Penetration Test)

Sono state eseguite n. 18 prove S.P.T. facendo riferimento a "Standard" esistenti: ASTM 1586, "Penetration Test an Split Barrel Sampling of Soil"



Le caratteristiche strumentali possono essere così schematizzate:

- campionatore \varnothing 50.8 - 35.0 mm;
- L utile = 630 mm munito di valvola a sfera alla sommità;
- massa battente di peso 63.5 kg con altezza di caduta di 76.20 cm;
- aste da 50 mm. collegate al campionatore aventi peso per metro lineare 8.00 kg/m;
- la caduta libera del maglio viene comandata da un particolare dispositivo di sganciamento automatico che lo libera all'altezza voluta;

- fra testa di battuta in sommità alle aste e il piano campagna è stato installato un centratore di guida ad irrigidimento delle aste stesse;
- la differenza tra il diametro esterno delle aste ed il diametro interno della tubazione metallica provvisoria di rivestimento è di 60 mm;
- come utensile di penetrazione, in funzione della granulometria grossolana presente, è stata utilizzata una punta conica \varnothing 51 mm, ed angolo 60°

La prova consiste nell'infiggere nel terreno, alla base del sondaggio la punta conica o il campionatore per tre tratti consecutivi ciascuno di 15 cm, rilevando il numero di colpi (N) necessari per la penetrazione di ciascun tratto di 15 cm.

Il valore NSPT è dato dalla somma dei colpi ottenuti per il 2 e il 3 tratto.

Prima di eseguire la prova viene controllata, con adeguato scandaglio, la quota del foro confrontandola con quella raggiunta con la manovra di perforazione o di pulizia precedentemente fatta.

L'avvenuto affondamento della punta per peso proprio e delle aste fa parte integrante dei 45 cm complessivi di infissione.

Sondaggio	Quota (m)	Numero colpi
S 1	1.50-1.95	1-1-1
S 1	4.50-4.95	2-2-4
S 1	7.50-7.95	8-10-12
S 1	10.50-10.95	15-16-17
S 1	13.50-13.95	15-17-18
S 2	1.50-1.95	18-20-12
S 2	4.50-4.95	6-6-7
S 2	7.50-7.95	7-12-12
S 2	10.50-10.95	14-18-23
S 3	1.50-1.95	10-10-11
S 3	4.50-4.95	7-8-10
S 3	7.50-7.95	13-11-11
S 3	10.50-10.95	8-13-15
S 3	13.50-13.95	35-38-41
S 4	2.00-2.45	5-4-4
S 4	2.00-2.45	6-5-6
S 4	3.60-4.05	11-14-14
S 4	3.20-3.45	16-18-29

1.3 Descrizione dei litotipi rappresentativi carotati

	<p>Limo plastico di colore marrone con inclusi elementi litici centimetrici Sigla di rif: L</p>
	<p>Limo plastico rimaneggiato di colore bruno giallastro poco consistente Sigla di rif: Lr</p>
	<p>Limi debolmente sabbiosi rimaneggiati e poco consistenti di colore giallastro Sigla di rif: Ls</p>
	<p>Arenarie fratturate di colore grigio e giallastro Sigla di rif: Ar</p>
	<p>Arenarie decementate di colore grigio Sigla di rif: Ar</p>



Sabbie mediamente addensate di colore giallastro
Sigla di rif: S



Argille mediamente consistenti di colore bruno giallastro
con partimenti di colore grigio
Sigla di rif: A



Argille con struttura leggermente scagliettata di colore
bruno mediamente consistenti
Sigla di rif: A



Argille siltose consistenti di colore grigio
Sigla di rif: As



Argille siltose consistenti di colore bruno rossastro
Sigla di rif: As



Argille siltose consistenti di colore grigio verdastro
Sigla di rif: As

2.0 Analisi e Prove di laboratorio

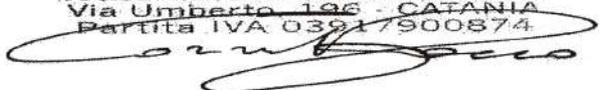
Sui campioni prelevati sono state eseguite analisi e prove di laboratorio dal laboratorio Geotecnico *Gi.Ga.Lab* “**SETTORE TERRE**” D.P.R. 246/93 – Min. STC 349/99, al fine di caratterizzare geotecnicamente i campioni prelevati.

I risultati ottenuti sono riportati nelle schede di laboratorio allegate in coda alla relazione.

Catania li 23.09.2022

S.G.M. Società Geognostica Mediterranea s.r.l.

Geol. Corrado Zocco

S.G.M. s.r.l.
SOCIETA' GEOGNOSTICA MEDITERRANEA
Via Umberto 196 - CATANIA
Partita IVA 03917900874




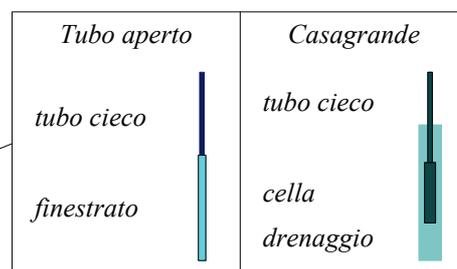
SONDAGGIO A CAROTAGGIO



LEGENDA STRATIGRAFIA

Ø mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Preli. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	S.P.T.	N	13	14	15

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 4) Piezometri
- 5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 6) Simbolo litologico
- 7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 8) Resistenza alla punta (kg/cm²)
- 9) Vane test (kg/cm²)
- 10) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 11) Prova S.P.T.
- 12) Valore di N_{spt}
- 13) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 14) Profondità della base dello strato (m)
- 15) Descrizione della litologia dello strato



She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Riferimento: Tep Renewables Italia srl SRL	Sondaggio: 1
Località: LIBRIZZI - ME	Quota:
Impresa esecutrice: S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl	Data: 29/08/2022
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco
Perforazione: Trivella Comacchio Geo 305 - Perforazione a carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
											S.P.T.	N			
					1									0.8	Limo plastico di colore bruno con inclusi elementi litici centimetrici Sigla di rif: L
					2						1-1-1		2		Limo plastico rimaneggiato di colore bruno giallastro poco consistente Sigla di rif: Lr
					3		1) Ind < 3,00 3,50								
					4										
					5										
					6						2-2-4		6		
					7									5.1	Limi debolmente sabbiosi rimaneggiati e poco consistenti di colore giallastro Sigla di rif: Ls
					8						8-10-12		22	7.1	Argille mediamente consistenti di colore bruno giallastro con partimenti di colore grigio Sigla di rif: A
					9									7.7	Argille siltose consistenti di colore grigio Sigla di rif: As
					10										
					11										
					12										
					13										
					14										
					15										
					16										
					17										
														17.5	

N. 4 cassette catalogatrici



Verbale di Accettazione n. 104/22 del 29/09/2022
Certificato di prova n. 245/22 del 19/09/2022

S.G.M. S.r.l.
Direttore di Laboratorio
(Dott. Geol. Corrado Zocco)
S.G.M. s.r.l.
SOCIETA' GEOGNOSTICA MEDITERRANEA
Via Umberto, 196 - CATANIA
Partita IVA 03817900874

Corrado Zocco

Sondaggio n. 1

IMPIANTO AGROVOLTAICO - LIBRIZZI



Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m



Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 10.00 m



Cassetta catalogatrice n. 3 - Prof. da 10.00 a 15.00 m



Cassetta catalogatrice n. 4 - Prof. da 15.00 a 17.50 m

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI COESIVI I**

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	2	1,50-1,95	Terzaghi-Peck	0,2
Strato (2) Strato	6	4,50-4,95	Terzaghi-Peck	0,6
Strato (3) Strato	22	7,50-7,95	Terzaghi-Peck	2,2
Strato (4) Strato	33	10,50-10,95	Terzaghi-Peck	3,3
Strato (5) Strato	35	13,50-13,95	Terzaghi-Peck	3,5

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	2	1,50-1,95	Robertson (1983)	4,00
Strato (2) Strato	6	4,50-4,95	Robertson (1983)	12,00
Strato (3) Strato	22	7,50-7,95	Robertson (1983)	44,00
Strato (4) Strato	33	10,50-10,95	Robertson (1983)	66,00
Strato (5) Strato	35	13,50-13,95	Robertson (1983)	70,00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	2	1,50-1,95	Buisman-Sanglerat	10,0
Strato (2) Strato	6	4,50-4,95	Buisman-Sanglerat	30,0
Strato (3) Strato	22	7,50-7,95	Buisman-Sanglerat	165,0
Strato (4) Strato	33	10,50-10,95	Buisman-Sanglerat	247,5
Strato (5) Strato	35	13,50-13,95	Buisman-Sanglerat	262,5

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Strato	2	1,50-1,95	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato (2) Strato	6	4,50-4,95	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) Strato	22	7,50-7,95	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (4) Strato	33	10,50-10,95	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
Strato (5) Strato	35	13,50-13,95	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
-------------	------	------------------	--------------	--

Strato (1) Strato	2	1,50-1,95	Meyerhof	1,56
Strato (2) Strato	6	4,50-4,95	Meyerhof	1,81
Strato (3) Strato	22	7,50-7,95	Meyerhof	2,11
Strato (4) Strato	33	10,50-10,95	Meyerhof	2,22
Strato (5) Strato	35	13,50-13,95	Meyerhof	2,28

Riferimento: Tep Renewables Italia srl SRL	Sondaggio: 2
Località: LIBRIZZI - ME	Quota:
Impresa esecutrice: S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl	Data: 31/08/2022
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco
Perforazione: Trivella Comacchio Geo 305 - Perforazione a carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	
											S.P.T.	N				
					1	LITOLOGIA									Limo di colore bruno rossastro con inclusi elementi litici centimetrici Sigla di rif: L	
					2						18-20-12	32			0,8	Argille siltose consistenti di colore bruno rossastro passanti a colorazione verdastro azzurro con sparsi elementi litici arenacei di dimensioni decimetriche Sigla di rif: As
					3											
					4											
					5											
					6											
					7											
					8											
					9											
					10											
					11											
					12											

1) Ind < 3,50
4,00

N. 3 cassette catalogatrici



Verbale di Accettazione n. 104/22 del 29/09/2022
Certificato di prova n. 246/22 del 19/09/2022

S.G.M. S.r.l.
Direttore di Laboratorio
(Dott. Geol. Corrado Zocco)
S.G.M. s.r.l.
SOCIETA' GEOGNOSTICA MEDITERRANEA
Via Umberto, 196 - CATANIA
Partita IVA 03817900874

Corrado Zocco



Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m



Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 10.00 m



Cassetta catalogatrice n. 3 - Prof. da 10.00 a 12.00 m

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2
TERRENI COESIV I

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	32	1,50-1,95	Terzaghi-Peck	3,2
Strato (2) Strato	13	4,50-4,95	Terzaghi-Peck	1,3
Strato (3) Strato	24	7,50-7,95	Terzaghi-Peck	2,4
Strato (4) Strato	41	10,50-10,95	Terzaghi-Peck	4,1

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	32	1,50-1,95	Robertson (1983)	64,00
Strato (2) Strato	13	4,50-4,95	Robertson (1983)	26,00
Strato (3) Strato	24	7,50-7,95	Robertson (1983)	48,00
Strato (4) Strato	41	10,50-10,95	Robertson (1983)	82,00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	32	1,50-1,95	Buisman-Sanglerat	240,0
Strato (2) Strato	13	4,50-4,95	Buisman-Sanglerat	97,5
Strato (3) Strato	24	7,50-7,95	Buisman-Sanglerat	180,0
Strato (4) Strato	41	10,50-10,95	Buisman-Sanglerat	307,5

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Strato	32	1,50-1,95	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
Strato (2) Strato	13	4,50-4,95	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) Strato	24	7,50-7,95	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (4) Strato	41	10,50-10,95	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) Strato	32	1,50-1,95	Meyerhof	2,20
Strato (2) Strato	13	4,50-4,95	Meyerhof	2,04
Strato (3) Strato	24	7,50-7,95	Meyerhof	2,11
Strato (4) Strato	41	10,50-10,95	Meyerhof	2,50

Riferimento: Tep Renewables Italia srl SRL	Sondaggio: 3
Località: LIBRIZZI - ME	Quota:
Impresa esecutrice: S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl	Data: 31/08/2022
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco
Perforazione: Trivella Comacchio Geo 305 - Perforazione a carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	
											S.P.T.	N				
					1										0.8	Limo di colore marrone con inclusi elementi litici centimetrici Sigla di rif: L
					2					10-10-11		21				Limo sabbiosi di colore bruno giallastro mediamente consistenti Sigla di rif: Ls
					3											
					4										3.1	Sabbie mediamente addensate di colore giallastro con elementi litici arenacei di dimensioni centimetriche Sigla di rif: S
					5					7-8-10		18				
					6											
					7										6.4	Arenarie fratturate di colore grigio e giallastro associate ad arenarie decementate - Sigla di rif: Ar
					8					13-11-11		22			7.2	Sabbie mediamente addensate di colore giallastro Sigla di rif: S
					9										8.2	Argille siltose consistenti di colore grigio Sigla di rif: As
					10											
					11					8-13-15		28				
					12											
					13											
					14					35-38-41		79				
					15											
					16											
															16.5	

N. 4 cassette catalogatrici



Verbale di Accettazione n. 104/22 del 29/09/2022
Certificato di prova n. 247/22 del 19/09/2022

S.G.M. S.r.l.
Direttore di Laboratorio
(Dott. Geol. Corrado Zocco)
S.G.M. S.r.l.
SOCIETA' GEOGNOSTICA MEDITERRANEA
Via Umberto, 196 - CATANIA
Partita IVA 03817900874

Corrado Zocco

Sondaggio n. 3

IMPIANTO AGROVOLTAICO - LIBRIZZI



Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m



Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 10.00 m



Cassetta catalogatrice n. 3 - Prof. da 10.00 a 15.00 m



Cassetta catalogatrice n. 4 - Prof. da 15.00 a 16.50 m

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**TERRENI COESIVI I**

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (4) Strato	28	10,50-10,95	Terzaghi-Peck	1,89
Strato (5) Strato	78	13,50-13,95	Terzaghi-Peck	5,27

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (4) Strato	28	10,50-10,95	Robertson (1983)	56,00
Strato (5) Strato	78	13,50-13,95	Robertson (1983)	156,00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (4) Strato	28	10,50-10,95	Buisman-Sanglerat	210,0
Strato (5) Strato	78	13,50-13,95	Buisman-Sanglerat	585,0

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (4) Strato	28	10,50-10,95	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (5) Strato	78	13,50-13,95	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (4) Strato	28	10,50-10,95	Meyerhof	2,14
Strato (5) Strato	78	13,50-13,95	Meyerhof	2,50

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Strato	21	1,50-1,95	21	Gibbs & Holtz 1957	59,72
Strato (2) Strato	18	4,50-4,95	18	Gibbs & Holtz 1957	55,7
Strato (3) Strato	22	7,50-7,95	22	Gibbs & Holtz 1957	60,97

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	21	1,50-1,95	21	Meyerhof (1965)	33,02
Strato (2) Strato	18	4,50-4,95	18	Meyerhof (1965)	32,02

Strato (3) Strato	22	7,50-7,95	22	Meyerhof (1965)	33,34
----------------------	----	-----------	----	-----------------	-------

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	21	1,50-1,95	21	Buisman-Sanglera	126,0
Strato (2) Strato	18	4,50-4,95	18	Buisman-Sanglera	108,0
Strato (3) Strato	22	7,50-7,95	22	Buisman-Sanglera	132,0

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Strato	21	1,50-1,95	21	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato (2) Strato	18	4,50-4,95	18	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato (3) Strato	22	7,50-7,95	22	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Strato	21	1,50-1,95	21	Meyerhof ed altri	2,01
Strato (2) Strato	18	4,50-4,95	18	Meyerhof ed altri	1,95
Strato (3) Strato	22	7,50-7,95	22	Meyerhof ed altri	2,03

Riferimento: Tep Renewables Italia srl SRL	Sondaggio: 4
Località: LIBRIZZI - ME	Quota:
Impresa esecutrice: S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl	Data: 31/08/2022
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco
Perforazione: Trivella Comacchio Geo 305 - Perforazione a carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	
											S.P.T.	N				
					0											Limo di colore marrone con inclusi elementi litici centimetrici Sigla di rif: L
					1						5-4-4	8		0.9		Limo di colore giallastro poco consistente e mediamente plastico Sigla di rif: L
					2											
					3											
					4		1) Ind < 4,00 4,50				6-5-6	11		3.2		Argille con struttura leggermente scagliettata di colore bruno mediamente consistenti Sigla di rif: A
					5											
					6									5.3		Argille siltose consistenti di colore grigio con venature di colore bruno rosso vinaccio e grigio verdastro Sigla di rif: As
					7											
					8						11-14-14	28				
					9											
					10											
					11						16-18-29	47				
					12									12.0		

N. 3 cassette catalogatrici



Verbale di Accettazione n. 104/22 del 29/09/2022
Certificato di prova n. 248/22 del 19/09/2022

S.G.M. S.r.l.
Direttore di Laboratorio
(Dott. Geol. Corrado Zocco)
S.G.M. S.r.l.
SOCIETA' GEOGNOSTICA MEDITERRANEA
Via Umberto, 196 - CATANIA
Partita IVA 03817900874

Corrado Zocco

Sondaggio n. 4

IMPIANTO AGROVOLTAICO - LIBRIZZI



Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m



Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 10.00 m



Cassetta catalogatrice n. 3 - Prof. da 10.00 a 12.00 m

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4
TERRENI COESIV I**

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	8	1,50-1,95	Terzaghi-Peck	0,54
Strato (2) Strato	11	4,50-4,95	Terzaghi-Peck	0,74
Strato (3) Strato	28	7,50-7,95	Terzaghi-Peck	1,89
Strato (4) Strato	49	10,50-10,95	Terzaghi-Peck	3,31

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	8	1,50-1,95	Robertson (1983)	16,00
Strato (2) Strato	11	4,50-4,95	Robertson (1983)	22,00
Strato (3) Strato	28	7,50-7,95	Robertson (1983)	56,00
Strato (4) Strato	49	10,50-10,95	Robertson (1983)	98,00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	8	1,50-1,95	Buisman-Sanglerat	40,0
Strato (2) Strato	11	4,50-4,95	Buisman-Sanglerat	82,5
Strato (3) Strato	28	7,50-7,95	Buisman-Sanglerat	210,0
Strato (4) Strato	49	10,50-10,95	Buisman-Sanglerat	367,5

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Strato	8	1,50-1,95	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) Strato	11	4,50-4,95	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) Strato	28	7,50-7,95	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (4) Strato	49	10,50-10,95	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) Strato	8	1,50-1,95	Meyerhof	1,90
Strato (2) Strato	11	4,50-4,95	Meyerhof	1,99
Strato (3) Strato	28	7,50-7,95	Meyerhof	2,14
Strato (4) Strato	49	10,50-10,95	Meyerhof	2,50

IMPIANTO FOTOVOLTAICO LIBRIZZI (ME)



SETTEMBRE 2022

COMMITTENTE
S.G.M. S.R.L.

