

# REGIONE SICILIA

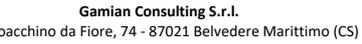
## PROVINCIA DI PALERMO

### COMUNE DI MONREALE

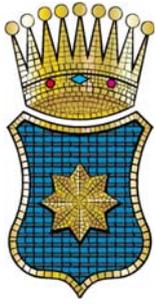
## PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO - FOTOVOLTAICO

REALIZZAZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO PER  
LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE  
FOTOVOLTAICA E PER LA PRODUZIONE AGRICOLA  
DELLA POTENZA DI 37,25 MWp E DELLE RELATIVE  
OPERE CONNESSE E DI CONNESSIONE ALLA RETE

DESCRIZIONE ELABORATO RELAZIONE GEOLOGICA	Livello Progetto <b>PD</b>		Codice Elaborato <b>RS06REL0009A0</b>
	Scala	Formato stampa	Codice Progetto <b>ITA10129</b>

PROGETTAZIONE e SVILUPPO	Proponente:
 <p><b>MR WIND S.r.l.</b> Via Alessandro Manzoni n.31 - 84091 Battipaglia (SA)</p>  <p><b>Gamian Consulting S.r.l.</b> Via Gioacchino da Fiore, 74 - 87021 Belvedere Marittimo (CS)</p>	 <p><b>Vespera Development 14 S.r.l.</b> Via Armando Diaz n.74/A - 74023 Grottaglie (TA)</p>
 <p><b>TECNICO</b> Ing. Gaetano Voccia</p>	

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	VERIFICATO
00		-----		
01				
02				
03				



# MONREALE

PROVINCIA DI PALERMO



## **RELAZIONE GEOLOGICA-TECNICA E DI MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO**

L. 02/02/74 n° 64, D.M. 11/03/88 e D.M. 16/01/96  
(Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018))

## **PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 37,00 MWp, E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

### **CONTIENE:**

SONDAGGI DPSH  
PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.  
PROVE DI LABORATORIO CERTIFICATE  
MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

### **COMMITTENTE:**

Gamian Consulting Srl  
MR Wind Srl

### **INDIRIZZO:**

Località "CONTRADA FRISELLA"



**APR 2023**

**IL GEOLOGO**  
**Dr. TULLIO CICCARONE**



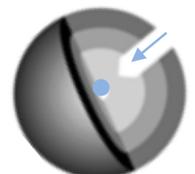
STUDIO DI GEOLOGIA



**STUDIO DI GEOLOGIA**

**Dr. Geol. Tullio Ciccarone**

Cell. 339 3872688 P.IVA. 04664850650 - e-mail: tulliociccarone@gmail.com



## Sommario

1.0	PREMESSA.....	1
2.0	INQUADRAMENTO E UBICAZIONE TOPOGRAFICA DEL PROGETTO.....	1
3.0	CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO.....	4
4.0	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	7
5.0	INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE.....	13
6.0	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	15
7.0	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	18
8.0	VINCOLO IDROGEOLOGICO R. D. n°3267 del 30/12/1923.....	18
9.0	RISCHIO IDROGEOLOGICO (P.A.I.).....	18
10.0	PROGRAMMA INDAGINI E PROVE PROGRAMMATE.....	23
11.0	CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI.....	24
12.0	MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO.....	25
13.0	TABELLE RIASSUNTIVE DELLE ANALISI DI LABORATORIO.....	26
14.0	MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO.....	27
14.1	RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	28
14.2	RISPOSTA SISMICA DI PROGETTO.....	31
14.3	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....	32
14.4	CATEGORIA SISMICA DI SUOLO.....	35
14.5	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA RIFERITA AL CONTESTO DELL'INTERVENTO.....	37
14.6	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO DI PROGETTO.....	39
15.0	CONCLUSIONI.....	43

## ALLEGATI

## 1.0 PREMESSA

Il sottoscritto **dr. Geol. Tullio Ciccarone**, iscritto all'Albo dei Geologi della Regione Campania al n.1863, a seguito dell'incarico conferitomi dalle società "**GAMIAN CONSULTING Srl**" e "**MR WIND Srl**", ha redatto una relazione geologica, idrogeologica e di modellazione sismica su un'area dove è prevista la progettazione di un impianto agro-fotovoltaico della potenza di 37,00 MWp , da realizzarsi in località "Contrada Frisella" del territorio comunale di Monreale (PA).

Scopo del presente studio è stato quello di inquadrare l'area in esame nell'ambito del contesto geomorfologico ed idrogeologico generale, fornire le caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dalla realizzazione dell'opera, determinare i parametri che condizionano la stabilità del complesso terreno-fondazione e *verificare che il progetto in esame sia compatibile con i principali processi morfologici e idrogeologici dell'area e con i vincoli imposti dal piano stralcio per l'assetto idrogeologico elaborato dall'ADB Sicilia.*

A tal scopo è stato eseguito uno studio specifico dedicato alla caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni di fondazione, ai sensi della NTC 2008 (D.M. 17/01/2018), attraverso indagini effettuate in sito.

## 2.0 INQUADRAMENTO E UBICAZIONE TOPOGRAFICA DEL PROGETTO

Il sito dell'impianto agro-fotovoltaico in parola ricade nella porzione del territorio comunale Monreale in Provincia di Palermo (fig.1) a circa 530 m.s.l.m. ed a circa 10 Km direzione nord-ovest dal centro abitato di San Cipirello (fig.2). Monreale conta 38.187 abitanti e all'interno della "Conca d'Oro" ad un'altitudine di circa 310 metri sul livello del mare, ai piedi del Monte Caputo (765 metri). Il suo territorio risulta essere in prevalenza collinare, di vastissima estensione, tanto da essere l'area comunale in provincia di Palermo col più elevato numero di frazioni. I terreni agricoli vengono prevalentemente scelti da tali opere poiché la loro installazione permette di continuare le colture agricole o l'allevamento e che prevedono un ruolo per gli agricoltori, che vanno ad integrare il reddito aziendale e a prevenire l'abbandono o dismissione dell'attività produttiva.

L'area di progetto è posta tra 480-530 m. s.l.m., con riferimento alla Cartografia Ufficiale dello Stato, rientra nell'ambito della tavola topografica IGM N°258 "CORLEONE", in scala 1:50.000 e nella Carta Geologica d'Italia (Progetto CARG) N°249 "CORLEONE" in scala 1:100.000.

Di seguito le coordinate geografiche relative alla posizione baricentrica dell'impianto fotovoltaico in questione:

Lat./ Long. [WGS84]

37.905696, 13.279798

Lat./ Long. [ED50]