IL DIRETTORE DI LABORATORIO
Dott. Giuseppe Astuti



Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale
Laboratorio concessionato per prove geotecniche sulle terre
D.P.R. n. 380/2001

RELAZIONE TECNICA

Su incarico della ditta S.G.M. s.r.l., sono state eseguite delle prove geotecniche di laboratorio, secondo le modalità previste dalle norme ASTM, su n° 6 campioni (V.A 59/22 del 02/09/22) prelevati nel corso delle indagini geognostiche effettuate nei terreni interessati dal progetto *“Impianto fotovoltaico Librizzi (ME)”*.

Il programma di prove richiesto prevedeva l'esecuzione di analisi di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche, granulometriche, di consistenza e di taglio; in particolare sono state effettuate le seguenti prove:

- n° 6 determinazioni del contenuto d'acqua;
- n° 6 determinazioni del peso di volume;
- n° 6 determinazioni del peso specifico dei granuli;
- n° 6 determinazioni dei limiti di Atterberg;
- n° 6 analisi granulometriche e densimetriche;
- n° 5 prove triassiali non consolidate non drenate (UU);
- n° 6 prove di taglio diretto con misura della resistenza residua.

I risultati delle prove sono stati tabulati e diagrammati negli allegati da n° 1 a n° 86 (Certificati dal n° 5117/22 al n° 5157/22).

Pedara, li 19/09/2022

Il Direttore di laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA

Norme di riferimento ASTM D 2216-10

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5117/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,50

Descrizione visiva del campione

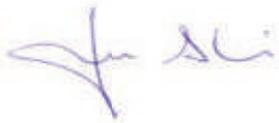
Argilla sabbiosa con limo di colore grigio-verdastra, molto plastica, poco consistente (P= 1,00 Kg/cm²)

Prove eseguite

Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Penetrazione CBR	
Limiti liquido e plastico	<input checked="" type="checkbox"/>	ELL	
Limite di ritiro		Taglio diretto	<input checked="" type="checkbox"/>
Analisi granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio residuo	<input checked="" type="checkbox"/>
Areometria	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale UU	<input checked="" type="checkbox"/>
Peso specifico	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CU	
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CD	
Calcimetria		Prova edometrica	
Contenuto sostanze organiche		Prova di permeabilità	
Compattazione Proctor		Prova di rigonfiamento	

w	Contenuto in acqua	37,41	%
---	--------------------	-------	---

*Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti*



*Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi*



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 854-06

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5118/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,50

m_0	Massa del picnometro	69,58	g
m_1	Massa del picnometro riempito con sola acqua alla temperatura T	206,29	g
m_2	Massa del picnometro e del campione secco	104,13	g
m_3	Massa del picnometro riempito con acqua e terreno alla temperatura T	228,19	g
m_4	Massa del campione secco	34,55	g
T	Temperatura misurata al centro del picnometro	20	°C
ρ_w	Densità dell'acqua distillata e disareata alla temperatura T	0,9982	Mg/m ³
ρ_s	Massa volumica dei granuli solidi	2,726	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 2974-87, BS 1377 - 90

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5119/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,50

m	Massa del provino in condizioni di umidità naturale	73,48	g
V	Volume della fustella	40,00	cm ³
ρ	Massa volumica in condizioni di umidità naturale	1,837	Mg/m ³
w	Contenuto in acqua	37,41	%
ρ_d	Massa volumica secca	1,337	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Norme di riferimento ASTM D 4318 - 10

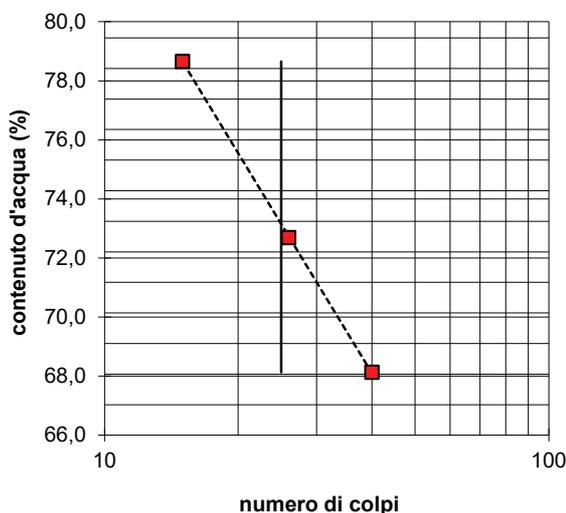
V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5120/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	Librizzi (ME)		
Sondaggio	1	Campione	1
		Profondità (m)	3,00 - 3,50

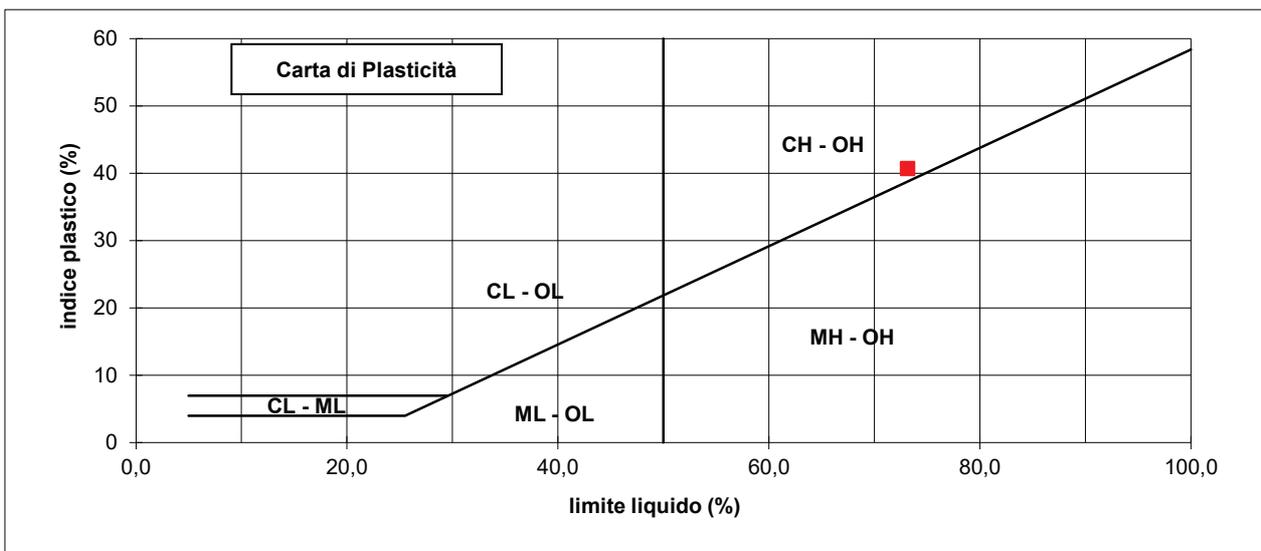
Limite Liquido	%	73,1		
Numero tara		A1	A2	A3
Numero dei colpi		40	26	15
P. umido + tara	g	28,51	24,26	25,03
P. secco + tara	g	19,96	16,97	16,85
Peso tara	g	7,41	6,94	6,45
Peso umido	g	21,10	17,32	18,58
Peso secco	g	12,55	10,03	10,40
Contenuto d'acqua	%	68,13	72,68	78,65

Limite Plastico	%	32,5		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	13,85	14,21	14,08
P. secco + tara	g	12,04	12,45	12,23
Peso tara	g	6,45	7,05	6,52
Peso umido	g	7,40	7,16	7,56
Peso secco	g	5,59	5,40	5,71
Contenuto d'acqua	%	32,38	32,59	32,40



Contenuto d'acqua	%	37,41		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	43,41	42,69	40,42
P. secco + tara	g	33,26	33,13	31,32
Peso tara	g	6,41	7,39	6,92
Peso umido	g	37,00	35,30	33,50
Peso secco	g	26,85	25,74	24,40
Contenuto d'acqua	%	37,80	37,14	37,30

Indice plastico	41
Consistenza	0,88
Liquidità	0,12
Fluidità	24,72
Tenacità	1,65



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di riferimento ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93
V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5121/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,50

Analisi con vagli

Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
3"	75,000				
2"	50,000				
1,5"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				
3/8"	9,500				
4	4,750	0,00	0,00	100,0	4,7500
10	2,000	3,37	1,69	98,3	2,0000
20	0,850	3,02	3,20	96,8	0,8500
40	0,425	3,67	5,03	95,0	0,4250
60	0,250	5,52	7,79	92,2	0,2500
140	0,106	10,34	12,96	87,0	0,1060
200	0,075	2,44	14,18	85,8	0,0750
	< 0,075	171,64	85,82	passante al 200	
Somma (g)	200,00				
Peso iniziale (g)	200,00				
Perdita (g)	0,00				

Analisi con densimetro

correzioni

dispersivo	Cd	-4,30
menisco	Cm	0,80
temperatura	intercetta	-3,50
temperatura	pendenza	0,25

caratteristiche fisiche

peso campione secco	g	40,00
massa volumica dei grani	g/cm ³	2,726

taratura densimetro

intercetta	16,317
pendenza	-0,274

Coefficiente di uniformità (D60/D10)	N.A.
--------------------------------------	------

Analisi con densimetro

Data	Ora	Tempo	Temperatura	Letture	Letture	Correzione temperatura	Diametro grani	Percentuale parziale	Somma
---	---	min	°C	R	R'		mm	%	%
7-set	9,00	1,30	18,00	25,75	26,55	1,00	0,03606	91,80	78,8
		2,00	18,00	25,25	26,05	1,00	0,02929	89,83	77,1
		3,00	18,00	24,75	25,55	1,00	0,02409	87,85	75,4
		5,00	18,00	24,25	25,05	1,00	0,01880	85,88	73,7
		10,00	18,00	23,75	24,55	1,00	0,01339	83,90	72,0
		15,00	18,00	23,50	24,3	1,00	0,01097	82,92	71,2
		30,00	18,00	23,00	23,8	1,00	0,00781	80,94	69,5
		45,00	18,00	22,75	23,55	1,00	0,00640	79,96	68,6
		60,00	18,00	22,25	23,05	1,00	0,00558	77,98	66,9
		90	18,00	22,00	22,8	1,00	0,00457	76,99	66,1
		120	18,00	21,50	22,3	1,00	0,00399	75,02	64,4
		240	18,00	21,00	21,8	1,00	0,00284	73,05	62,7
		420	18,00	20,25	21,05	1,00	0,00217	70,08	60,1
		600	18,00	19,50	20,3	1,00	0,00183	67,12	57,6
		1440	18,00	18,75	19,55	1,00	0,00119	64,16	55,1

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di rif. ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93 - V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5121/22 del 19/09/22 (foglio 2 di 2)

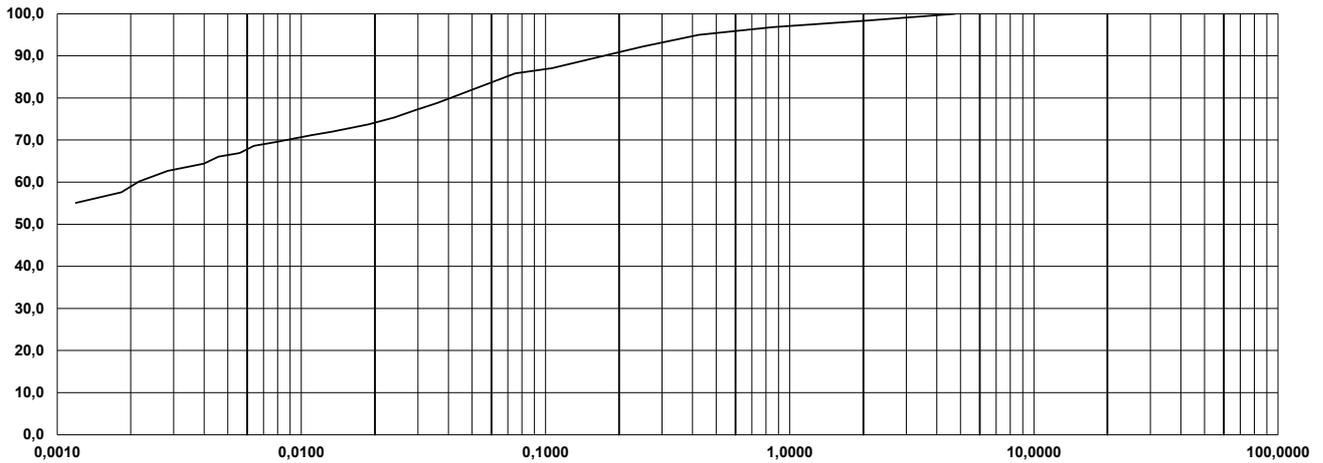


Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,50

Argilla	Limo			Sabbia			Ghiaia			Ciottoli
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	

Diagramma



*Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti*

*Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi*

All. 6

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON MISURA DELLA RESISTENZA RESIDUA

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5122/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 5)

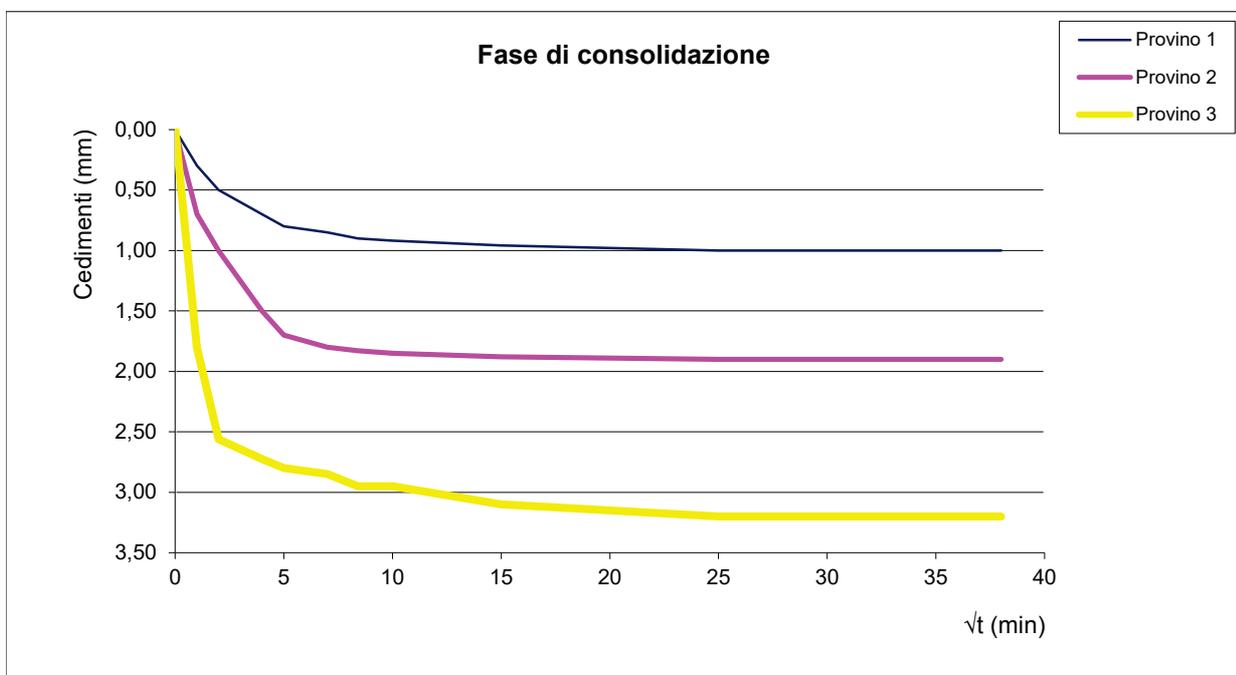
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,50

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Altezza	H_0	20	20	20	mm
Lato	L	60	60	60	mm
Sezione	A	3600	3600	3600	mm ²

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Contenuto in acqua	W_0	37,26	37,58	37,46	%
Massa volumica umida	ρ	1,842	1,833	1,836	g/cm ³
Massa volumica secca	ρ_d	1,342	1,332	1,336	g/cm ³
Indice dei vuoti	e_0	1,031	1,046	1,041	
Grado di saturazione	Sr_0	98	98	98	%
Massa vol. dei grani (determinato)	ρ_s	2,726	2,726	2,726	g/cm ³

METODO DI PREPARAZIONE DEI PROVINI		MODALITA' DI PROVA		
Ricompattati	NO	Numero cicli andata e ritorno	6	
Parz. ricostituiti	NO	Tensione normale provino n. 1	100	KPa
Indisturbati	SI	Tensione normale provino n. 2	200	KPa
		Tensione normale provino n. 3	300	KPa



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON MISURA DELLA RESISTENZA RESIDUA

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5122/22 del 19/09/22 (foglio 2 di 5)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,50

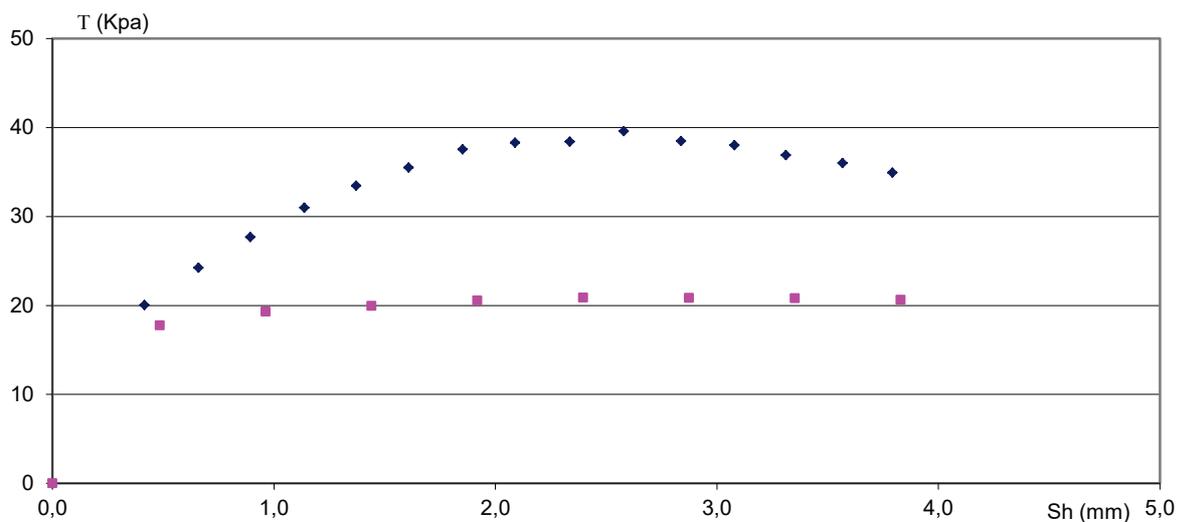
Risultati di prova del provino 1

Velocità della prova durante la fase di picco = 0,002 mm/min

Δt (min)	Δh (mm)	Sh (mm)	F (N)	τ (KPa)
0	0	0,000	0,0	0,00
120	0,063	0,415	72,2	20,06
240	0,115	0,660	87,3	24,25
360	0,166	0,894	99,6	27,67
480	0,218	1,138	111,6	31,00
600	0,268	1,372	120,5	33,47
720	0,298	1,608	127,8	35,50
840	0,346	1,852	135,2	37,56
960	0,371	2,089	137,9	38,31
1080	0,388	2,336	138,3	38,42
1200	0,415	2,580	142,5	39,58
1320	0,417	2,838	138,5	38,47
1440	0,427	3,080	136,8	38,00
1560	0,437	3,312	132,9	36,92
1680	0,435	3,568	129,6	36,00
1800	0,440	3,793	125,8	34,94

Velocità della prova durante la fase residuale = 0,004 mm/min

Δt (min)	Δh (mm)	Sh (mm)	F (N)	τ (KPa)
0	0	0,000	0,0	0,00
120	0,187	0,485	63,9	17,75
240	0,187	0,963	69,4	19,28
360	0,188	1,441	71,7	19,92
480	0,188	1,919	73,9	20,53
600	0,188	2,397	75,1	20,86
720	0,188	2,875	75,0	20,83
840	0,187	3,353	74,8	20,78
960	0,184	3,831	74,2	20,61



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



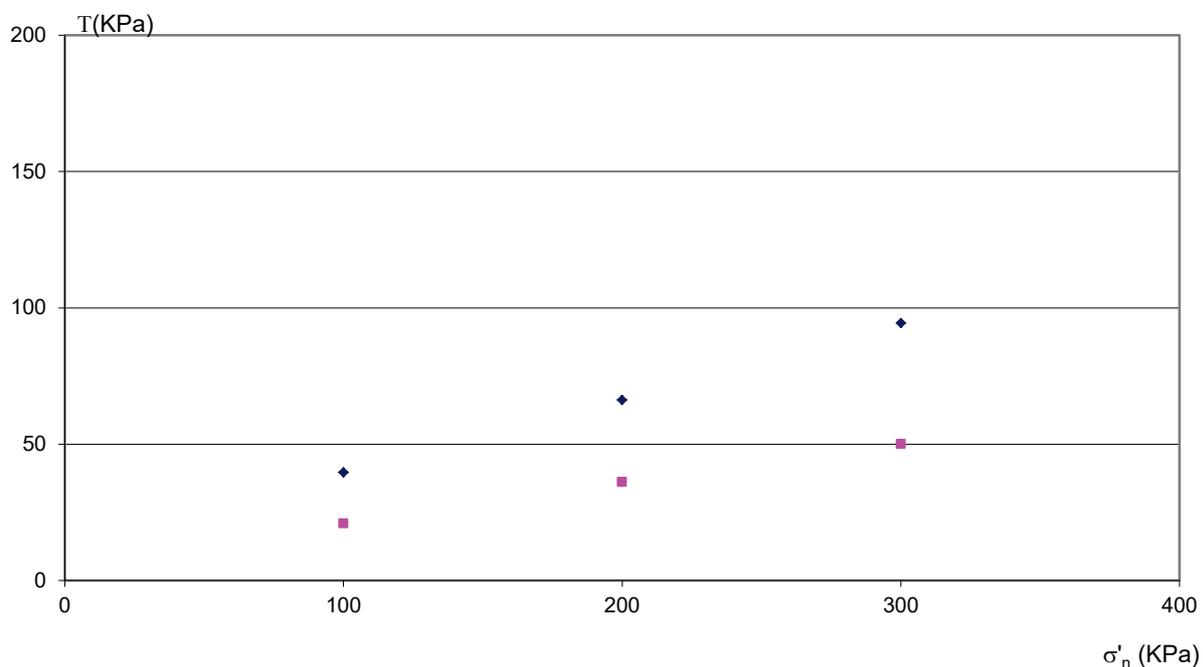
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON MISURA DELLA RESISTENZA RESIDUA

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5122/22 del 19/09/22 (foglio 5 di 5)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,50



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



PROVA TRIASSIALE UU

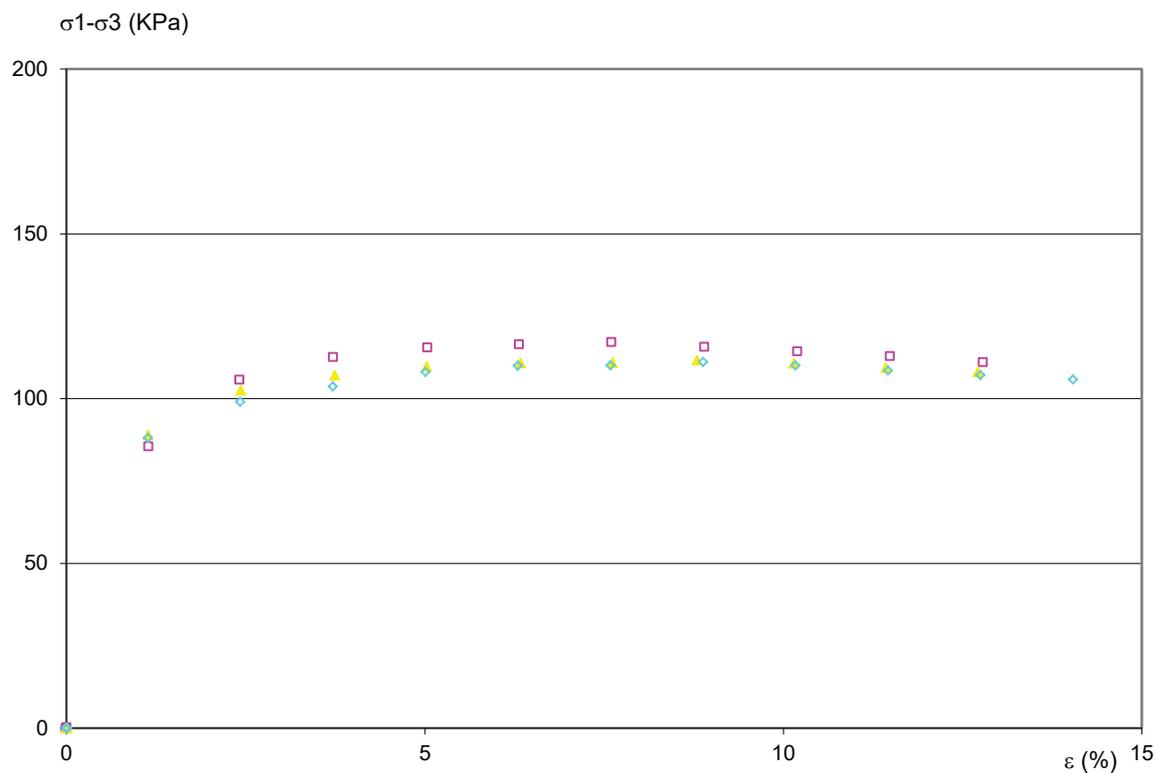
Norme di riferimento ASTM D 2850-03

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5123/22 del 19/09/22 (foglio 4 di 4)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	Librizzi (ME)		
Sondaggio	1	Campione	1
		Profondità	3,00 - 3,50

Curve sforzi - deformazioni



Provino	□	▲	◇
Pressione di contenimento laterale (KPa)	50	100	150
Back Pressure (KPa)	-	-	-
Deformazione percentuale (%)	7,60	8,79	8,88
Sforzo deviatorico massimo (KPa)	117,06	111,60	111,10
Velocità di deformazione (mm/min)	1	1	1

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA

Norme di riferimento ASTM D 2216-10

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5124/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)	9,00 - 9,50

Descrizione visiva del campione

Limo con argilla e sabbia di colore grigio-verdastr0, poco plastico, consistente (P= 4,00 Kg/cm²)

Prove eseguite

Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Penetrazione CBR	
Limiti liquido e plastico	<input checked="" type="checkbox"/>	ELL	
Limite di ritiro		Taglio diretto	<input checked="" type="checkbox"/>
Analisi granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio residuo	<input checked="" type="checkbox"/>
Areometria	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale UU	<input checked="" type="checkbox"/>
Peso specifico	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CU	
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CD	
Calcimetria		Prova edometrica	
Contenuto sostanze organiche		Prova di permeabilità	
Compattazione Proctor		Prova di rigonfiamento	

w	Contenuto in acqua	18,81	%
---	--------------------	-------	---

*Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti*



*Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi*



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 854-06

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5125/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)	9,00 - 9,50

m_0	Massa del picnometro	70,26	g
m_1	Massa del picnometro riempito con sola acqua alla temperatura T	206,58	g
m_2	Massa del picnometro e del campione secco	104,39	g
m_3	Massa del picnometro riempito con acqua e terreno alla temperatura T	228,03	g
m_4	Massa del campione secco	34,13	g
T	Temperatura misurata al centro del picnometro	20	°C
ρ_w	Densità dell'acqua distillata e disareata alla temperatura T	0,9982	Mg/m ³
ρ_s	Massa volumica dei granuli solidi	2,687	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 2974-87, BS 1377 - 90

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5126/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)	9,00 - 9,50

m	Massa del provino in condizioni di umidità naturale	83,41	g
V	Volume della fustella	40,00	cm ³
ρ	Massa volumica in condizioni di umidità naturale	2,085	Mg/m ³
w	Contenuto in acqua	18,81	%
ρ_d	Massa volumica secca	1,755	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Norme di riferimento ASTM D 4318 - 10

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5127/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

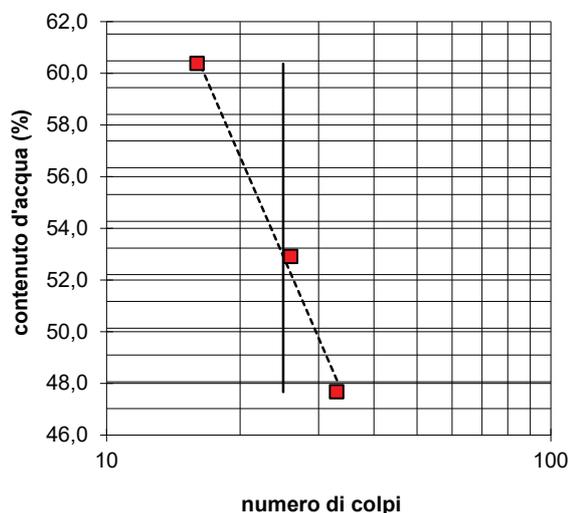
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	Librizzi (ME)		
Sondaggio	1	Campione	2
		Profondità (m)	9,00 - 9,50

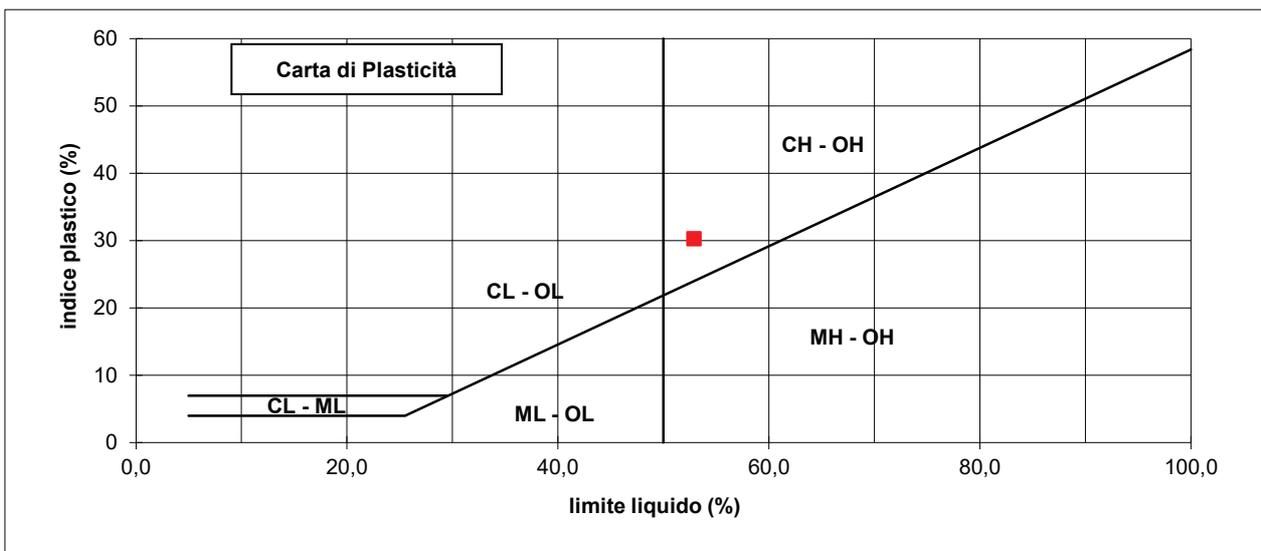
Limite Liquido	%	52,9		
Numero tara		A1	A2	A3
Numero dei colpi		33	26	16
P. umido + tara	g	32,38	29,59	30,78
P. secco + tara	g	24,19	21,86	21,82
Peso tara	g	7,01	7,25	6,98
Peso umido	g	25,37	22,34	23,80
Peso secco	g	17,18	14,61	14,84
Contenuto d'acqua	%	47,67	52,91	60,38

Limite Plastico	%	22,6		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	11,21	9,31	12,82
P. secco + tara	g	10,44	8,79	11,61
Peso tara	g	7,04	6,49	6,26
Peso umido	g	4,17	2,82	6,56
Peso secco	g	3,40	2,30	5,35
Contenuto d'acqua	%	22,65	22,61	22,62

Contenuto d'acqua	%	18,81		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	45,90	50,75	50,67
P. secco + tara	g	39,76	44,03	43,60
Peso tara	g	7,21	7,17	7,05
Peso umido	g	38,69	43,58	43,62
Peso secco	g	32,55	36,86	36,55
Contenuto d'acqua	%	18,86	18,23	19,34



Indice plastico	30
Consistenza	1,13
Liquidità	-0,13
Fluidità	39,68
Tenacità	0,76



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di riferimento ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93
V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5128/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)	9,00 - 9,50

Analisi con vagli

Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
3"	75,000				
2"	50,000				
1,5"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000	0,00	0,00	100,0	19,0000
3/8"	9,500	4,24	2,12	97,9	9,5000
4	4,750	1,76	3,00	97,0	4,7500
10	2,000	2,00	4,00	96,0	2,0000
20	0,850	2,60	5,30	94,7	0,8500
40	0,425	6,82	8,71	91,3	0,4250
60	0,250	12,72	15,07	84,9	0,2500
140	0,106	23,58	26,86	73,1	0,1060
200	0,075	5,44	29,58	70,4	0,0750
	< 0,075	140,84	70,42	passante al 200	
Somma (g)		200,00			
Peso iniziale (g)		200,00			
Perdita (g)		0,00			

Analisi con densimetro

correzioni

dispersivo	Cd	-4,30
menisco	Cm	0,80
temperatura	intercetta	-3,50
temperatura	pendenza	0,25

caratteristiche fisiche

peso campione secco	g	40,00
massa volumica dei grani	g/cm ³	2,687

taratura densimetro

intercetta	16,317
pendenza	-0,274

Coefficiente di uniformità (D60/D10)	N.A.
--------------------------------------	------

Analisi con densimetro

Data	Ora	Tempo	Temperatura	Letture	Letture	Correzione temperatura	Diametro grani	Percentuale parziale	Somma
---	---	min	°C	R	R'		mm	%	%
7-set	9,00	1,30	18,00	25,50	26,3	1,00	0,03661	91,58	64,5
		2,00	18,00	25,00	25,8	1,00	0,02974	89,59	63,1
		3,00	18,00	24,50	25,3	1,00	0,02446	87,60	61,7
		5,00	18,00	23,50	24,3	1,00	0,01922	83,62	58,9
		10,00	18,00	22,50	23,3	1,00	0,01378	79,64	56,1
		15,00	18,00	22,00	22,8	1,00	0,01133	77,65	54,7
		30,00	18,00	20,50	21,3	1,00	0,00817	71,67	50,5
		45,00	18,00	19,50	20,3	1,00	0,00676	67,69	47,7
		60,00	18,00	19,00	19,8	1,00	0,00589	65,70	46,3
		90	18,00	18,00	18,8	1,00	0,00487	61,72	43,5
		120	18,00	17,25	18,05	1,00	0,00426	58,73	41,4
		240	18,00	16,50	17,3	1,00	0,00304	55,75	39,3
		420	18,00	15,75	16,55	1,00	0,00232	52,76	37,2
		600	18,00	15,00	15,8	1,00	0,00195	49,77	35,1
		1440	18,00	14,00	14,8	1,00	0,00128	45,79	32,2

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di rif. ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93 - V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5128/22 del 19/09/22 (foglio 2 di 2)

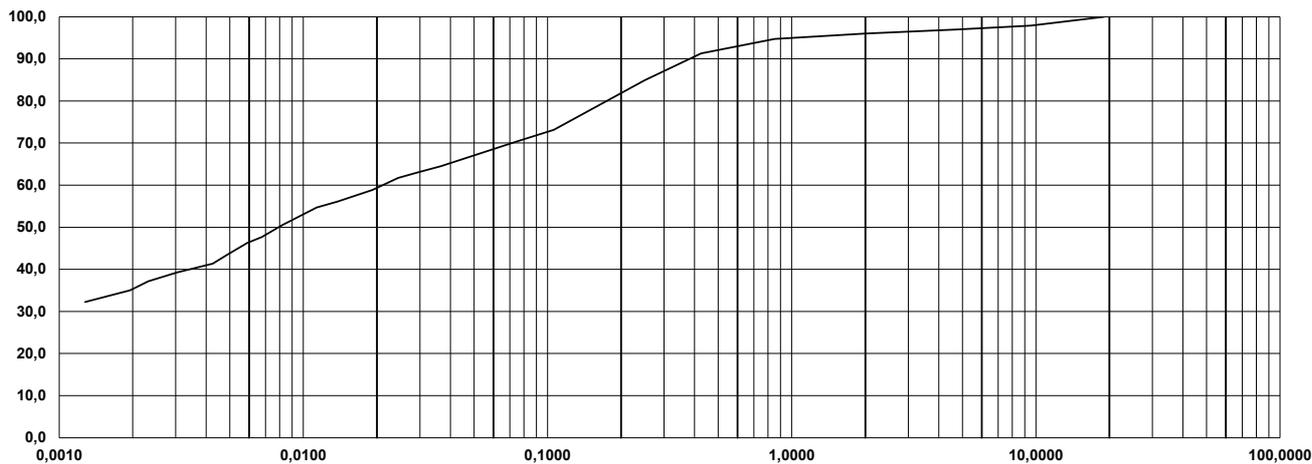


Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)	9,00 - 9,50

Argilla	Limo			Sabbia			Ghiaia			Ciottoli
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	