37,90676, 13,280655

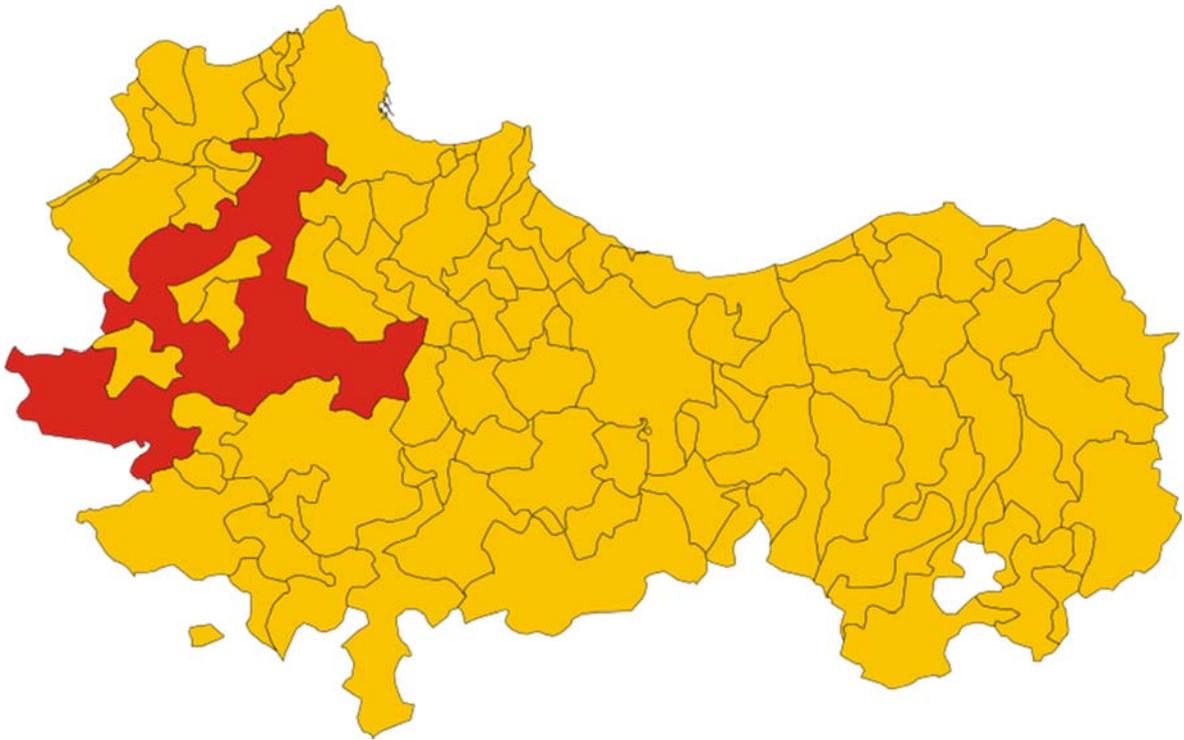


Fig.1 Comune di Monreale nella Provincia di Palermo

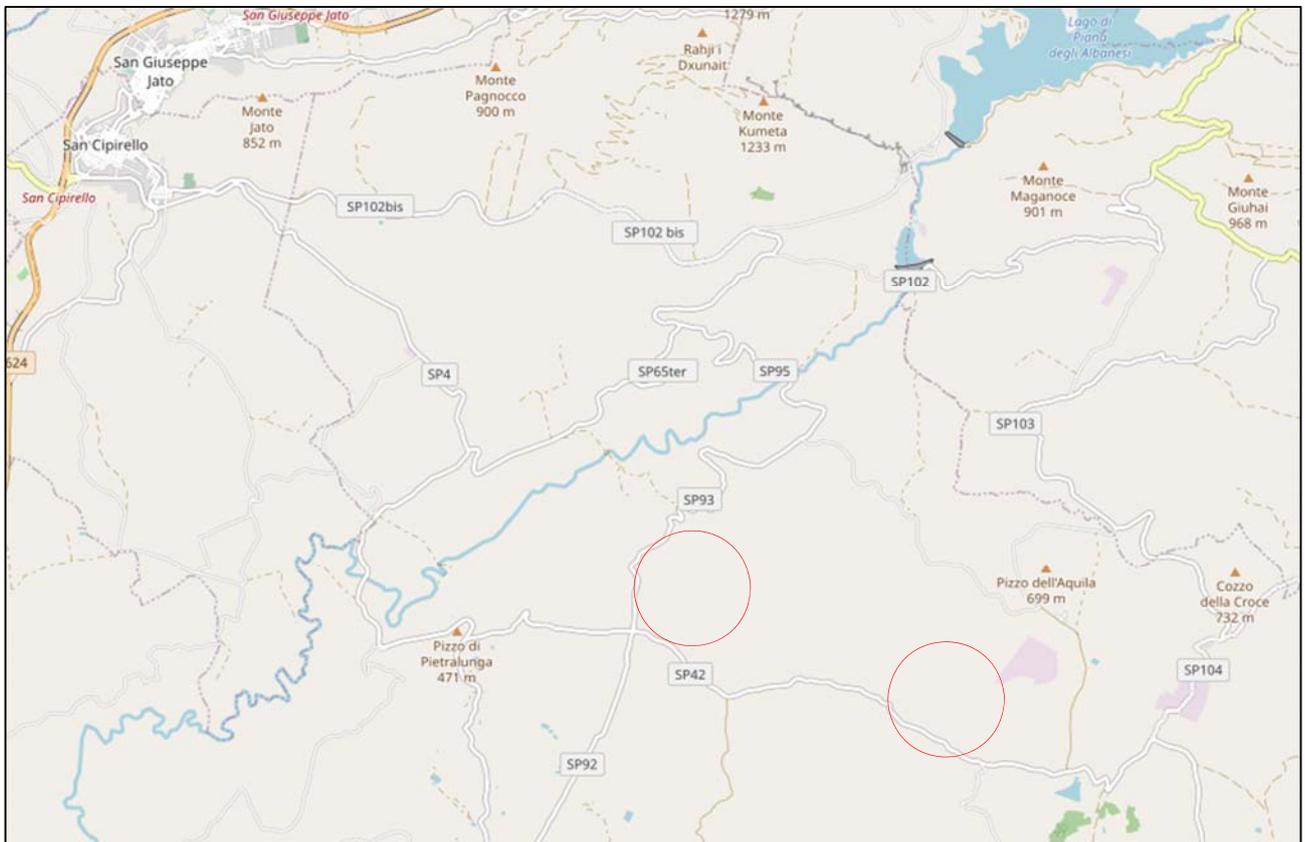


Fig.2 - Inquadramento territoriale vasto (Open Street Map)