Diagramma



*Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti*

*Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi*

All. 21

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON MISURA DELLA RESISTENZA RESIDUA

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5129/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 5)

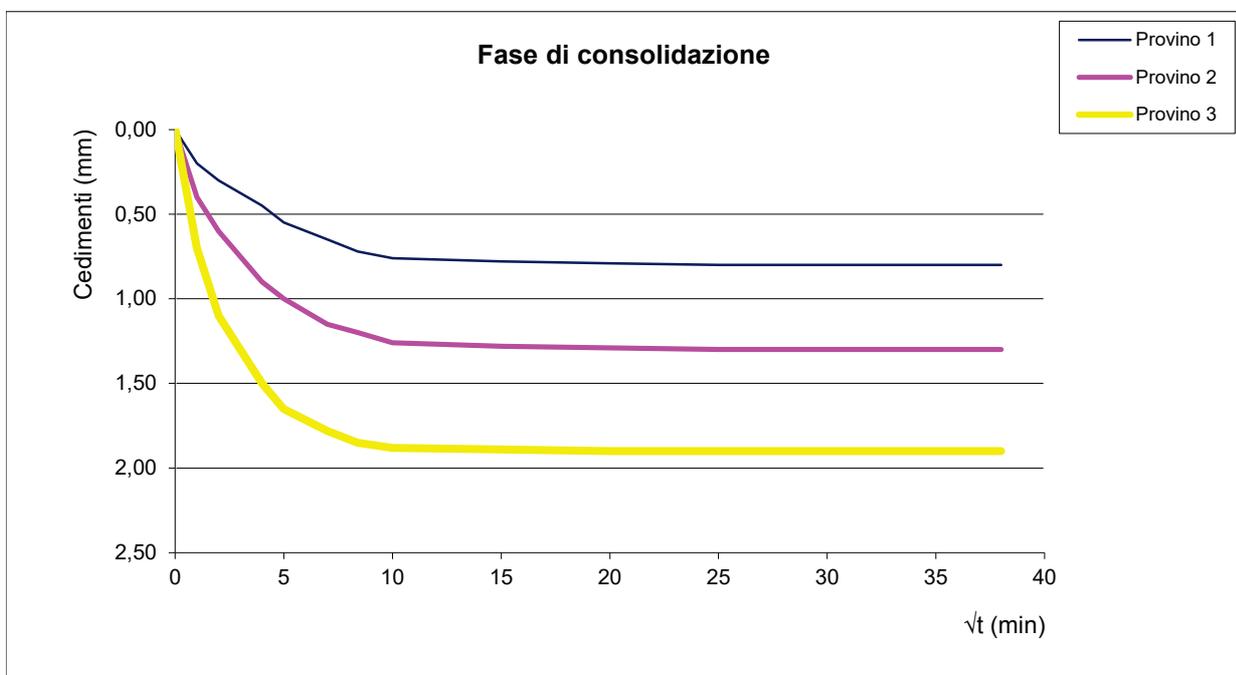
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)	9,00 - 9,50

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Altezza	H_0	20	20	20	mm
Lato	L	60	60	60	mm
Sezione	A	3600	3600	3600	mm ²

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Contenuto in acqua	W_0	18,85	18,72	18,87	%
Massa volumica umida	ρ	2,084	2,094	2,092	g/cm ³
Massa volumica secca	ρ_d	1,753	1,764	1,760	g/cm ³
Indice dei vuoti	e_0	0,532	0,523	0,527	
Grado di saturazione	Sr_0	95	96	96	%
Massa vol. dei grani (determinato)	ρ_s	2,687	2,687	2,687	g/cm ³

METODO DI PREPARAZIONE DEI PROVINI		MODALITA' DI PROVA		
Ricompattati	NO	Numero cicli andata e ritorno	6	
Parz. ricostituiti	NO	Tensione normale provino n. 1	100	KPa
Indisturbati	SI	Tensione normale provino n. 2	200	KPa
		Tensione normale provino n. 3	300	KPa



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



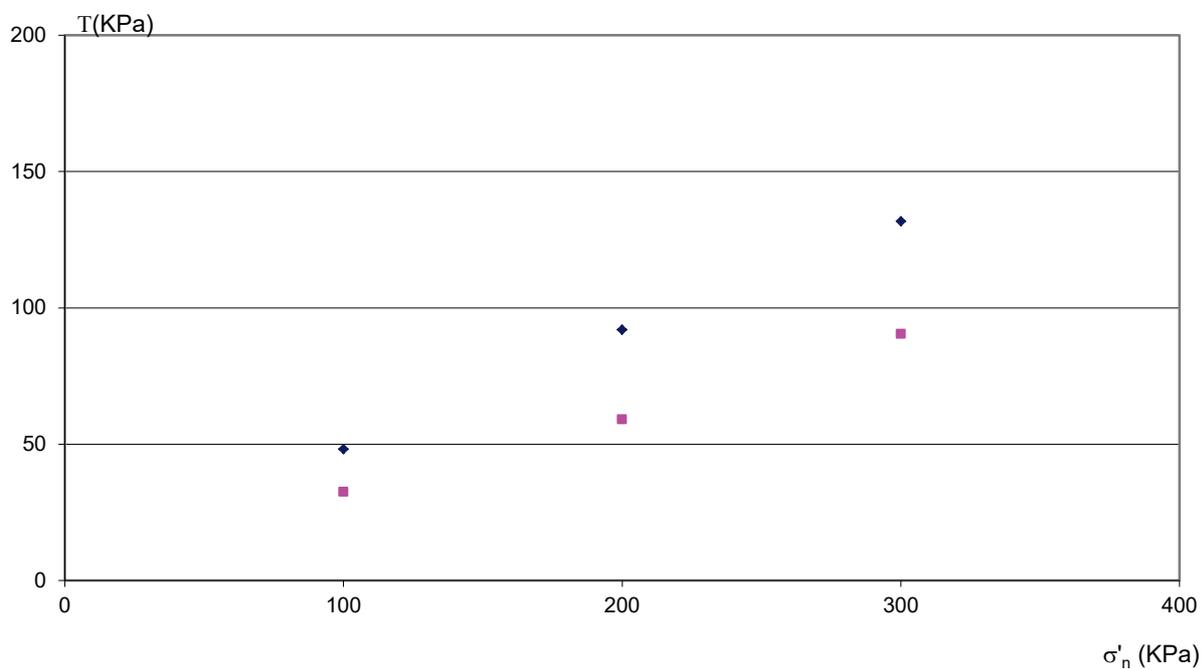
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON MISURA DELLA RESISTENZA RESIDUA

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5129/22 del 19/09/22 (foglio 5 di 5)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)	9,00 - 9,50



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



PROVA TRIASSIALE UU

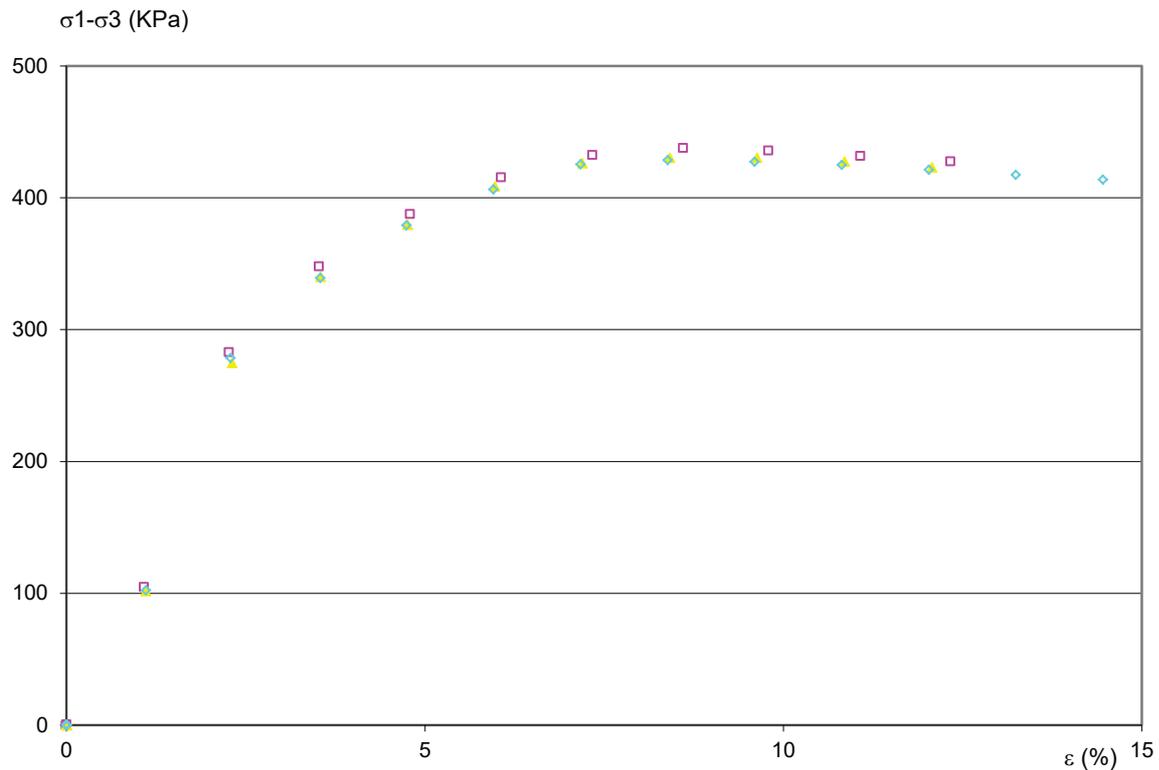
Norme di riferimento ASTM D 2850-03

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5130/22 del 19/09/22 (foglio 4 di 4)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	Librizzi (ME)		
Sondaggio	1	Campione	2
		Profondità	9,00 - 9,50

Curve sforzi - deformazioni



Provino	□	▲	◇
Pressione di contenimento laterale (KPa)	100	200	300
Back Pressure (KPa)	-	-	-
Deformazione percentuale (%)	8,60	9,64	8,39
Sforzo deviatorico massimo (KPa)	437,68	430,18	428,45
Velocità di deformazione (mm/min)	1	1	1

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA

Norme di riferimento ASTM D 2216-10

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5131/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità (mt)	3,50 - 4,00

Descrizione visiva del campione

Limo con argilla e sabbia di colore marrone scuro, poco plastico, consistente (P= 4,00 Kg/cm²)

Prove eseguite

Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Penetrazione CBR	
Limiti liquido e plastico	<input checked="" type="checkbox"/>	ELL	
Limite di ritiro		Taglio diretto	<input checked="" type="checkbox"/>
Analisi granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio residuo	<input checked="" type="checkbox"/>
Areometria	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale UU	<input checked="" type="checkbox"/>
Peso specifico	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CU	
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CD	
Calcimetria		Prova edometrica	
Contenuto sostanze organiche		Prova di permeabilità	
Compattazione Proctor		Prova di rigonfiamento	

w	Contenuto in acqua	18,46	%
---	--------------------	-------	---

*Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti*



*Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi*



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 854-06

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5132/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	Librizzi (ME)		
Sondaggio	2	Campione	1
		Profondità (mt)	3,50 - 4,00

m_0	Massa del picnometro	70,45	g
m_1	Massa del picnometro riempito con sola acqua alla temperatura T	207,03	g
m_2	Massa del picnometro e del campione secco	104,64	g
m_3	Massa del picnometro riempito con acqua e terreno alla temperatura T	228,44	g
m_4	Massa del campione secco	34,19	g
T	Temperatura misurata al centro del picnometro	20	°C
ρ_w	Densità dell'acqua distillata e disareata alla temperatura T	0,9982	Mg/m ³
ρ_s	Massa volumica dei granuli solidi	2,670	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 2974-87, BS 1377 - 90

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5133/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità (mt)	3,50 - 4,00

m	Massa del provino in condizioni di umidità naturale	82,01	g
V	Volume della fustella	40,00	cm ³
ρ	Massa volumica in condizioni di umidità naturale	2,050	Mg/m ³
w	Contenuto in acqua	18,46	%
ρ_d	Massa volumica secca	1,731	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Norme di riferimento ASTM D 4318 - 10

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5134/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

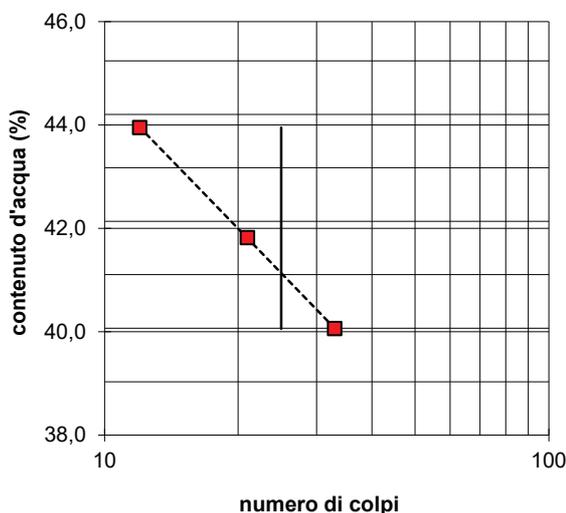
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	Librizzi (ME)		
Sondaggio	2	Campione	1
		Profondità (m)	3,50 - 4,00

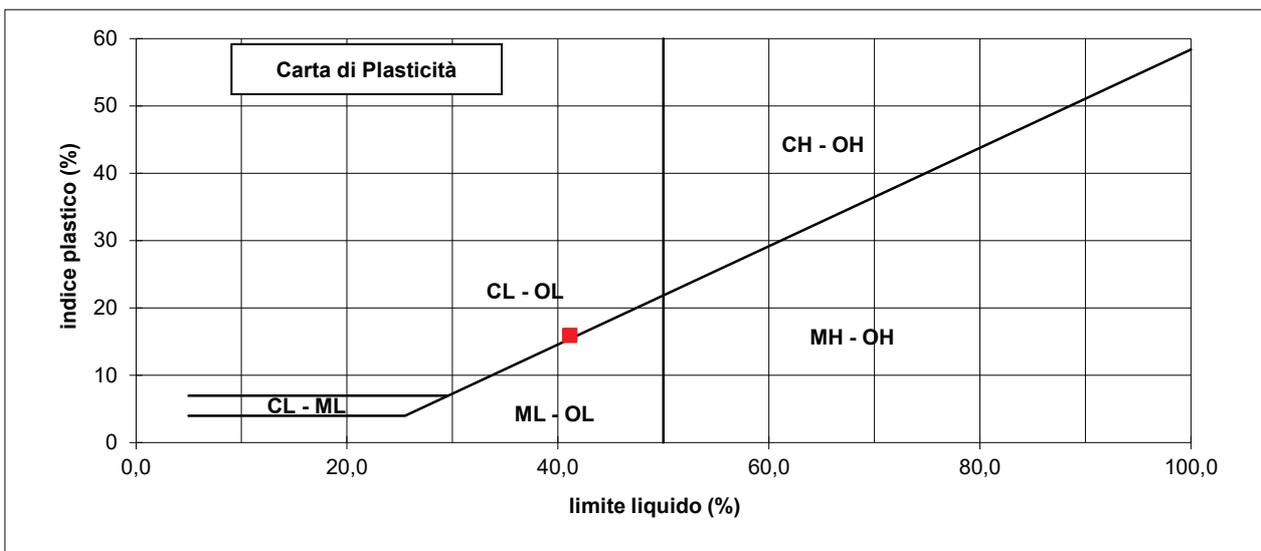
Limite Liquido	%	41,1		
Numero tara		A1	A2	A3
Numero dei colpi		33	21	12
P. umido + tara	g	35,15	28,63	26,73
P. secco + tara	g	26,93	22,29	20,70
Peso tara	g	6,41	7,13	6,98
Peso umido	g	28,74	21,50	19,75
Peso secco	g	20,52	15,16	13,72
Contenuto d'acqua	%	40,06	41,82	43,95

Limite Plastico	%	25,2		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	12,79	13,10	12,54
P. secco + tara	g	11,64	11,92	11,32
Peso tara	g	7,17	7,18	6,45
Peso umido	g	5,62	5,92	6,09
Peso secco	g	4,47	4,74	4,87
Contenuto d'acqua	%	25,73	24,89	25,05

Contenuto d'acqua	%	18,46		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	38,82	48,87	57,75
P. secco + tara	g	33,82	42,45	49,82
Peso tara	g	7,14	7,02	7,00
Peso umido	g	31,68	41,85	50,75
Peso secco	g	26,68	35,43	42,82
Contenuto d'acqua	%	18,74	18,12	18,52



Indice plastico	16
Consistenza	1,43
Liquidità	-0,43
Fluidità	8,86
Tenacità	1,80



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di riferimento ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93
V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5135/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità (mt)	3,50 - 4,00

Analisi con vagli

Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
3"	75,000				
2"	50,000				
1,5"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				
3/8"	9,500				
4	4,750	0,00	0,00	100,0	4,7500
10	2,000	10,90	5,45	94,6	2,0000
20	0,850	1,02	5,96	94,0	0,8500
40	0,425	8,03	9,98	90,0	0,4250
60	0,250	18,48	19,22	80,8	0,2500
140	0,106	22,55	30,49	69,5	0,1060
200	0,075	3,40	32,19	67,8	0,0750
	< 0,075	135,62	67,81	passante al 200	
Somma (g)		200,00			
Peso iniziale (g)		200,00			
Perdita (g)		0,00			

Analisi con densimetro

correzioni

dispersivo	Cd	-4,30
menisco	Cm	0,80
temperatura	intercetta	-3,50
temperatura	pendenza	0,25

caratteristiche fisiche

peso campione secco	g	40,00
massa volumica dei grani	g/cm ³	2,670

taratura densimetro

intercetta	16,317
pendenza	-0,274

Coefficiente di uniformità (D60/D10)	N.A.
--------------------------------------	------

Analisi con densimetro

Data	Ora	Tempo	Temperatura	Letture	Letture	Correzione temperatura	Diametro grani	Percentuale parziale	Somma
---	---	min	°C	R	R'		mm	%	%
7-set	9,00	1,30	18,00	24,75	25,55	1,00	0,03721	88,93	60,3
		2,00	18,00	24,25	25,05	1,00	0,03022	86,93	59,0
		3,00	18,00	23,75	24,55	1,00	0,02485	84,94	57,6
		5,00	18,00	23,15	23,95	1,00	0,01941	82,54	56,0
		10,00	18,00	22,50	23,3	1,00	0,01385	79,94	54,2
		15,00	18,00	22,00	22,8	1,00	0,01139	77,94	52,9
		30,00	18,00	21,00	21,8	1,00	0,00816	73,94	50,1
		45,00	18,00	20,25	21,05	1,00	0,00673	70,95	48,1
		60,00	18,00	19,50	20,3	1,00	0,00588	67,95	46,1
		90	18,00	18,50	19,3	1,00	0,00487	63,95	43,4
		120	18,00	18,00	18,8	1,00	0,00424	61,95	42,0
		240	18,00	16,75	17,55	1,00	0,00304	56,96	38,6
		420	18,00	15,75	16,55	1,00	0,00233	52,96	35,9
		600	18,00	15,00	15,8	1,00	0,00196	49,96	33,9
		1440	18,00	14,00	14,8	1,00	0,00128	45,97	31,2

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di rif. ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93 - V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5135/22 del 19/09/22 (foglio 2 di 2)

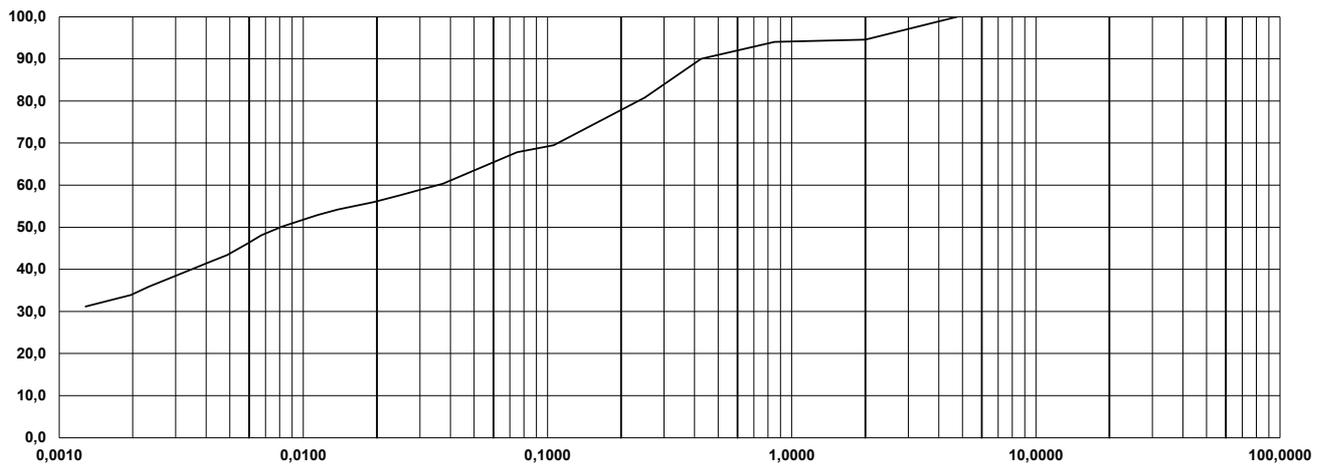


Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità (mt)	3,50 - 4,00

Argilla	Limo			Sabbia			Ghiaia			Ciottoli
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	

Diagramma



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti

Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi

All. 36

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON MISURA DELLA RESISTENZA RESIDUA

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5136/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 5)

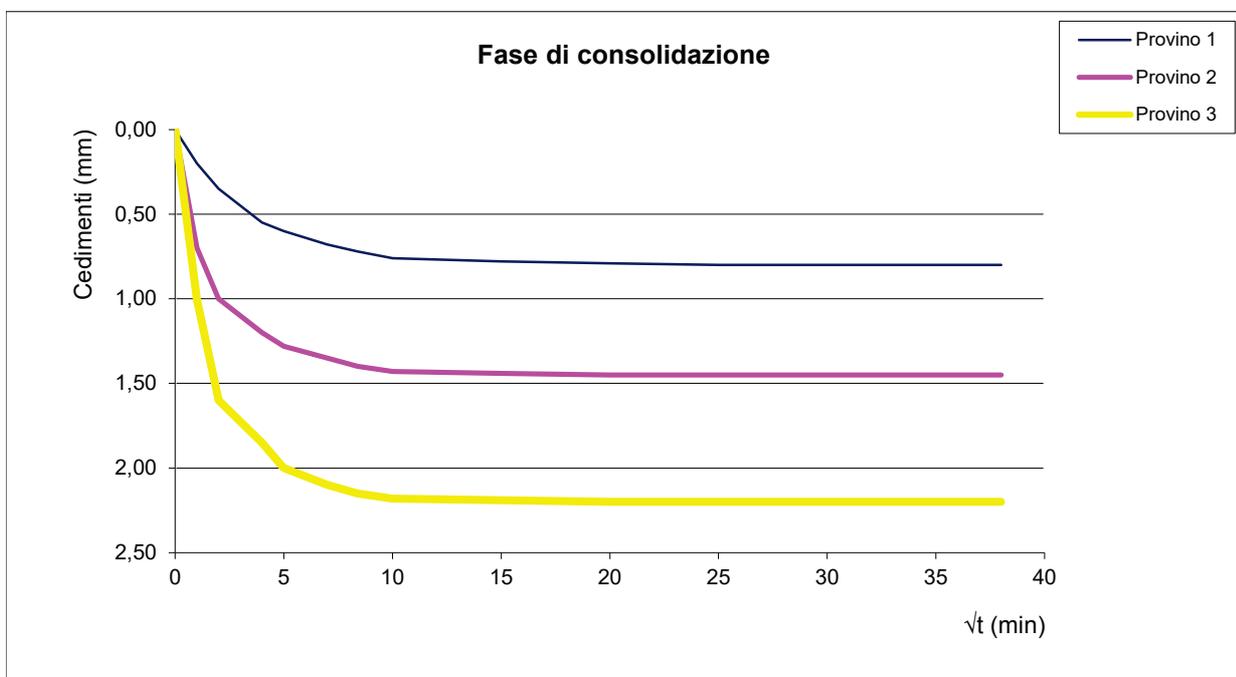
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità (mt)	3,50 - 4,00

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Altezza	H_0	20	20	20	mm
Lato	L	60	60	60	mm
Sezione	A	3600	3600	3600	mm ²

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Contenuto in acqua	W_0	18,59	18,40	18,36	%
Massa volumica umida	ρ	2,041	2,059	2,052	g/cm ³
Massa volumica secca	ρ_d	1,721	1,739	1,734	g/cm ³
Indice dei vuoti	e_0	0,551	0,535	0,540	
Grado di saturazione	Sr_0	90	92	91	%
Massa vol. dei grani (determinato)	ρ_s	2,670	2,670	2,670	g/cm ³

METODO DI PREPARAZIONE DEI PROVINI		MODALITA' DI PROVA		
Ricompattati	NO	Numero cicli andata e ritorno	6	
Parz. ricostituiti	NO	Tensione normale provino n. 1	100	KPa
Indisturbati	SI	Tensione normale provino n. 2	200	KPa
		Tensione normale provino n. 3	300	KPa



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



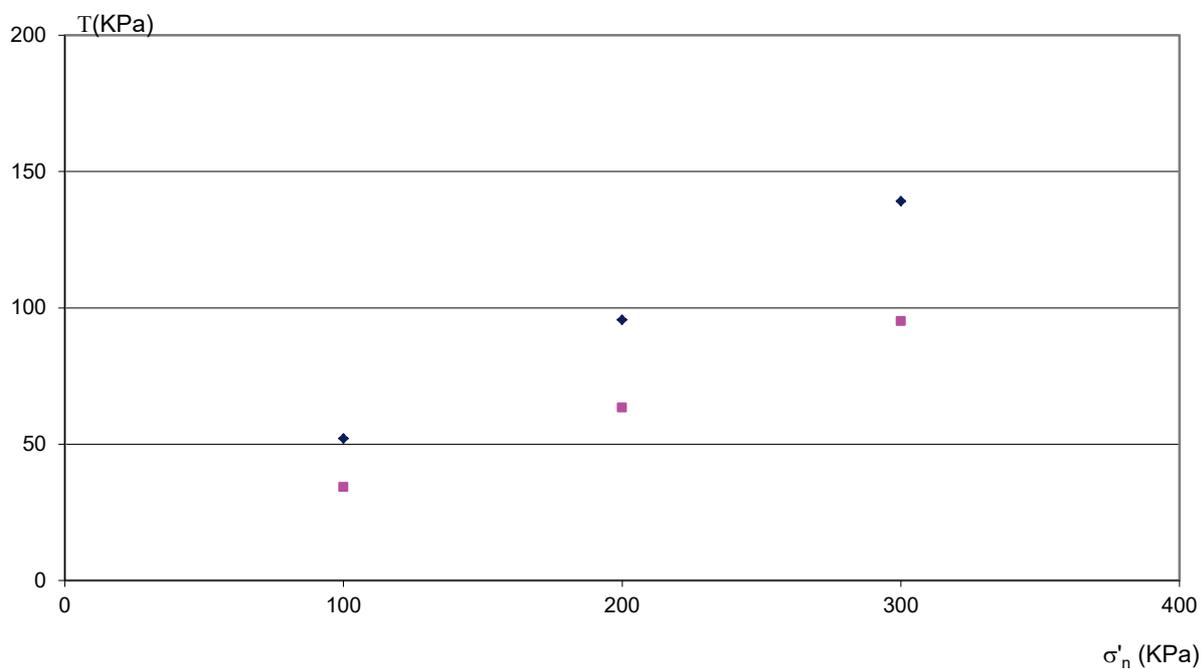
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON MISURA DELLA RESISTENZA RESIDUA

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5136/22 del 19/09/22 (foglio 5 di 5)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità (mt)	3,50 - 4,00



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



PROVA TRIASSIALE UU

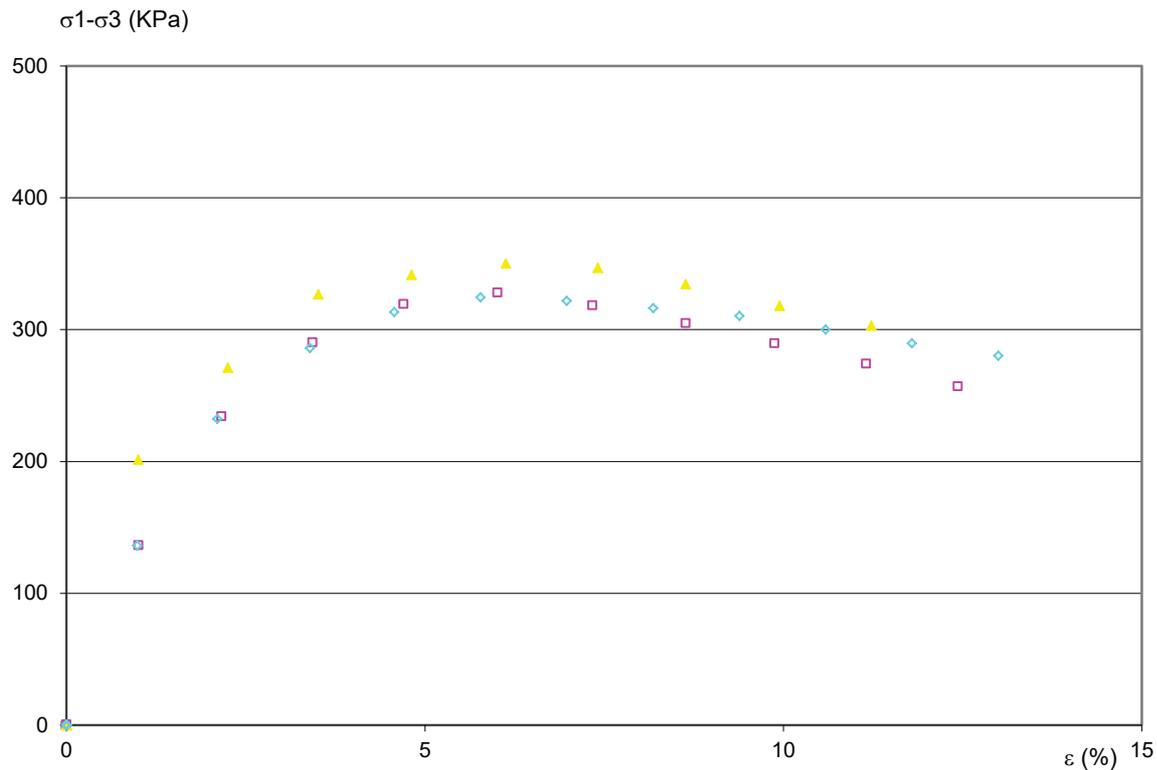
Norme di riferimento ASTM D 2850-03

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5137/22 del 19/09/22 (foglio 4 di 4)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	Librizzi (ME)		
Sondaggio	2	Campione	1
		Profondità	3,50 - 4,00

Curve sforzi - deformazioni



Provino	□	▲	◇
Pressione di contenimento laterale (KPa)	50	100	150
Back Pressure (KPa)	-	-	-
Deformazione percentuale (%)	6,01	6,13	5,78
Sforzo deviatorico massimo (KPa)	328,11	349,97	324,53
Velocità di deformazione (mm/min)	1	1	1

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA

Norme di riferimento ASTM D 2216-10

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5138/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità (mt)	5,50 - 5,80

Descrizione visiva del campione

Sabbia argilloso-ghiaiosa con limo verde-grigiastro, poco plastica, mediamente consistente ($P = 2,50 \text{ Kg/cm}^2$)

Prove eseguite

Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Penetrazione CBR	
Limiti liquido e plastico	<input checked="" type="checkbox"/>	ELL	
Limite di ritiro		Taglio diretto	<input checked="" type="checkbox"/>
Analisi granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio residuo	<input checked="" type="checkbox"/>
Areometria	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale UU	
Peso specifico	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CU	
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CD	
Calcimetria		Prova edometrica	
Contenuto sostanze organiche		Prova di permeabilità	
Compattazione Proctor		Prova di rigonfiamento	

w	Contenuto in acqua	14,58	%
---	--------------------	-------	---

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 854-06

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5139/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità (mt)	5,50 - 5,80

m_0	Massa del picnometro	70,12	g
m_1	Massa del picnometro riempito con sola acqua alla temperatura T	206,88	g
m_2	Massa del picnometro e del campione secco	104,26	g
m_3	Massa del picnometro riempito con acqua e terreno alla temperatura T	228,05	g
m_4	Massa del campione secco	34,14	g
T	Temperatura misurata al centro del picnometro	20	°C
ρ_w	Densità dell'acqua distillata e disareata alla temperatura T	0,9982	Mg/m ³
ρ_s	Massa volumica dei granuli solidi	2,627	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 2974-87, BS 1377 - 90

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5140/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità (mt)	5,50 - 5,80

m	Massa del provino in condizioni di umidità naturale	82,56	g
V	Volume della fustella	40,00	cm ³
ρ	Massa volumica in condizioni di umidità naturale	2,064	Mg/m ³
w	Contenuto in acqua	14,58	%
ρ_d	Massa volumica secca	1,801	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Norme di riferimento ASTM D 4318 - 10

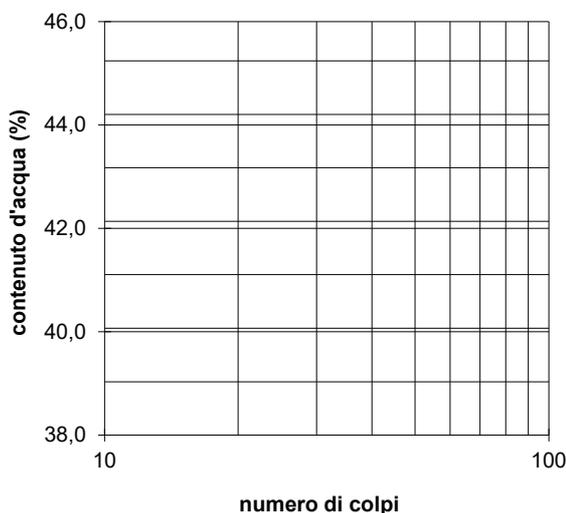
V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5141/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	Librizzi (ME)		
Sondaggio	3	Campione	1
		Profondità (m)	5,50 - 5,80

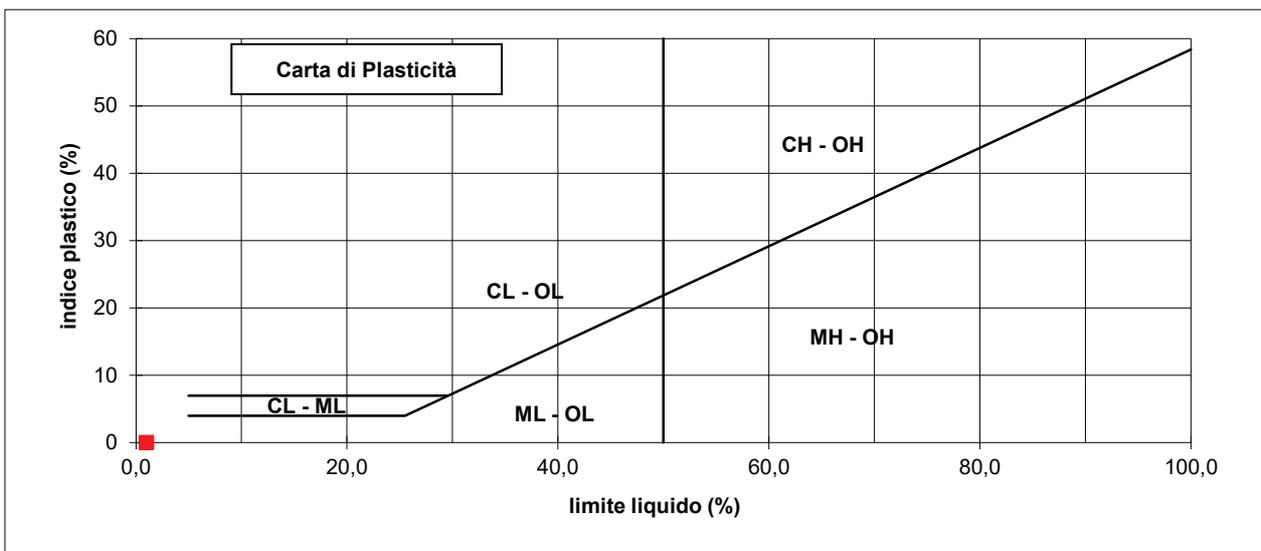
Limite Liquido	%	N.P.		
Numero tara		A1	A2	A3
Numero dei colpi		-	-	-
P. umido + tara	g	-	-	-
P. secco + tara	g	-	-	-
Peso tara	g	-	-	-
Peso umido	g	-	-	-
Peso secco	g	-	-	-
Contenuto d'acqua	%	-	-	-

Limite Plastico	%	N.P.		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	-	-	-
P. secco + tara	g	-	-	-
Peso tara	g	-	-	-
Peso umido	g	-	-	-
Peso secco	g	-	-	-
Contenuto d'acqua	%	-	-	-



Contenuto d'acqua	%	14,58		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	45,43	35,70	38,39
P. secco + tara	g	40,55	32,05	34,41
Peso tara	g	7,03	7,13	7,04
Peso umido	g	38,40	28,57	31,35
Peso secco	g	33,52	24,92	27,37
Contenuto d'acqua	%	14,56	14,65	14,54

Indice plastico	N.D.
Consistenza	N.D.
Liquidità	N.D.
Fluidità	N.D.
Tenacità	N.D.



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di riferimento ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93
V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5142/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità (mt)	5,50 - 5,80

Analisi con vagli

Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
3"	75,000				
2"	50,000				
1,5"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				
3/8"	9,500	0,00	0,00	100,0	9,5000
4	4,750	13,31	6,66	93,3	4,7500
10	2,000	6,86	10,09	89,9	2,0000
20	0,850	2,75	11,46	88,5	0,8500
40	0,425	1,12	12,02	88,0	0,4250
60	0,250	1,00	12,52	87,5	0,2500
140	0,106	58,53	41,79	58,2	0,1060
200	0,075	34,42	59,00	41,0	0,0750
	< 0,075	82,01	41,01	passante al 200	
Somma (g)		200,00			
Peso iniziale (g)		200,00			
Perdita (g)		0,00			

Analisi con densimetro

correzioni

dispersivo	Cd	-4,30
menisco	Cm	0,80
temperatura	intercetta	-3,50
temperatura	pendenza	0,25

caratteristiche fisiche

peso campione secco	g	40,00
massa volumica dei grani	g/cm ³	2,627

taratura densimetro

intercetta	16,317
pendenza	-0,274

Coefficiente di uniformità (D60/D10)	65
--------------------------------------	----

Analisi con densimetro

Data	Ora	Tempo	Temperatura	Letture	Letture	Correzione temperatura	Diametro grani	Percentuale parziale	Somma
---	---	min	°C	R	R'		mm	%	%
7-set	9,00	1,30	18,00	19,00	19,8	1,00	0,04076	66,60	27,3
		2,00	18,00	18,25	19,05	1,00	0,03317	63,58	26,1
		3,00	18,00	17,25	18,05	1,00	0,02741	59,54	24,4
		5,00	18,00	16,50	17,3	1,00	0,02143	56,51	23,2
		10,00	18,00	15,25	16,05	1,00	0,01537	51,47	21,1
		15,00	18,00	15,00	15,8	1,00	0,01259	50,46	20,7
		30,00	18,00	14,00	14,8	1,00	0,00900	46,42	19,0
		45,00	18,00	13,50	14,3	1,00	0,00739	44,40	18,2
		60,00	18,00	13,00	13,8	1,00	0,00644	42,38	17,4
		90	18,00	12,50	13,3	1,00	0,00528	40,37	16,6
		120	18,00	12,00	12,8	1,00	0,00460	38,35	15,7
		240	18,00	11,00	11,8	1,00	0,00329	34,31	14,1
		420	18,00	10,00	10,8	1,00	0,00251	30,27	12,4
		600	18,00	9,00	9,8	1,00	0,00212	26,24	10,8
		1440	18,00	8,00	8,8	1,00	0,00138	22,20	9,1

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di rif. ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93 - V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5142/22 del 19/09/22 (foglio 2 di 2)

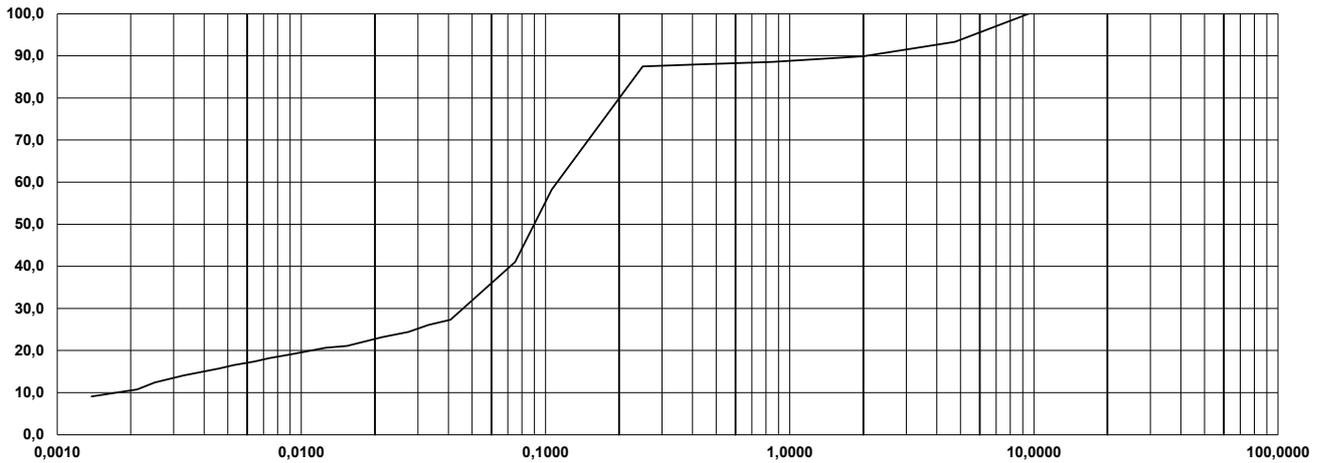


Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità (mt)	5,50 - 5,80

Argilla	Limo			Sabbia			Ghiaia			Ciottoli
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	

Diagramma



*Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti*

*Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi*

All. 5/1

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON MISURA DELLA RESISTENZA RESIDUA

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5143/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 5)

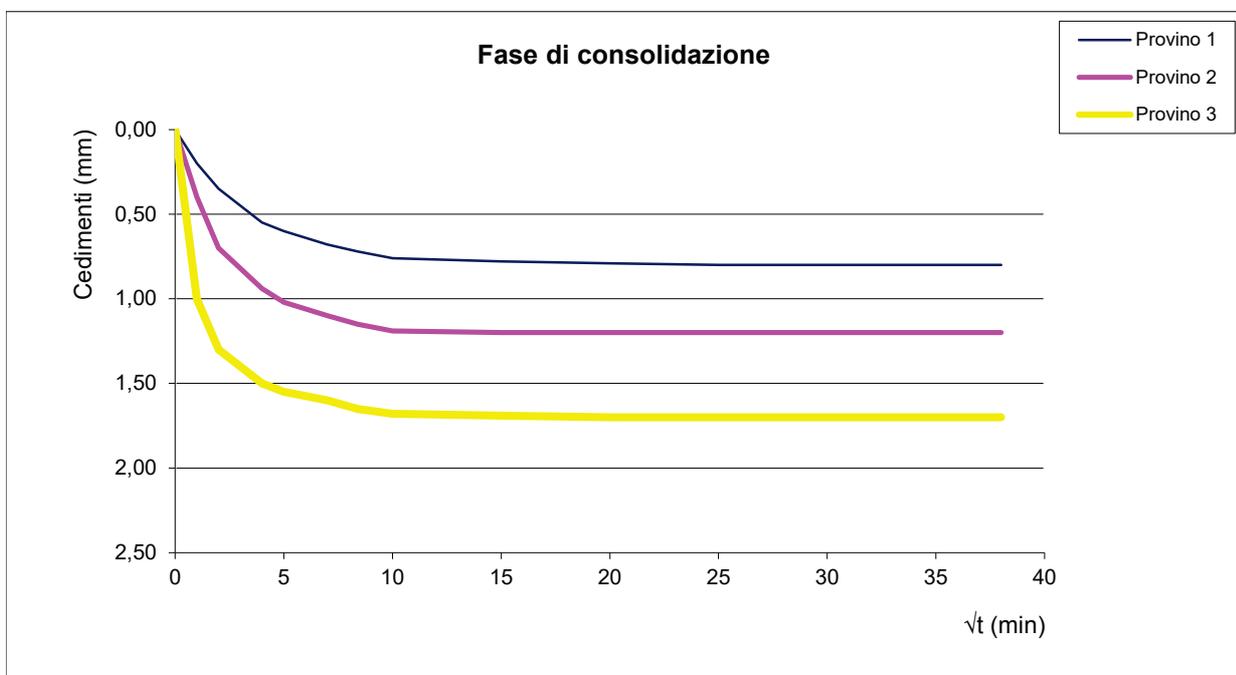
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità (mt)	5,50 - 5,80

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Altezza	H_0	20	20	20	mm
Lato	L	60	60	60	mm
Sezione	A	3600	3600	3600	mm ²

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Contenuto in acqua	W_0	14,72	14,35	14,52	%
Massa volumica umida	ρ	2,059	2,071	2,068	g/cm ³
Massa volumica secca	ρ_d	1,795	1,811	1,806	g/cm ³
Indice dei vuoti	e_0	0,464	0,450	0,455	
Grado di saturazione	Sr_0	83	84	84	%
Massa vol. dei grani (determinato)	ρ_s	2,627	2,627	2,627	g/cm ³

METODO DI PREPARAZIONE DEI PROVINI		MODALITA' DI PROVA		
Ricompattati	NO	Numero cicli andata e ritorno	6	
Parz. ricostituiti	NO	Tensione normale provino n. 1	100	KPa
Indisturbati	SI	Tensione normale provino n. 2	200	KPa
		Tensione normale provino n. 3	300	KPa



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



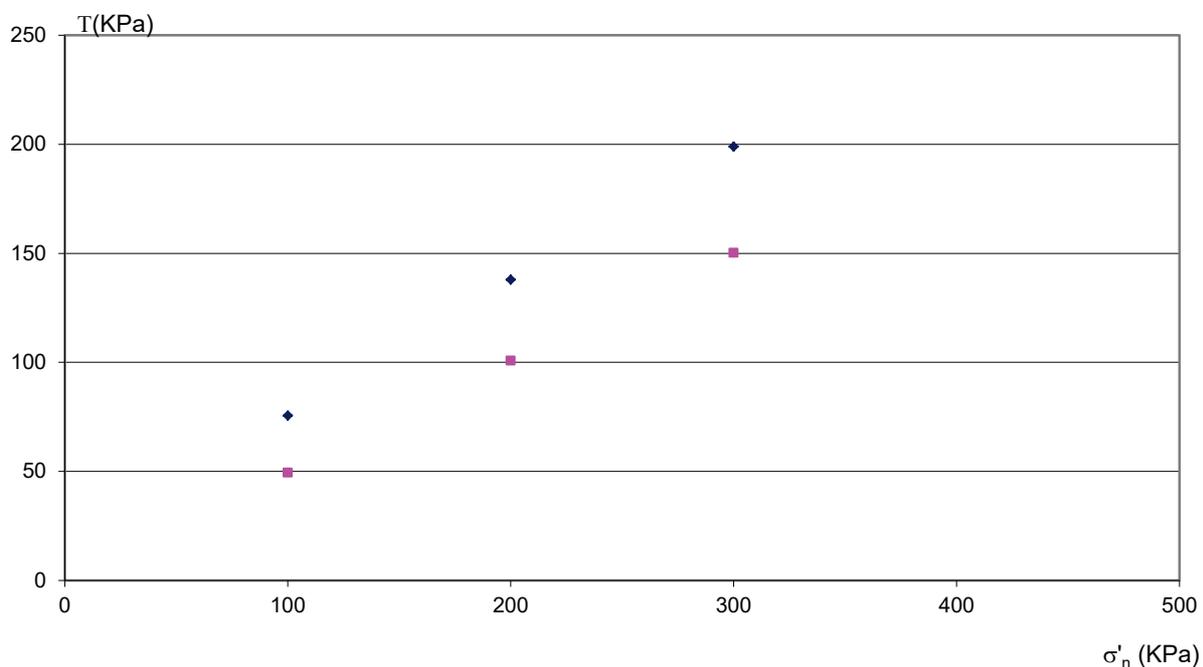
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON MISURA DELLA RESISTENZA RESIDUA

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5143/22 del 19/09/22 (foglio 5 di 5)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità (mt)	5,50 - 5,80



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA

Norme di riferimento ASTM D 2216-10

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5144/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità (mt)	12,00 - 12,50

Descrizione visiva del campione

Argilla debolmente sabbiosa con limo, verde-grigiastra, poco plastica, molto consistente (P= 4,50 Kg/cm²)

Prove eseguite

Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Penetrazione CBR	<input type="checkbox"/>
Limiti liquido e plastico	<input checked="" type="checkbox"/>	ELL	<input type="checkbox"/>
Limite di ritiro	<input type="checkbox"/>	Taglio diretto	<input checked="" type="checkbox"/>
Analisi granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio residuo	<input checked="" type="checkbox"/>
Areometria	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale UU	<input checked="" type="checkbox"/>
Peso specifico	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CU	<input type="checkbox"/>
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CD	<input type="checkbox"/>
Calcimetria	<input type="checkbox"/>	Prova edometrica	<input type="checkbox"/>
Contenuto sostanze organiche	<input type="checkbox"/>	Prova di permeabilità	<input type="checkbox"/>
Compattazione Proctor	<input type="checkbox"/>	Prova di rigonfiamento	<input type="checkbox"/>

w	Contenuto in acqua	11,47	%
---	--------------------	-------	---

*Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti*



*Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi*



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 854-06

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5145/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità (mt)	12,00 - 12,50

m_0	Massa del picnometro	69,58	g
m_1	Massa del picnometro riempito con sola acqua alla temperatura T	206,53	g
m_2	Massa del picnometro e del campione secco	103,98	g
m_3	Massa del picnometro riempito con acqua e terreno alla temperatura T	227,97	g
m_4	Massa del campione secco	34,40	g
T	Temperatura misurata al centro del picnometro	20	°C
ρ_w	Densità dell'acqua distillata e disareata alla temperatura T	0,9982	Mg/m ³
ρ_s	Massa volumica dei granuli solidi	2,650	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 2974-87, BS 1377 - 90

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5146/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità (mt)	12,00 - 12,50

m	Massa del provino in condizioni di umidità naturale	86,43	g
V	Volume della fustella	40,00	cm ³
ρ	Massa volumica in condizioni di umidità naturale	2,161	Mg/m ³
w	Contenuto in acqua	11,47	%
ρ_d	Massa volumica secca	1,938	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Norme di riferimento ASTM D 4318 - 10

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5147/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

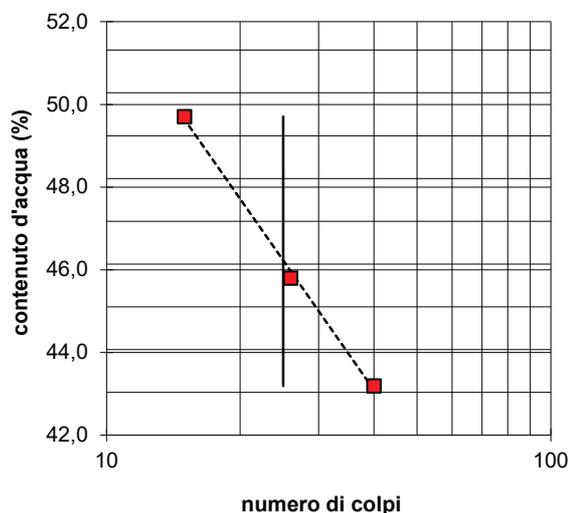
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	Librizzi (ME)		
Sondaggio	3	Campione	2
		Profondità (m)	12,00 - 12,50

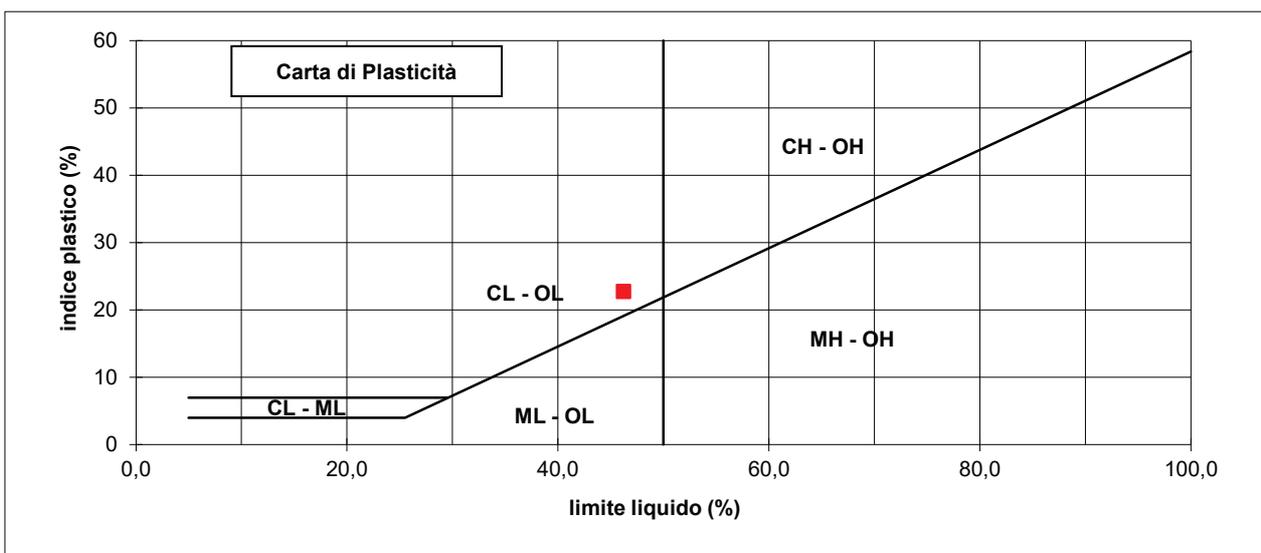
Limite Liquido	%	46,2		
Numero tara		A1	A2	A3
Numero dei colpi		40	26	15
P. umido + tara	g	28,05	28,42	27,06
P. secco + tara	g	21,71	21,51	20,38
Peso tara	g	7,03	6,42	6,94
Peso umido	g	21,02	22,00	20,12
Peso secco	g	14,68	15,09	13,44
Contenuto d'acqua	%	43,19	45,79	49,70

Limite Plastico	%	23,5		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	16,37	15,23	16,09
P. secco + tara	g	14,61	13,68	14,26
Peso tara	g	7,12	7,05	6,52
Peso umido	g	9,25	8,18	9,57
Peso secco	g	7,49	6,63	7,74
Contenuto d'acqua	%	23,50	23,38	23,64

Contenuto d'acqua	%	11,47		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	36,32	38,23	35,90
P. secco + tara	g	33,29	34,98	32,92
Peso tara	g	6,58	6,59	7,28
Peso umido	g	29,74	31,64	28,62
Peso secco	g	26,71	28,39	25,64
Contenuto d'acqua	%	11,34	11,45	11,62



Indice plastico	23
Consistenza	1,53
Liquidità	-0,53
Fluidità	15,34
Tenacità	1,48



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di riferimento ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93
V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5148/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità (mt)	12,00 - 12,50

Analisi con vagli

Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
3"	75,000				
2"	50,000				
1,5"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				
3/8"	9,500	0,00	0,00	100,0	9,5000
4	4,750	1,26	0,63	99,4	4,7500
10	2,000	2,07	1,67	98,3	2,0000
20	0,850	1,40	2,37	97,6	0,8500
40	0,425	2,15	3,44	96,6	0,4250
60	0,250	3,31	5,10	94,9	0,2500
140	0,106	5,88	8,04	92,0	0,1060
200	0,075	1,69	8,88	91,1	0,0750
	< 0,075	182,24	91,12	passante al 200	
Somma (g)		200,00			
Peso iniziale (g)		200,00			
Perdita (g)		0,00			

Analisi con densimetro

correzioni

dispersivo	Cd	-4,30
menisco	Cm	0,80
temperatura	intercetta	-3,50
temperatura	pendenza	0,25

caratteristiche fisiche

peso campione secco	g	40,00
massa volumica dei grani	g/cm ³	2,650

taratura densimetro

intercetta	16,317
pendenza	-0,274

Coefficiente di uniformità (D60/D10)	N.A.
--------------------------------------	------

Analisi con densimetro

Data	Ora	Tempo	Temperatura	Letture	Letture	Correzione temperatura	Diametro grani	Percentuale parziale	Somma
---	---	min	°C	R	R'		mm	%	%
7-set	9,00	1,30	18,00	25,00	25,8	1,00	0,03729	90,34	82,3
		2,00	18,00	24,50	25,3	1,00	0,03029	88,33	80,5
		3,00	18,00	24,15	24,95	1,00	0,02486	86,93	79,2
		5,00	18,00	23,75	24,55	1,00	0,01936	85,32	77,7
		10,00	18,00	23,15	23,95	1,00	0,01381	82,91	75,6
		15,00	18,00	22,75	23,55	1,00	0,01134	81,31	74,1
		30,00	18,00	22,15	22,95	1,00	0,00808	78,90	71,9
		45,00	18,00	21,75	22,55	1,00	0,00664	77,29	70,4
		60,00	18,00	21,50	22,3	1,00	0,00577	76,29	69,5
		90	18,00	21,00	21,8	1,00	0,00474	74,28	67,7
		120	18,00	20,50	21,3	1,00	0,00413	72,27	65,9
		240	18,00	19,75	20,55	1,00	0,00295	69,26	63,1
		420	18,00	19,00	19,8	1,00	0,00225	66,25	60,4
		600	18,00	18,00	18,8	1,00	0,00191	62,23	56,7
		1440	18,00	17,00	17,8	1,00	0,00125	58,22	53,0

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di rif. ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93 - V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5148/22 del 19/09/22 (foglio 2 di 2)

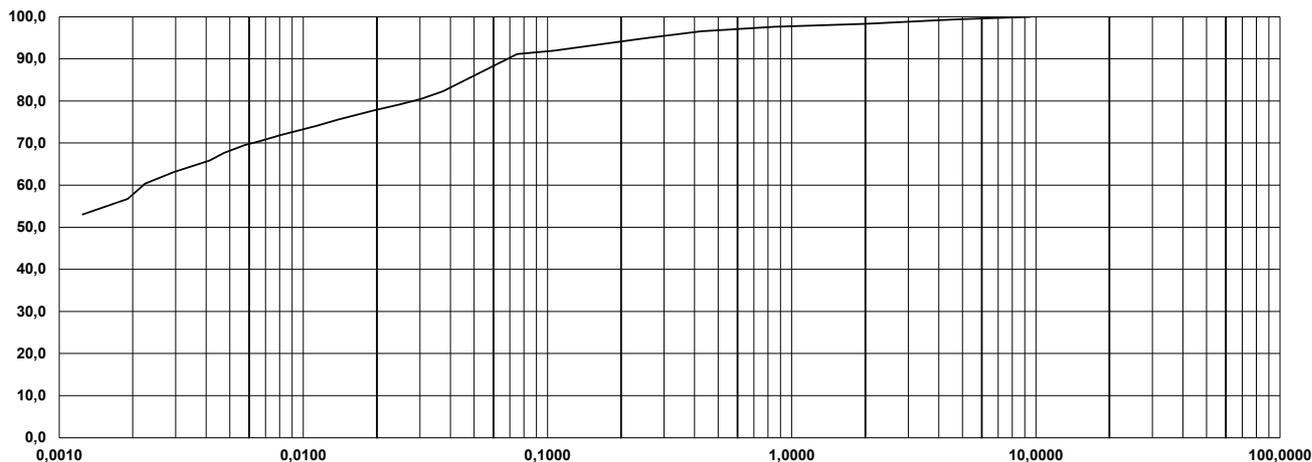


Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità (mt)	12,00 - 12,50

Argilla	Limo			Sabbia			Ghiaia			Ciottoli
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	

Diagramma



*Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti*

*Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi*

All. 62

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON MISURA DELLA RESISTENZA RESIDUA

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5149/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 5)

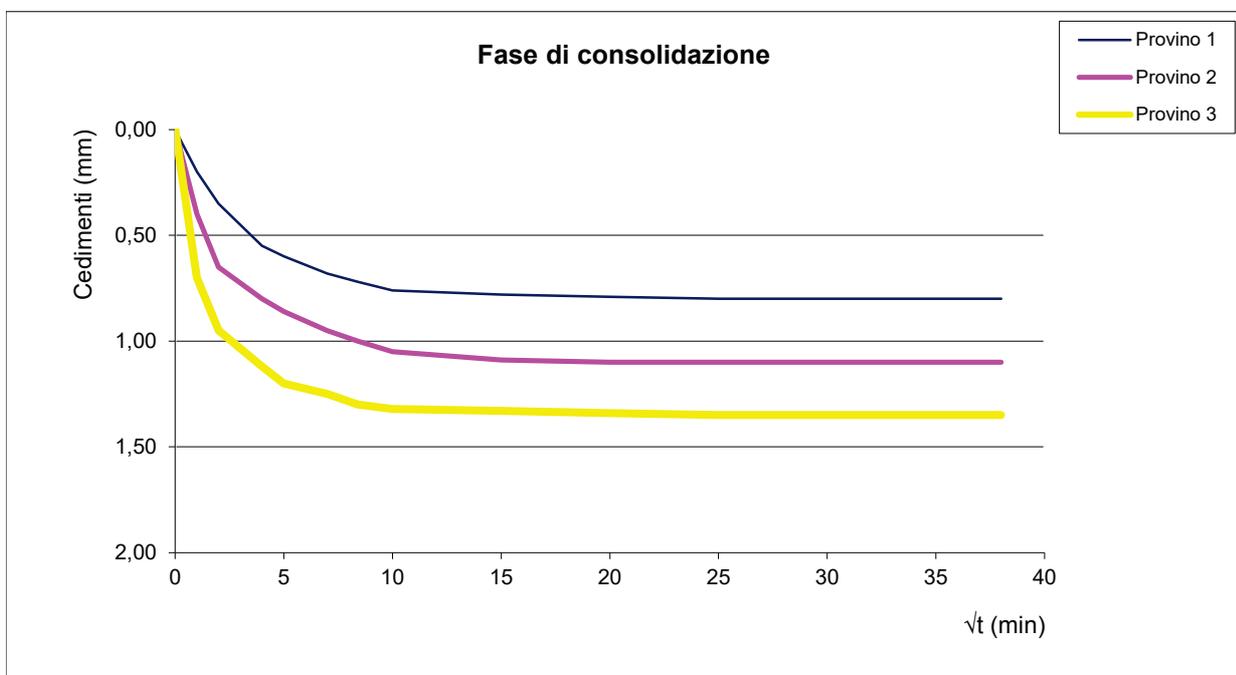
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità (mt)	12,00 - 12,50

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Altezza	H_0	20	20	20	mm
Lato	L	60	60	60	mm
Sezione	A	3600	3600	3600	mm ²

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Contenuto in acqua	W_0	11,52	11,38	11,45	%
Massa volumica umida	ρ	2,154	2,162	2,167	g/cm ³
Massa volumica secca	ρ_d	1,931	1,941	1,944	g/cm ³
Indice dei vuoti	e_0	0,372	0,365	0,363	
Grado di saturazione	Sr_0	82	83	84	%
Massa vol. dei grani (determinato)	ρ_s	2,650	2,650	2,650	g/cm ³

METODO DI PREPARAZIONE DEI PROVINI		MODALITA' DI PROVA		
Ricompattati	NO	Numero cicli andata e ritorno	6	
Parz. ricostituiti	NO	Tensione normale provino n. 1	100	KPa
Indisturbati	SI	Tensione normale provino n. 2	200	KPa
		Tensione normale provino n. 3	300	KPa



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



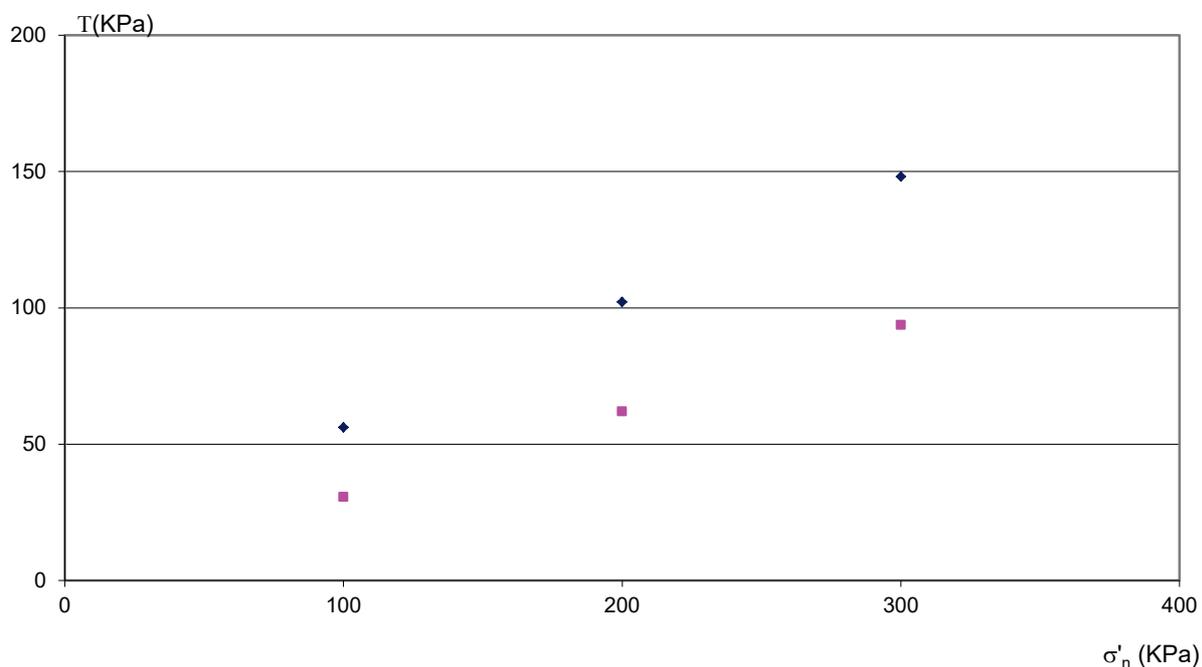
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON MISURA DELLA RESISTENZA RESIDUA

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5149/22 del 19/09/22 (foglio 5 di 5)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità (mt)	12,00 - 12,50



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



PROVA TRIASSIALE UU

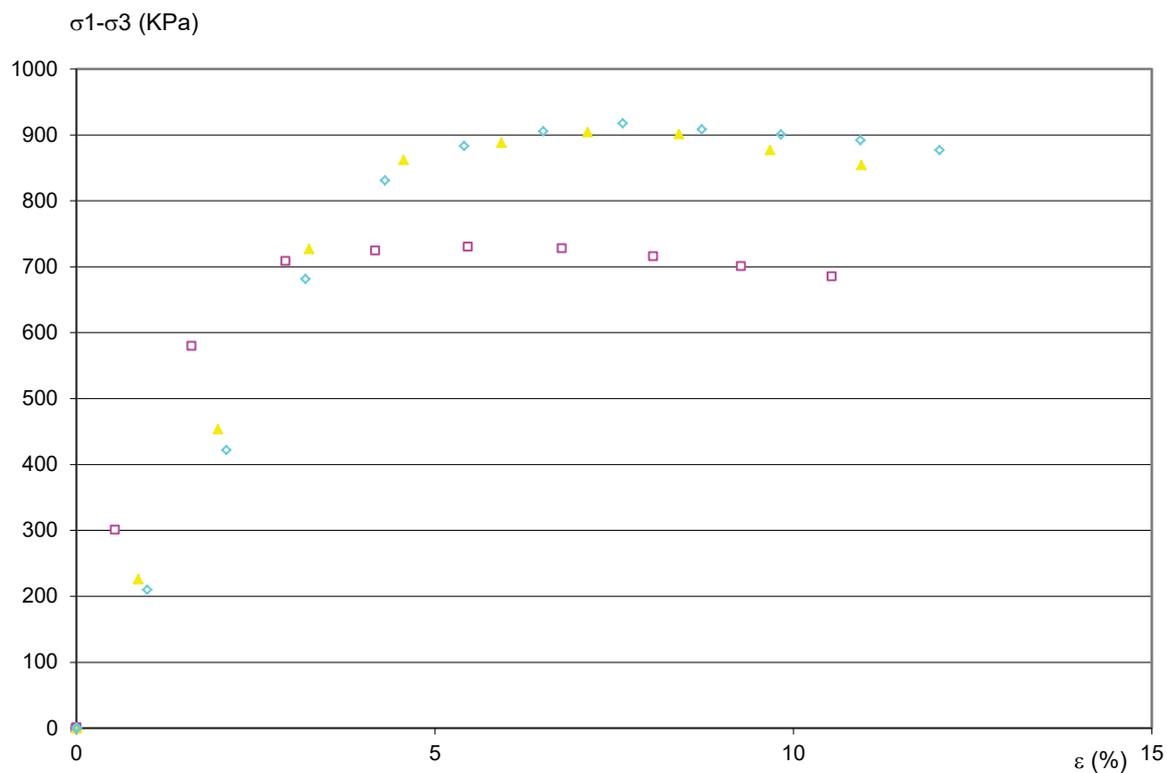
Norme di riferimento ASTM D 2850-03

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5150/22 del 19/09/22 (foglio 4 di 4)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	Librizzi (ME)		
Sondaggio	3	Campione	2
		Profondità	12,00 - 12,50

Curve sforzi - deformazioni



Provino	□	▲	◇
Pressione di contenimento laterale (KPa)	150	250	350
Back Pressure (KPa)	-	-	-
Deformazione percentuale (%)	5,46	7,13	7,62
Sforzo deviatorico massimo (KPa)	730,13	903,69	917,70
Velocità di deformazione (mm/min)	1	1	1

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA

Norme di riferimento ASTM D 2216-10

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5151/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	4	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50

Descrizione visiva del campione

Argilla sabbiosa con limo, di colore marrone, poco plastica, molto consistente (P= 4,00 Kg/cm²)

Prove eseguite

Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Penetrazione CBR	
Limiti liquido e plastico	<input checked="" type="checkbox"/>	ELL	
Limite di ritiro		Taglio diretto	<input checked="" type="checkbox"/>
Analisi granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio residuo	<input checked="" type="checkbox"/>
Areometria	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale UU	<input checked="" type="checkbox"/>
Peso specifico	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CU	
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CD	
Calcimetria		Prova edometrica	
Contenuto sostanze organiche		Prova di permeabilità	
Compattazione Proctor		Prova di rigonfiamento	

w	Contenuto in acqua	17,99	%
---	--------------------	-------	---

*Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti*



*Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi*



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 854-06

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5152/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	4	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50

m_0	Massa del picnometro	70,24	g
m_1	Massa del picnometro riempito con sola acqua alla temperatura T	206,82	g
m_2	Massa del picnometro e del campione secco	104,26	g
m_3	Massa del picnometro riempito con acqua e terreno alla temperatura T	228,05	g
m_4	Massa del campione secco	34,02	g
T	Temperatura misurata al centro del picnometro	20	°C
ρ_w	Densità dell'acqua distillata e disareata alla temperatura T	0,9982	Mg/m ³
ρ_s	Massa volumica dei granuli solidi	2,655	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 2974-87, BS 1377 - 90

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5153/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	4	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50

m	Massa del provino in condizioni di umidità naturale	80,43	g
V	Volume della fustella	40,00	cm ³
ρ	Massa volumica in condizioni di umidità naturale	2,011	Mg/m ³
w	Contenuto in acqua	17,99	%
ρ_d	Massa volumica secca	1,704	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Norme di riferimento ASTM D 4318 - 10

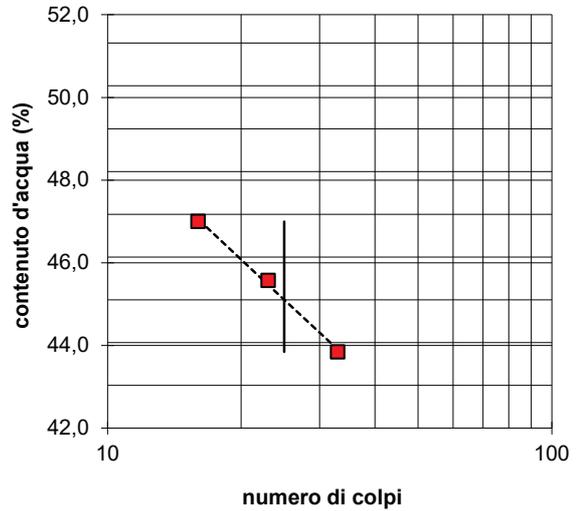
V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5154/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	Librizzi (ME)		
Sondaggio	4	Campione	1
		Profondità (m)	4,00 - 4,50

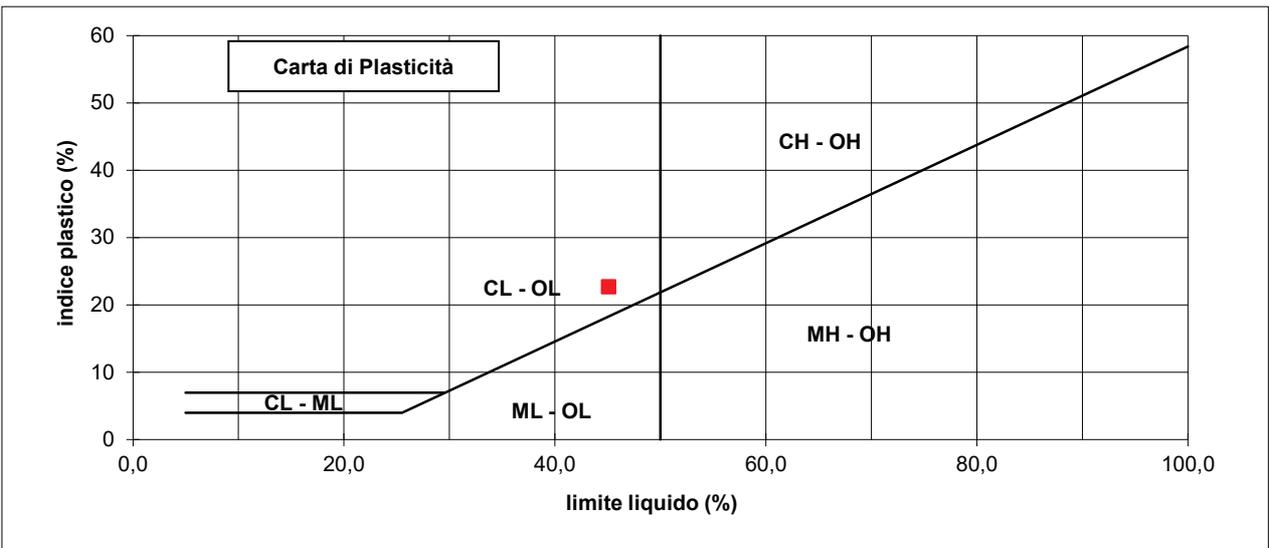
Limite Liquido	%	45,1		
Numero tara		A1	A2	A3
Numero dei colpi		33	23	16
P. umido + tara	g	26,75	23,71	29,02
P. secco + tara	g	20,73	18,51	21,98
Peso tara	g	7,00	7,10	7,00
Peso umido	g	19,75	16,61	22,02
Peso secco	g	13,73	11,41	14,98
Contenuto d'acqua	%	43,85	45,57	47,00

Limite Plastico	%	22,4		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	15,92	16,02	16,15
P. secco + tara	g	14,22	14,27	14,33
Peso tara	g	6,54	6,42	6,38
Peso umido	g	9,38	9,60	9,77
Peso secco	g	7,68	7,85	7,95
Contenuto d'acqua	%	22,14	22,29	22,89



Contenuto d'acqua	%	17,99		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	39,08	33,79	29,33
P. secco + tara	g	34,35	29,71	25,73
Peso tara	g	7,10	7,01	6,40
Peso umido	g	31,98	26,78	22,93
Peso secco	g	27,25	22,70	19,33
Contenuto d'acqua	%	17,36	17,97	18,62

Indice plastico	23
Consistenza	1,20
Liquidità	-0,20
Fluidità	10,02
Tenacità	2,26



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di riferimento ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93
V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5155/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	4	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50

Analisi con vagli

Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
3"	75,000				
2"	50,000				
1,5"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				
3/8"	9,500				
4	4,750	0,00	0,00	100,0	4,7500
10	2,000	0,67	0,34	99,7	2,0000
20	0,850	0,91	0,79	99,2	0,8500
40	0,425	10,28	5,93	94,1	0,4250
60	0,250	12,62	12,24	87,8	0,2500
140	0,106	16,00	20,24	79,8	0,1060
200	0,075	1,94	21,21	78,8	0,0750
	< 0,075	157,58	78,79	passante al 200	
Somma (g)		200,00			
Peso iniziale (g)		200,00			
Perdita (g)		0,00			

Analisi con densimetro

correzioni

dispersivo	Cd	-4,30
menisco	Cm	0,80
temperatura	intercetta	-3,50
temperatura	pendenza	0,25

caratteristiche fisiche

peso campione secco	g	40,00
massa volumica dei grani	g/cm ³	2,655

taratura densimetro

intercetta	16,317
pendenza	-0,274

Coefficiente di uniformità (D60/D10)	N.A.
--------------------------------------	------

Analisi con densimetro

Data	Ora	Tempo	Temperatura	Letture	Letture	Correzione temperatura	Diametro grani	Percentuale parziale	Somma
---	---	min	°C	R	R'		mm	%	%
7-set	9,00	1,30	18,00	26,25	27,05	1,00	0,03654	95,25	75,0
		2,00	18,00	26,00	26,8	1,00	0,02957	94,25	74,3
		3,00	18,00	25,75	26,55	1,00	0,02424	93,25	73,5
		5,00	18,00	25,50	26,3	1,00	0,01885	92,24	72,7
		10,00	18,00	25,00	25,8	1,00	0,01343	90,24	71,1
		15,00	18,00	24,75	25,55	1,00	0,01100	89,24	70,3
		30,00	18,00	24,00	24,8	1,00	0,00787	86,23	67,9
		45,00	18,00	23,50	24,3	1,00	0,00647	84,22	66,4
		60,00	18,00	23,00	23,8	1,00	0,00564	82,22	64,8
		90	18,00	22,25	23,05	1,00	0,00465	79,21	62,4
		120	18,00	21,50	22,3	1,00	0,00407	76,20	60,0
		240	18,00	20,25	21,05	1,00	0,00293	71,19	56,1
		420	18,00	19,50	20,3	1,00	0,00223	68,18	53,7
		600	18,00	19,00	19,8	1,00	0,00188	66,17	52,1
		1440	18,00	18,25	19,05	1,00	0,00123	63,17	49,8

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di rif. ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93 - V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5155/22 del 19/09/22 (foglio 2 di 2)

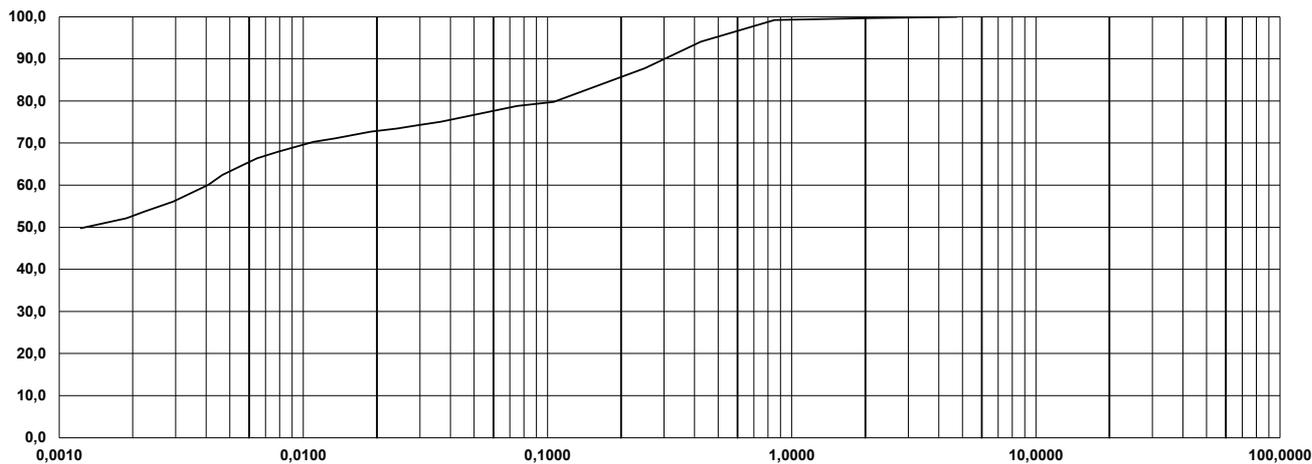


Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	4	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50

Argilla	Limo			Sabbia			Ghiaia			Ciottoli
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	

Diagramma



*Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti*

*Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi*

All. 77

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON MISURA DELLA RESISTENZA RESIDUA

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5156/22 del 19/09/22 (foglio 1 di 5)

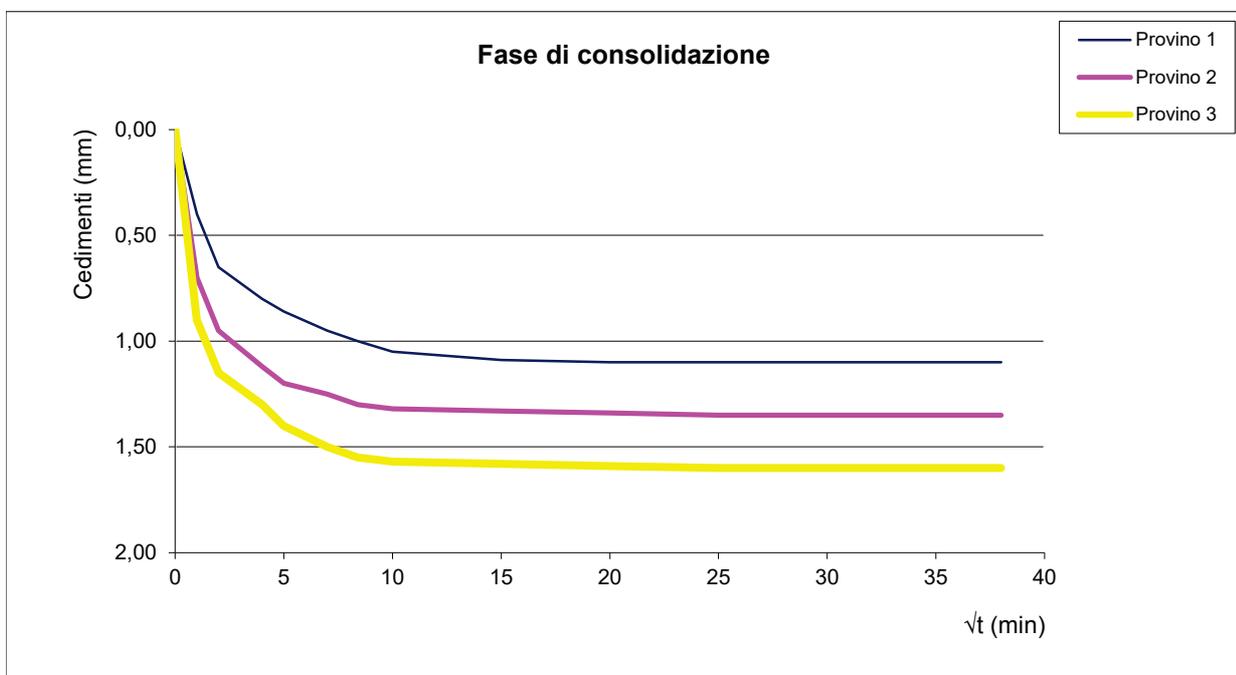
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	4	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Altezza	H_0	20	20	20	mm
Lato	L	60	60	60	mm
Sezione	A	3600	3600	3600	mm ²

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Contenuto in acqua	W_0	18,32	17,55	17,86	%
Massa volumica umida	ρ	1,999	2,031	2,008	g/cm ³
Massa volumica secca	ρ_d	1,689	1,728	1,704	g/cm ³
Indice dei vuoti	e_0	0,571	0,537	0,558	
Grado di saturazione	Sr_0	85	87	85	%
Massa vol. dei grani (determinato)	ρ_s	2,655	2,655	2,655	g/cm ³

METODO DI PREPARAZIONE DEI PROVINI		MODALITA' DI PROVA		
Ricompattati	NO	Numero cicli andata e ritorno	6	
Parz. ricostituiti	NO	Tensione normale provino n. 1	100	KPa
Indisturbati	SI	Tensione normale provino n. 2	200	KPa
		Tensione normale provino n. 3	300	KPa



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



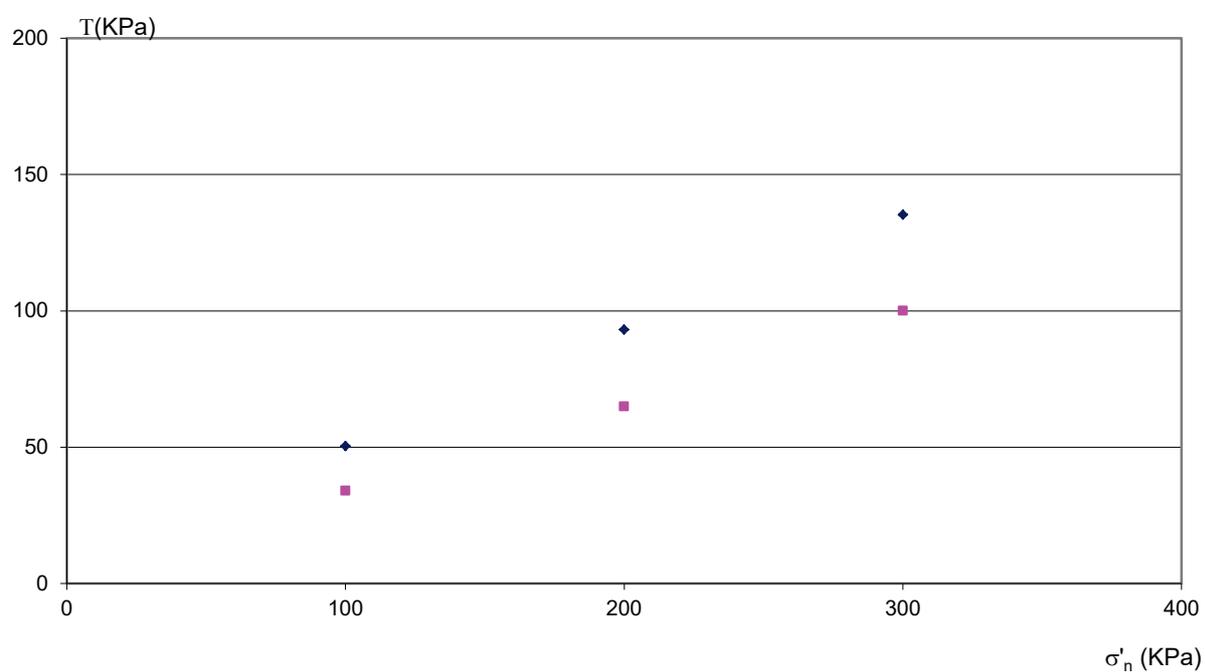
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON MISURA DELLA RESISTENZA RESIDUA

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5156/22 del 19/09/22 (foglio 5 di 5)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	Librizzi (ME)				
Sondaggio	4	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



PROVA TRIASSIALE UU

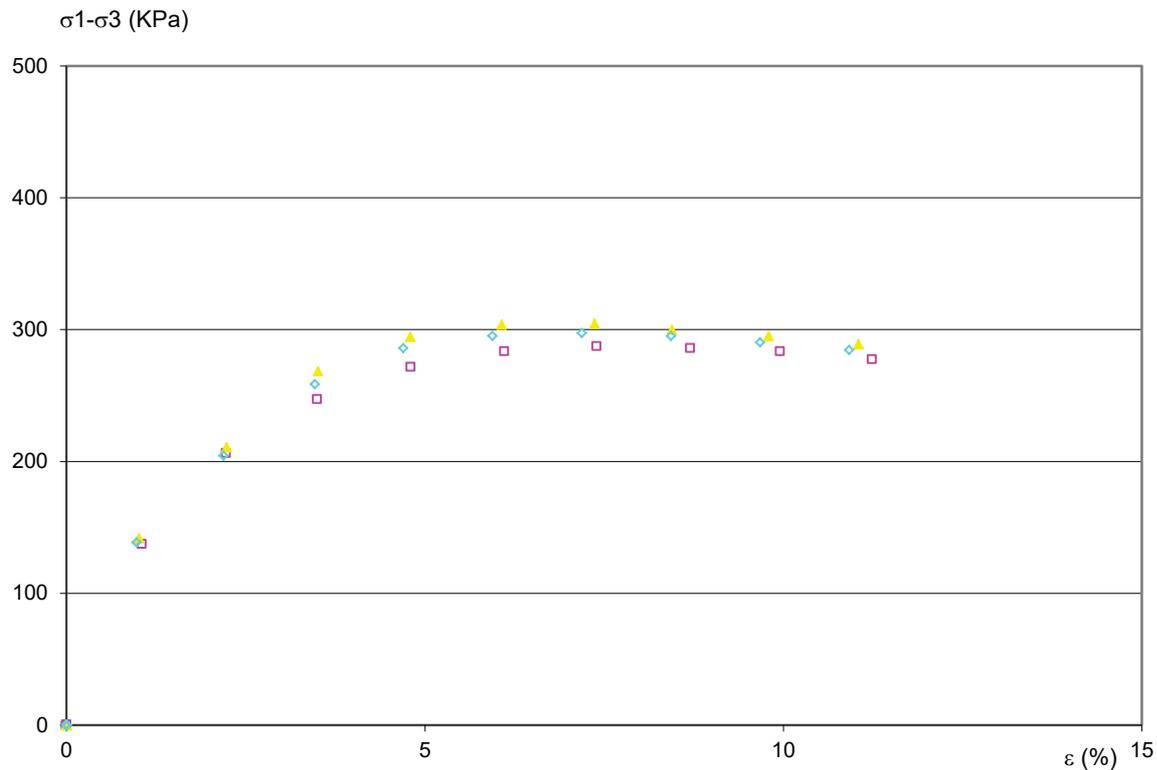
Norme di riferimento ASTM D 2850-03

V. A. 59/22 del 02/09/22 - Certificato n° 5157/22 del 19/09/22 (foglio 4 di 4)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	Librizzi (ME)		
Sondaggio	4	Campione	1
		Profondità	4,00 - 4,50

Curve sforzi - deformazioni



Provino	□	▲	◇
Pressione di contenimento laterale (KPa)	50	100	150
Back Pressure (KPa)	-	-	-
Deformazione percentuale (%)	7,40	7,37	7,19
Sforzo deviatorico massimo (KPa)	287,33	304,34	297,39
Velocità di deformazione (mm/min)	1	1	1

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi