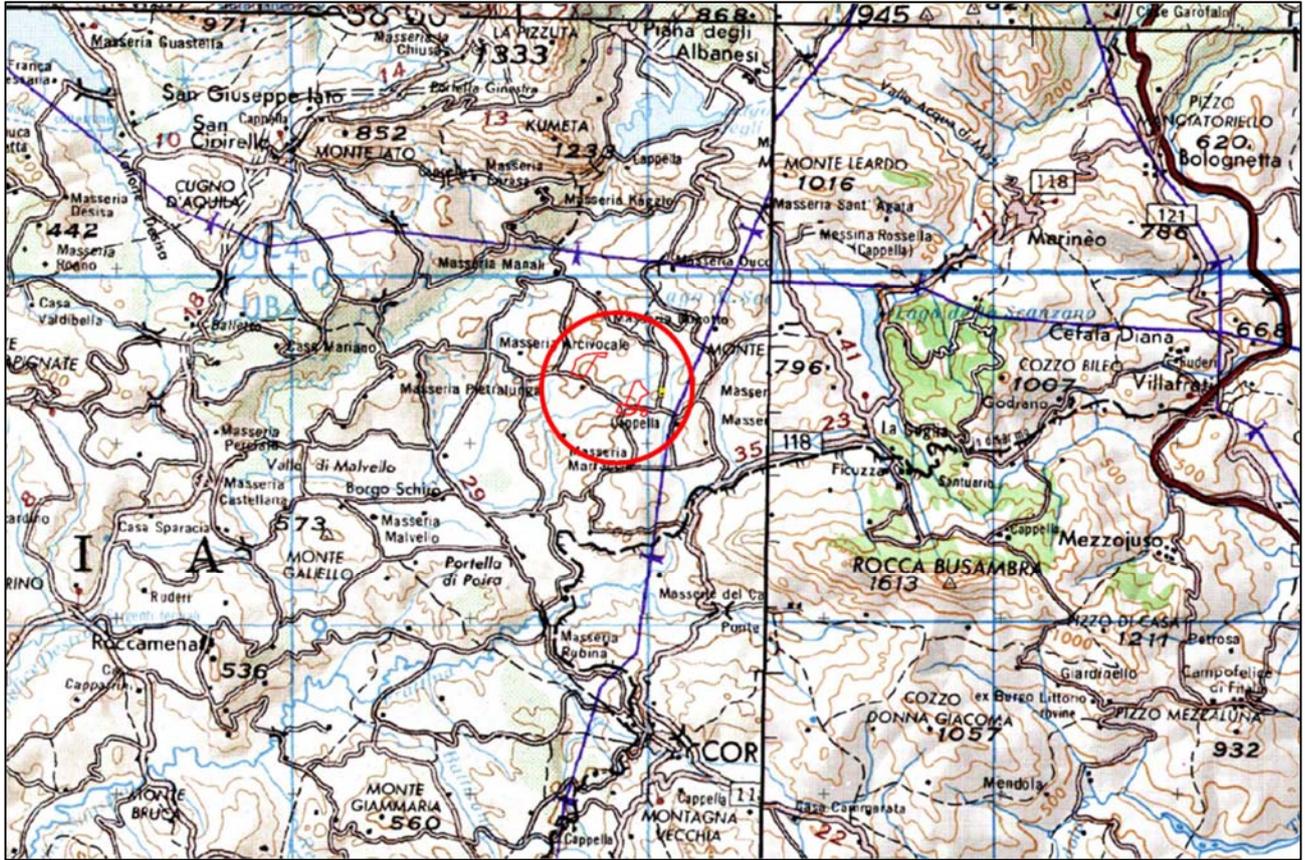


Fig.3 – I.G.M. 1:250.000

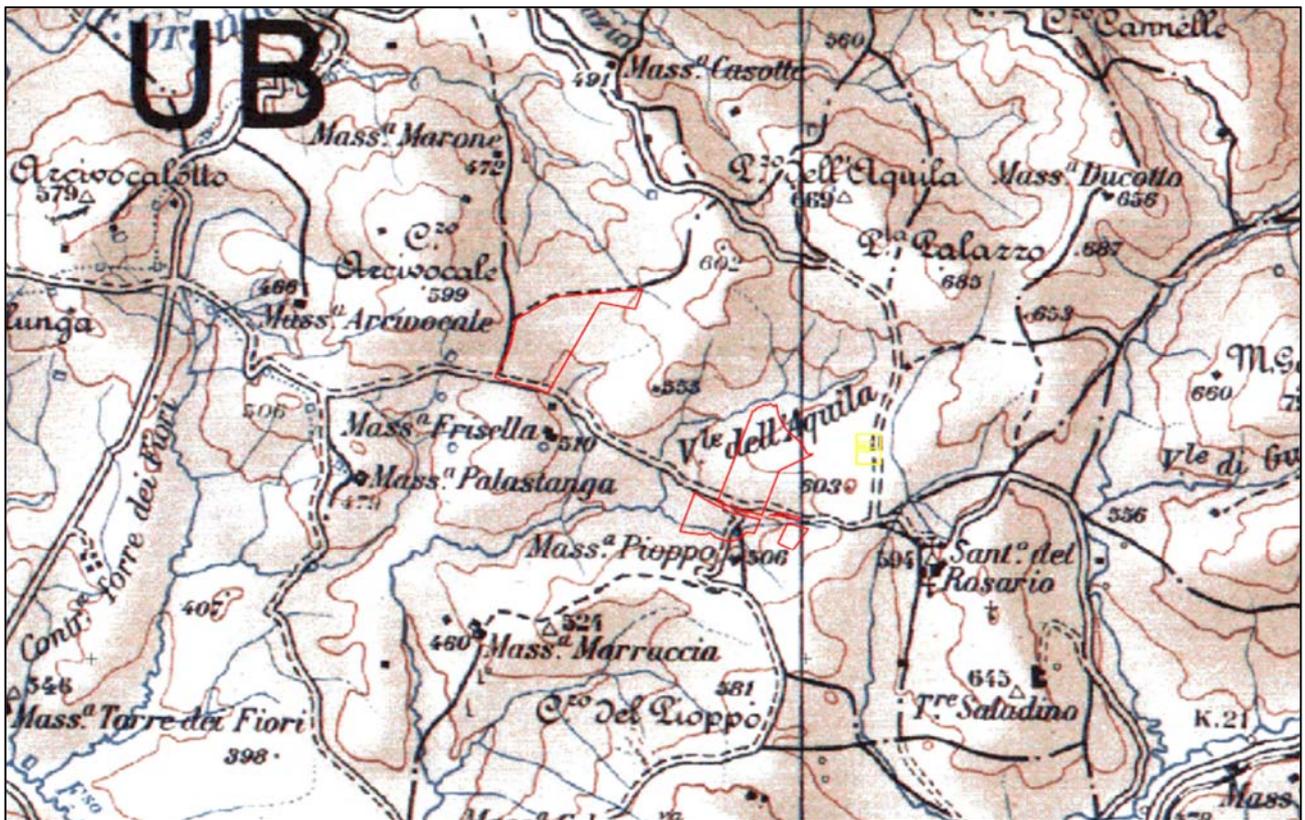


Fig.4 – I.G.M. 1:50.000

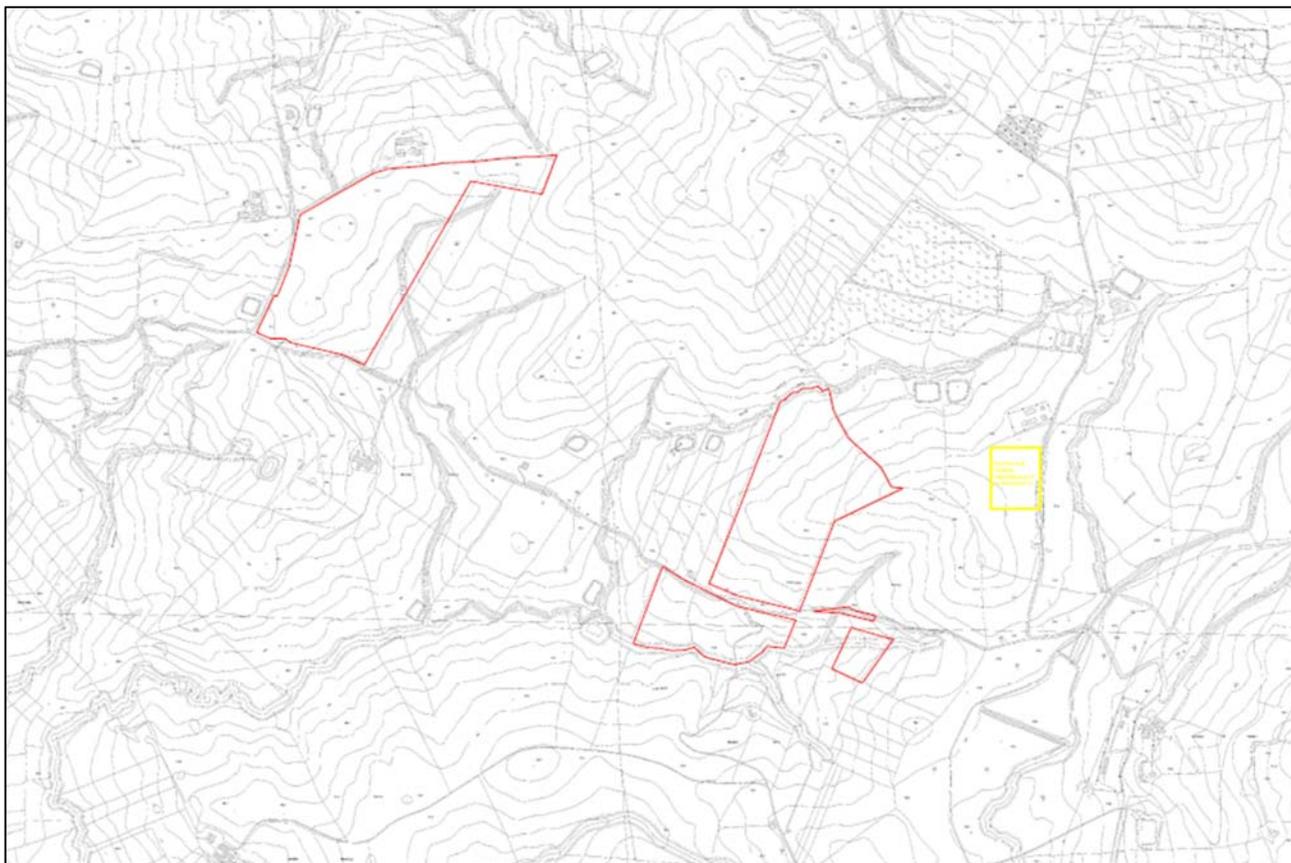


Fig. 5 - Inquadramento territoriale di FV\_MONREALE\_3 su CTR



### 3.0 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto da circa 37 MWp per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica, opere di connessione e infrastrutture annesse da cedere alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) secondo quanto previsto dalla Legge 9/91 "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale" e successive disposizioni legislative in materia tariffaria, in particolare dal D. Lgs 16 marzo 1999, n° 79 (decreto Bersani).

Il sito dell'impianto agro-fotovoltaico in parola ricade nel territorio comunale di Monreale, a circa 24 km dalla costa, ed a 19 Km direzione sud rispetto al centro abitato, in una zona collinare occupata da terreni agricoli e distanti da agglomerati residenziali. Il sito risulta accessibile dalla strada Provinciale SP42.

L'impianto si sviluppa su una superficie lorda complessiva disponibile di circa 68,69 Ha (686.976,83 m<sup>2</sup>), appartenenti all'area di impianto ricadente nel territorio comunale di Monreale (PA) appunto, ma la cui reale occupazione in termini di superficie fotovoltaica (pannelli ed opere edili connesse) è poco più di 18,6 Ha, ovvero pari circa al 27%.

La realizzazione della stazione di trasformazione (SE di Rete – Impianto di Rete) è prevista nel comune di Monreale (PA), individuata al foglio di mappa n. 128, occupando la particella n. 342.

Da un punto di vista catastale, l'impianto di produzione interesserà le particelle di seguito riepilogate:

Foglio 127 Particelle 1; 14; 29

Foglio 152 Particelle 1, 67, 74, 251, 253, 149, 58, 52

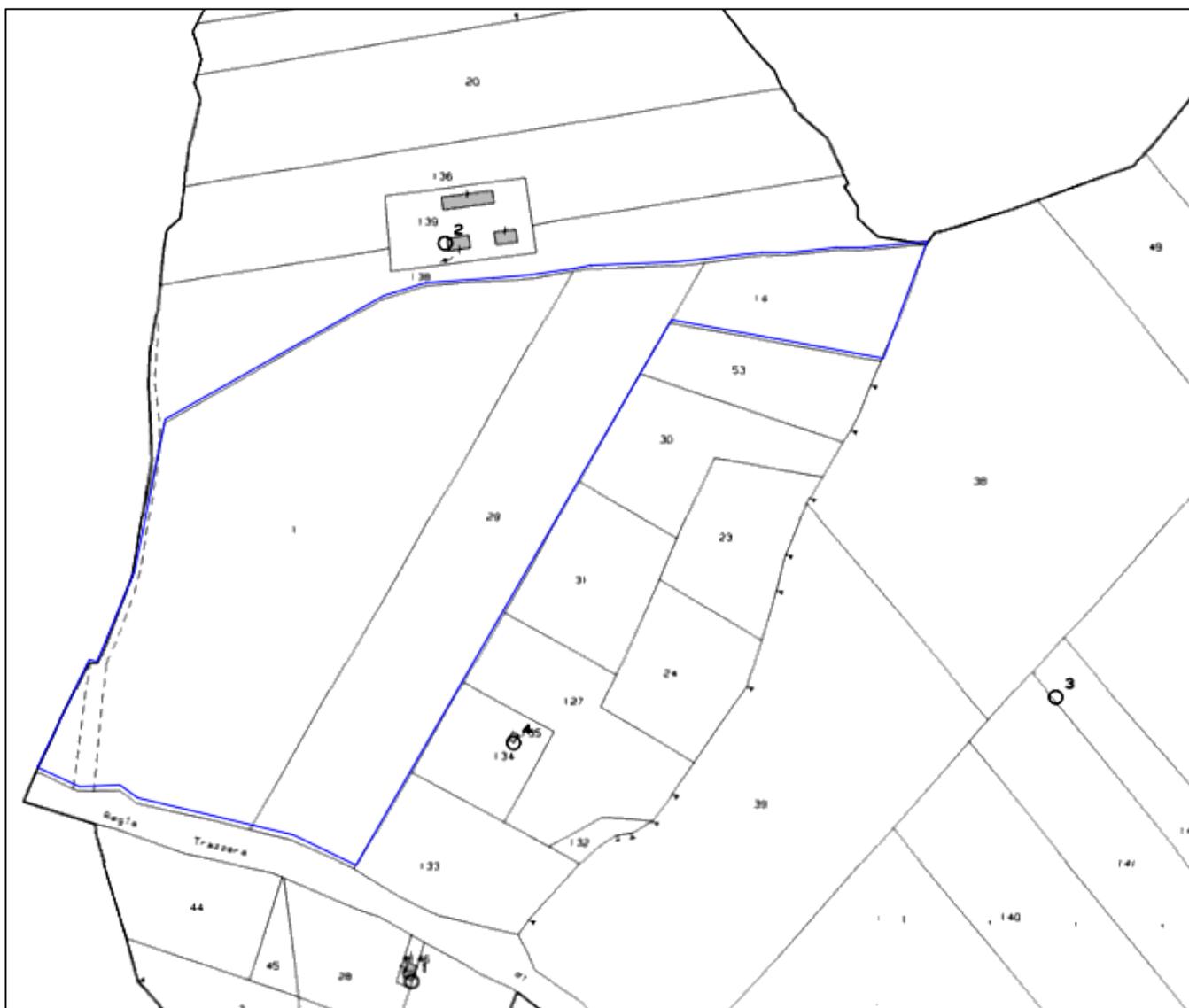


Figura 6 – Inquadramento catastale - Foglio 127.

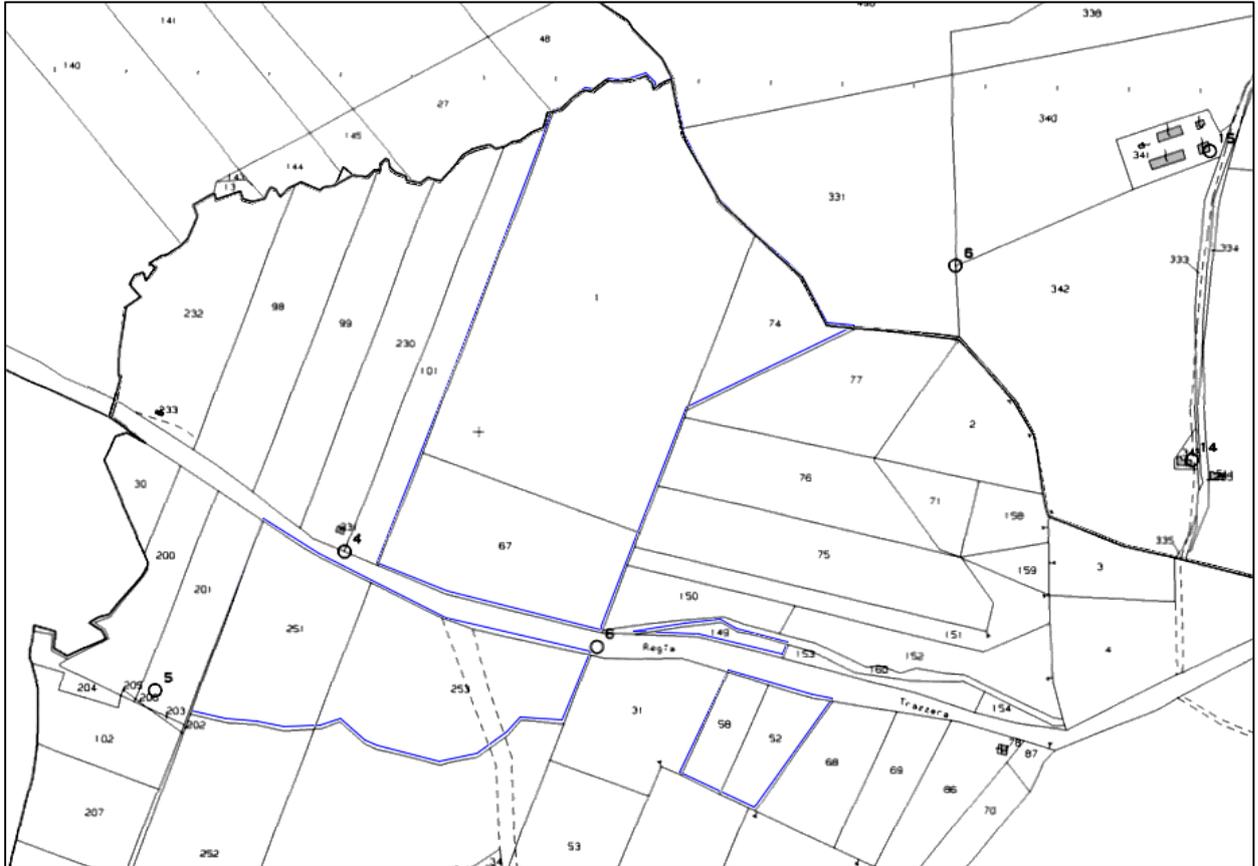


Figura 7 – Inquadramento catastale - Foglio 152.



Fig.8 - Ubicazione area impianto (Ortofoto Satellitare – Google Earth)

#### 4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il territorio Siciliano presenta una conformazione geologica molto articolata e complessa, strettamente legata ai differenti processi geodinamici e morfoevolutivi che si sono verificati nell'area durante il Quaternario, quali l'attività vulcano-tettonica e le variazioni del livello marino.

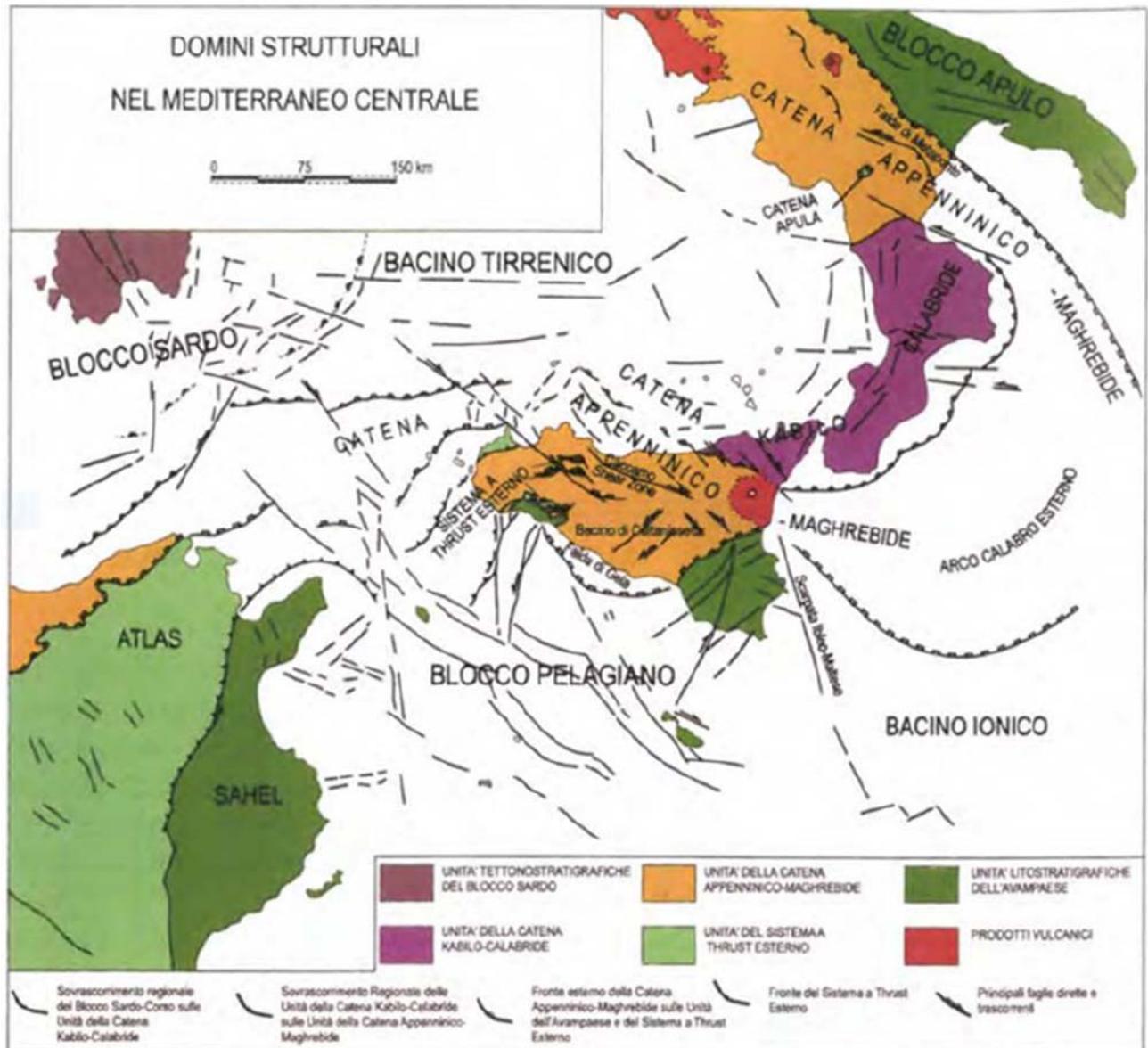


Fig. 9 - Domini strutturali nel Mediterraneo centrale (da Lentini et al. 1995, modificato)

Dal punto di vista Geologico le principali strutture che caratterizzano la Sicilia sono:

- **L'Avampaese Ibleo**, affiorante nei settori sud-orientali dell'isola, e caratterizzato da una potente successione carbonatica Meso-Cenozoica, con ripetute intercalazioni di vulcaniti basiche;
- **L'Avanfossa Gela-Catania**, affiorante nella porzione orientale della Sicilia e costituita da una spessa successione sedimentaria tardo cenozoica, parzialmente sepolta sotto le coltri alloctone del sistema frontale della catena;

- **La Catena AppenninicoMaghrebide**, affiorante nella porzione settentrionale dell'isola e costituita da sequenze Meso-Cenozoiche sia di piattaforma che di bacino, con le relative coperture flyshoidi mioceniche;
- **Catena Kabilo- Calabride**, affiorante nei settori nord-orientali della Sicilia e caratterizzata da un basamento metamorfico di vario grado con le relative coperture sedimentarie Meso-Cenozoiche, cui si associano le unità ofilitifere del complesso Liguride;

Nella sua complessità, il paesaggio fisico della Sicilia, è quindi, il risultato dell'interazione di diversi fattori, geologici, tettonici, geomorfologici, e climatici che, nel corso del tempo hanno interessato l'area in esame in maniera differente.

L'area di studio ricade nell' area centro orientale della penisola siciliana, vicino al margine più orientale della catena Appenninico-Magrebide.

Tale catena è costituita da un sistema a thrust pellicolare. Il sistema comprende sequenze Meso-Cenozoiche sia di piattaforma che di bacino, con spesse coperture flyshoidi mioceniche probabilmente appartenenti ad un paleo margine Afro-Adriatico.

La tettonogenesi che ha interessato la Sicilia nel Miocene inferiore, ad esclusione del settore peloritano nord-orientale, ha portato le principali unità tettoniche dell'area ad accavallarsi dalle zone nord- occidentali verso quelle sud-orientali, dando vita ad un sistema di thrust and fold. Le falde della catena Appenninico-Magrebide, si accavallano sull'Avampaesellbeo con modalità simili a quelle che determinano la messa in posto delle coltri appenniniche sul dominio apulo.

Durante il Giurassico con il processo di separazione continentale che porta all'apertura continentale del settore meridionale della Teide, si individua un importante bacino intra-cratonico a sedimentazione prevalentemente terrigena il Bacino di Lercara.

Tale dominio evolve successivamente in due unità paleogeografiche, rappresentate dal bacino Imerese a nord e dal bacino Sicano a sud. Questi ultimi, in particolare, risultano separati dall'interposizione della Piattaforma nord Trapanese, a sua volta sostituita verso sud dal dominio paleogeografico dei seamounts Trapanesi.

Il processo di dissezione in blocchi della piattaforma carbonatica Panormide più interna, inizia nel Giurassico e prosegue fino all' Oligocene inferiore. La deformazione dei domini paleogeografici più interni porta, quindi, alla formazione di un primordiale bacino di Avanfossa a sedimentazione prevalentemente terrigena, successivamente riconosciuto come bacino Numidico.

Tra l'Acquitano ed il Laghiano la sedimentazione nel bacino numidico si contraddistingue per il carattere regressivo delle successioni che, nelle loro porzioni sommitali, sono caratterizzate da una sedimentazione di tipo prevalentemente pelitica. Al contempo nel bacino Sicano si instaurano le condizioni per una sedimentazione di ambiente profondo.

Nel Laghiano, le aree più settentrionali del dominio Imerese subiscono un'importante fase tettonica a seguito dell'accavallamento dei terreni più estremi della piattaforma Panormide su quelli più interni del bacino Imerese che, a loro volta, si accavallano sui termini più esterni dello stesso. Su queste unità deformate si vanno a deporre in discordanza i depositi pelagici ed emipelagici del Laghiano superiore mentre contemporaneamente le unità Sicilidi si sovrappongono tettonicamente alle successioni suddette.

Alla fine del Messiniano la conformazione paleogeografica dei diversi domini individuati determina la formazione di un'area con ridotta circolazione delle masse d'acqua, che porta ad un progressivo abbassamento del livello del mare ed alla formazione di complessi sistemi di scogliera.

Questi ultimi, in seguito al verificarsi della crisi di salinità, vengono ricoperti dalla sedimentazione delle successioni gessoso – evaporitiche mioceniche.

Successivamente nel Pliocene inferiore, si instaurano nuovamente condizioni marine normali, come testimoniato dalla sedimentazione della successione dei Trubi, rocce biancastre marnoso-calcaree tipiche di un ambiente marino relativamente profondo.

Tra il Pliocene superiore ed il Pleistocene inferiore si ha un sollevamento e un successivo smembramento in blocchi lungo linee tettoniche ad andamento NW-SE e NE-SW, che determinano sollevamenti differenziati da luogo a luogo.

Alla fine del Pleistocene si assiste alla definitiva emersione della catena Appenninico-Maghrebide, in concomitanza con i sollevamenti regionali che coinvolgono anche ampi settori di Avanfossa ed Avampaese.

I terrazzi quaternari, distribuiti a varie quote lungo la fascia costiera, testimoniano le oscillazioni eustatiche del livello marino e i movimenti tettonici a prevalente componente verticale in quest'ultimo periodo.

Nel complesso le unità stratigrafiche più antiche sono strutturate in una serie di thrust pellicolari verificatesi a partire dal Burdigaliano inferiore. Tali unità sono spesso ricoperte da estesi depositi quaternari di genesi detritica e alluvionale.

Con il diretto riferimento ai dati bibliografici e a quanto riportato nella carta geologica d'Italia, le successioni stratigrafiche possono essere distinte a grande scala dal basso verso l'alto in:

- **Unità Ionidi:** sono costituite da successioni meso-cenozoiche calcareo-marnose e arenaceo-marnose, di ambiente essenzialmente pelagico e di scarpata.
- **Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova** (Oligocene superiore - Serravalliano): argille marnose di colore bruno o grigio-verde, con rare intercalazioni di arenarie glauconitiche giallo-verdastre in strati da molto sottili a spessi, più frequenti verso l'alto. Gli strati sottili presentano stratificazione laminata e/o incrociata, i banconi sono generalmente massivi. Microfaune a frequenti *Catapsidrarunicavus*, *Paragloborotalia nana*, "*Globigerina*" venezuelana in basso e ad *Orbulina* universale in alto. Spessore fino a 400 m.
- **Unità Sicilidi:** sono formate da una spessa successione pelitica infra-cenozoica, di ambiente bacinale, localmente ricoperta da terreni calcareo-marnosi e arenaceo-marosi tardo-cenozoici, di ambiente di scarpata e bacino torbido.
- **Argille Varicolori Inferiori** (Paleocene- Eocene): argille di colore rosso vinaccia, verde e grigio ferro, scagliettate e a struttura caotica, con intercalazioni sottili di diaspri grigio-verdi a frattura prismatica, siltiti carbonatiche grigie e calcari micritici bianchi. Inglobano olistoliti di dimensione da 2 a 10 m di calcari a rudiste e calcari a macroforaminiferocenici. Nei livelli più alti, al passaggio con la Formazione di Polizzi, sono presenti modesti lembi di basalto alterato a desquamazione sferoidale. Associazioni microfaunistiche risedimentate del Cenomaniano e del Maastrichtiano superiore, oltre a *Planorotalites pusilla*, *Globanomalina compressa*, *Morozovella angulata*, *Parasubbotinapseudobulloides* di età paleocenica. Spessore non valutabile per tettonizzazione.

- **Formazione di Polizzi** (Eocene inferiore - medio): Alternanza di calcari marnosi e marne di colore bianco, cui si intercalano livelli di brecciole calcaree di colore nocciola, gradate a macroforaminiferi e con clasti di selce e di calcari mesozoici di piattaforma. Nelle marne microfaune planctoniche a *Morozovella aragonensis*, *Igorinabroedermanni*, *Acarinabulbrook*, *Planorotalites palmerae*, *Aragonia* cfr. *anana*. Nelle brecciole sono presenti *Nummulites* spp., *Fasciolites* sp., *Discocyclinasp.*, *Asterveyelinasp.*, *Miliolide* e resti di alghe. Spessore fino a 30 m.
- **Flysch Numidico** (Oligocene superiore - Burdigaliano): unità litostratigrafica costituita da diversi membri. Relativamente all'area di studio affiora unicamente il membro di M. Salici.
- **Membro di M. Salici** (Oligocene superiore Burdigaliano): argilliti nerastre a stratificazione indistinta, passanti verso alto ad argille brune cui si intercalano quarzareniti giallastre in grossi banchi. Le areniti hanno grana da fine a rudite grossolana e abbondante matrice silicea. Le argille nere sono caratterizzate da microfaune a *Globigerinoides primordias*, *Calapidurdissimilis*, *Paragloburoralia* cfr. *kugleri*. Nelle argille brune apicali microfaune a *Globigerinoides trilobus*, *Gbisphaericus*, *Globurindehisens Pickensis*. Spessore fino a 400 m.
- **Depositi di bacini satellite del Miocene medio e superiore**: sono costituiti da sequenze pelitiche tardo- cenozoiche, di ambiente essenzialmente marino, progressivamente passanti a depositi gessoso-solfiferi messiniani, di ambiente euxinico ed evaporitico.
- **Formazione Terravecchia** (Tortoniano superiore): marne argillose grigio-azzurre o brune e sabbie quarzose giallastre con grosse lenti di conglomerati a clasti eterometrici da piatti a sferici, arrotondati, di natura sia sedimentaria che cristallina di vario grado metamorfico, per lo più nella parte alta della formazione. Spessore fino a 300 m. Localmente si rinvengono intercalazioni di argille brecciate di colore bruno, inglobanti olistoliti eterometrici e poligenici di quarzareniti numidiche e lembi di argille varicolori. Lo spessore delle argille brecciate, difficilmente valutabile per caoticità, raggiunge una potenza di circa 200 m.
- **Tripoli** (Messiniano): diatomiti bianche laminate con abbondante sostanza organica e resti di pesci Teleostei o alternanze di diatomiti ricche di Coccolitoforidi e Dinoflagellati, marne ad abbondanti foraminiferi planctonici e peliti fogliettate, bituminose. Localmente si intercalano sottili livelli di torba. Microfaune a *Globigerinoides extremus*, *Turborotalita multiloba*, *Globorotalia acostaensis*, *Bulimina aculeata*, *B. echinata* e *Brizalina dentellata*. La formazione è localmente presente alla base dei sedimenti evaporitici. Spessore massimo 40 m.
- **Formazione di Cattolica** (Messiniano inferiore): formazione costituita da tre membri: Calcarea di Base, Selenitico e Salifero. Nell'area di studio affiorano solo i primi due membri, rappresentati prevalentemente da carbonati e solfati, con abbondanti gessi e minori anidriti, cui si intercalano a diverse altezze stratigrafiche olistostromi di argille brecciate.
- **Membro Selenitico**: gessi microcristallini laminati (ritmiti) e gessi massivi in grossi cristalli geminati, talora alternati e gessoclastiti, per lo più argille gessose e gessosiltiti, con intercalazioni di olistostromi di argille brecciate con clasti evaporitici di gesso. Spessore variabile da 0 a 50 m.
- **Membro Calcarea di Base**: calcarea cristallino bianco-grigiastro da massivo a laminato, a luoghi con fantasmi di cristalli selenitici, e brecce calcaree con intercalazioni di argille brecciate, caratterizzati da clasti evaporitici di tipo calcareo. Spessore variabile da 0 a 40 m.
- **Depositi di bacini satellite del Pliocene inferiore**: sono costituiti da una successione calcarea-marnosa tardo-cenozoica di ambiente essenzialmente pelagico.

-Trubi (Pliocene inferiore): marne calcaree e calcari marnosi bianchi a frattura concoide, in strati di 20-70 cm, intensamente fratturati, Microfaune delle biozone MP12 e MP13 e nannoflore delle zone MNN12 e MNN13. La formazione è discordante su vari termini del substrato. Spessore fino a 70 m.

• **Depositi continentali quaternari:** sono formati da sedimenti clastici pleistocenici e olocenici, di genesi detritico-colluviale, alluvionale e lacustre.

- Depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene superiore - Olocene): ghiaie prevalenti con locali passaggi di sabbie, limi sabbiosi e limi ghiaiosi; ghiaie e ghiaie sabbiose con locali ciottoli poligenici e passaggi di sabbie limose. Formano terrazzi morfologici più o meno estesi, distribuiti su vari ordini. Depositi di canale fluviale, argine e conoide alluvionale.

- Depositi alluvionali recenti (Olocene): limi argillosi, più raramente limi sabbiosi di colore bruno; con ciottoli quarzareniti di diametro tra 2 e 25 cm; sabbie a grana da fine a grossolana, sabbie limose e sabbie ghiaiose; ghiaie poligeniche ed eterometriche in abbondante matrice sabbiosa, con blocchi angolosi e intercalazioni sabbioso-ghiaiose; sabbie da grossolane a fini, localmente limose, in strati da sottili a molto spessi, alternate a limi sabbiosi e limi argillosi, in strati molto sottili e sottili. Depositi di canale fluviale, argine, conoide alluvionale e piana inondabile.

- Depositi alluvionali attuali (Olocene): ghiaie eterometriche a prevalenti clasti sedimentari arrotondati e ghiaie sabbiose, con locali livelli di limi argillosi di colore grigio. Depositi di canale fluviale, argine, conoide alluvionale e piana inondabile.

- Depositi palustri (Olocene): limi e limi argillosi di colore nerastro, laminati o sottilmente stratificati, con abbondante frazione organica vegetale e locali intercalazioni limoso-sabbiose. Depositi di palude d'acqua dolce.

La Catena Appenninico-Maghrebide è un thrust and foldbeltsystem sviluppatosi a partire dal Miocene inferiore, essenzialmente costituito da successioni sedimentarie Meso-Cenozoiche di ambiente marino. L'intero sistema è caratterizzato, quindi, dalla presenza di numerose faglie inverse e transpressive.

Nello specifico il settore occidentale è caratterizzato da un sistema di faglie con direzione all'incirca E-W e cinematica trascorrente e inversa che tagliano i contatti di ricoprimento delle maggiori unità tettoniche stratigrafiche, anche essi ad orientazione circa E-W.

In particolare, la deformazione strutturale che ha interessato l'area in esame può essere schematizzata attraverso tre distinte fasi tettoniche:

- fase transtensiva (Cretacico - Eocene);
- fase compressiva (Oligocene superiore - Messiniano);
- fase deformativa finale (Pliocene - Quaternario).

Quest'ultima fase, in particolare, vede la riattivazione delle principali faglie preesistenti con movimenti normali ed è connessa ad importanti sollevamenti differenziali, come testimoniato dalla presenza di numerosi bacini peri-tirrenici.

La propagazione del sistema M.Kumeta-Alcantara ha interessato il dominio di Avampaese fino al raggiungimento dell'area di Sciacca, che risulta probabilmente caratterizzata da una importante zona di debolezza crostale.

Il raccorciamento crostale, che è perdurato fino al Pliocene inferiore, si è verificato a mezzo della sincrona attivazione di sovrascorrimenti e faglie trascorrenti. Quest'ultime, in particolare, risultano spesso di modesta entità e mostrando un'età più recente man mano che ci si sposta a sud del sistema M.Kumeta-Alcantara.

Nel complesso, i rigetti di tali faglie sono difficilmente quantificabili, poiché la profondità cui avviene lo scollamento delle falde non è ben nota, ma comunque ipotizzabile al di sopra delle rocce terrigene triassiche. La profondità dei piani di scollamento tettonico, secondo i recenti studi a livello crostale, dovrebbe essere compresa entro i primi 30 km e tendenzialmente in aumento verso Nord.

Nello specifico, il piano principale dei thrust che caratterizzano la Catena Appenninico-Maghrebide si estende a partire dal settore posto a NW del Canale di Sicilia, formando un arco convesso che attraversa il mare e rientra in prossimità di Sciacca-Gela, proseguendo quindi fino a Catania.

Il settore dell'Avanfossa Gela-Catania è, dal punto di vista strutturale, una depressione tettonica delimitata da un sistema di faglie orientate circa NE-SW, che si individuano tra Comiso-Chiaramonte, Monterosso-Pedagaggi e Lentini-Agnone.

La copertura neogenico-quadernaria presente all'interno del bacino, tuttavia, non è originata unicamente da apporti detritici delle zone di catena, ma mostra caratteri litologici simili a quelli delle successioni plio-quadernarie delle aree di Avampaese.

Una parte della successione Plio-Pleistocenica di Avanfossa è sepolta al di sotto delle coltri alloctone del sistema frontale dell'orogene appenninico-maghrebide, denominato Falda di Gela, mentre un'altra porzione si è depositata al tetto dell'alloctono durante le ultime fasi di migrazione verso sud.

Ancora verso ovest, il suddetto fronte affiora in superficie in contatto tettonico con i depositi di Avanfossa, secondo una faglia trascorrente sinistra orientata all'incirca N-S. Verso nord, infine, le successioni alloctone sono interessate da una serie di scaglie embriciate a vergenza meridionale (Unità di M. Judica), messe in posto su rampe di thrust orientate circa E-W e caratterizzate da movimenti obliqui destri.

Tali scaglie tettoniche sono ritagliate, a loro volta, da sistemi di faglie trascorrenti che deformano depositi marini del Pliocene medio-superiore, riferibili al Bacino di Centuripe, e depositi marini terrazzati del Pleistocene medio.

Le strutture trascorrenti si associano a zone di taglio coniugate orientate rispettivamente NE-SW e NW-SE, quest'ultime caratterizzate da movimenti essenzialmente sinistri con una limitata componente verticale.

Una Formazione importante per la definizione geodinamica del Dominio Orogenetico è il Flysch Numidico. Il F.N. è caratterizzato da quarzareniti giallastre del Aquitaniano-Burdigaliano, forma un orizzonte strutturale inferiore più o meno autoctono, denominato Membro Geraci Siculo, è considerato come Flysch Numidico Esterno. Questa formazione era originariamente la copertura delle Ionidi e della Piattaforma Carbonatica Panormide, mentre il sovrastante orizzonte, le Subunità di Nicosia e M.Salici, rappresenta il termine esterno del Flysch Numidico, e può essere interpretato come parte dell'originaria copertura della Tetide Alpina. La sedimentazione quarzosa, tipica del Flysch Numidico, cessa ovunque alla fine del Burdigaliano, e le argille marnose della Formazione Taverna (Unità Imerese) o le argille limose della Formazione delle Marne di Castelbuono (Unità Panormide), si depositano.

## 5.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

L'abitato di Monreale rientra nel complesso geologico della Sicilia centro-occidentale, caratterizzata da depositi terrigeni di epoca miocenica.

Si tratta di depositi postorogeni legati alla sedimentazione di detto bacino, sito all'estremità occidentale della Piattaforma Carbonatica Saccente, a sud della congiungente Trapani-Catania; tale area viene considerata zona di avampaese stabile fino al Pliocene medio e, contemporaneamente a quanto avviene nella Sicilia centro-meridionale per la più ampia fossa di Caltanissetta, sembra sia stata interessata da rapidi processi di subsidenza durante il Pliocene medio, evolvendo così ad area di avanfossa.

L'area in studio è costituita dai terreni appartenenti alla Successione del Bacino Numidico, in particolare dai depositi terrigeni pertinenti al Flysch Numidico, costituiti di argille, argille sabbiose e marne con passaggi ad intervalli arenacei. Depositi recenti ed attuali si rinvengono, invece, nelle aree di fondovalle rappresentati da depositi alluvionali.

Secondo l'ordine di sovrapposizione stratigrafica la serie dei terreni presenti nel territorio di Monreale, dal basso verso l'alto, è data da:

- Litofacies argillo-sabbioso-marnosa: Si tratta di peliti, argille, argille sabbiose, siltose, o marnose di colore grigio-azzurro e grigio-verdastro, spesso con cristalli di gesso, dure e compatte, a frattura concoide e con intercalati sottili livelli sabbiosi e/o arenacei (verso l'alto) e intercalazioni calcarenitiche con macroforaminiferi (nella parte basale) che ne marciano la stratificazione. Dal punto di vista mineralogico sono costituite da un abbondante scheletro sabbioso in cui prevalgono quarzo, gesso, calcite, tracce di dolomite, feldspati, ossidi di ferro, mentre la frazione argillosa è costituita da caolinite, illite, montmorillonite e scarsa clorite, cui si aggiungono in minori quantità interlaminazioni illitichemontmorillonitiche.
- Depositi alluvionali: Comprendono i depositi alluvionali attuali, ubicati lungo gli alvei dei corsi d'acqua principali, i depositi alluvionali recenti terrazzati siti poco al di sopra degli attuali alvei principali ed i depositi alluvionali antichi terrazzati, ubicati lungo i versanti a quote variabili rispetto al fondovalle. Si tratta di rocce prevalentemente sciolte costituite di limo, limo sabbioso, sabbia, sabbia limosa e ghiaia poligenica a spigoli arrotondati con giacitura sub-orizzontale ed assetto lenticolare embricato.

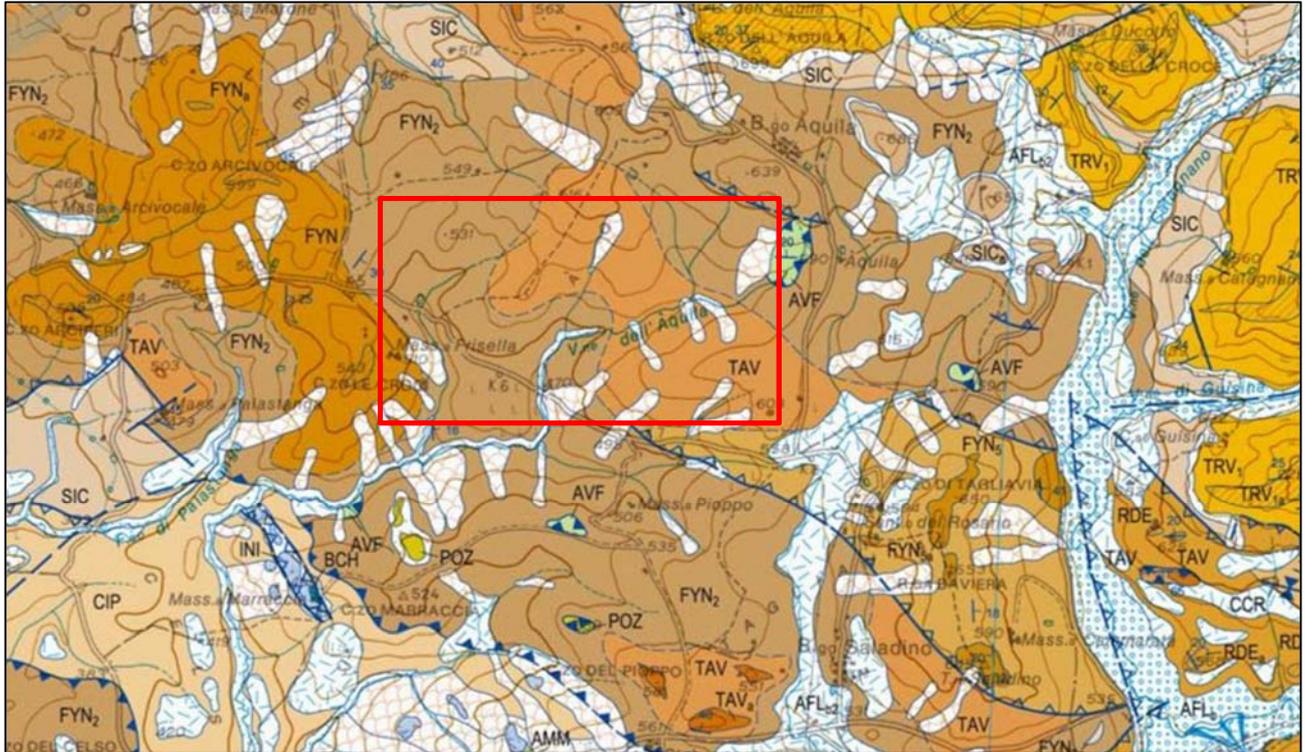


Fig. 10 - Stralcio Carta Geologica d'Italia (Progetto CARG) Foglio n. 607 "Corleone"

#### SINTEMA DI CAPO PLAIA



**AFL** Depositi di frana (AFL<sub>a1</sub>), detriti di falda attuali ed accumuli di materiali eterometrici di spessore variabile (AFL<sub>a3</sub>), fluviali di fondo valle (AFL<sub>b</sub>), colluviali (AFL<sub>b2</sub>), detriti (AFL<sub>i</sub>). Limite inferiore, una superficie di erosione post-glaciale incisa sui terreni più antichi; limite superiore, attuale superficie topografica marcata da suoli. E' databile all'intervallo temporale compreso tra la fine dell'espansione glaciale (15 ka) e l'attuale.

PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE



**FYN<sub>2</sub>** membro di Portella Colla (FYN<sub>2</sub>). Peliti ed argilliti brune manganesifere alternate verso l'alto a rari banchi di arenarie quarzose con giaciture canalizzate (FYN<sub>2a</sub>). Nella parte basale sono frequenti lenti di calcareniti e calciruditi con macroforaminiferi (*Lepidocyclina* spp.) rimaneggiati (FYN<sub>2b</sub>). Megabrecce carbonatiche e megaconglomerati arenacei (megabrecce di San Salvatore, FYN<sub>2c</sub>) si rinvengono nella parte medio-alta. Le peliti contengono foraminiferi agglutinanti (*Cyclamina* spp., *Hyperammia* spp., *Ammodiscus* spp.), planctonici (biozone a *Globorotalia opima opima*, a *Globigerina ciproensis ciproensis* ed a *Globoquadrina dehiscens dehiscens* - *Catapsydrax dissimilis*) e nanfossili calcarei (biozone NP24 - 25, MNN 1b). Spessore massimo affiorante 300 m. Limite inferiore paraconcordante su CAL, disarmonico su CRI o non affiorante. Ambiente di scarpata deposizionale.

CHATIANO - AQUITANIANO INFERIORE

#### FORMAZIONE TAVERNOLA



**TAV** Marne e peliti grigio-verdastre nelle quali si intercalano banchi plurimetrici di arenarie quarzose giallastre e verdastre (TAV<sub>a</sub>), caratterizzate da abbondante frazione glauconitica. Vengono datati dai foraminiferi planctonici (biozone a *Globoquadrina dehiscens dehiscens* - *Catapsydrax dissimilis*, a *Globigerinoides trilobus* e a *Praeorbulina glomerata* s.l.) e dai nanfossili calcarei (biozone MNN 1c-d, MNN 4a, MNN 5a). Spessore superiore ai 200 m. Limite inferiore non sempre affiorante, a luoghi disarmonico su FYN<sub>2</sub> e paraconcordante su FYN<sub>5</sub>. Ambiente di scarpata e di conoide torbidaica.

AQUITANIANO SUPERIORE - LANGHIANO

## 6.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'assetto geomorfologico di un territorio è determinato dall'interazione tra le caratteristiche geologico-strutturali dei terreni in affioramento e gli agenti morfogenetici predominanti in quella particolare area. Una prima grossa differenza si ha a seconda che siano presenti in affioramento rocce lapidee o sciolte. Partendo dalla tettonica, che deforma i corpi litologici di un'area dando luogo a forme "strutturali", la risposta di queste due grandi categorie di terreni agli agenti morfoclimatici esterni risulta profondamente diversa.

Le litologie di tipo incoerente, o pseudo coerente, che nel territorio in studio sono rappresentate dai termini argillo-pelitico-marnosi, si conformano secondo rilievi dall'andamento collinare dolce, mentre quelle lapidee, essenzialmente litologie arenacee a luoghi calcaree, danno luogo a rilievi molto più acclivi e dall'andamento accidentato. A tali morfologie si aggiungono poi le più o meno ampie pianure alluvionali legate alla dinamica fluviale.

I processi morfodinamici prevalenti nell'area in studio vedono come agente dominante l'acqua, sia per quanto riguarda i processi legati all'azione del ruscellamento ad opera delle acque selvagge, che per i processi di erosione e/o sedimentazione operate dalle acque incanalate.

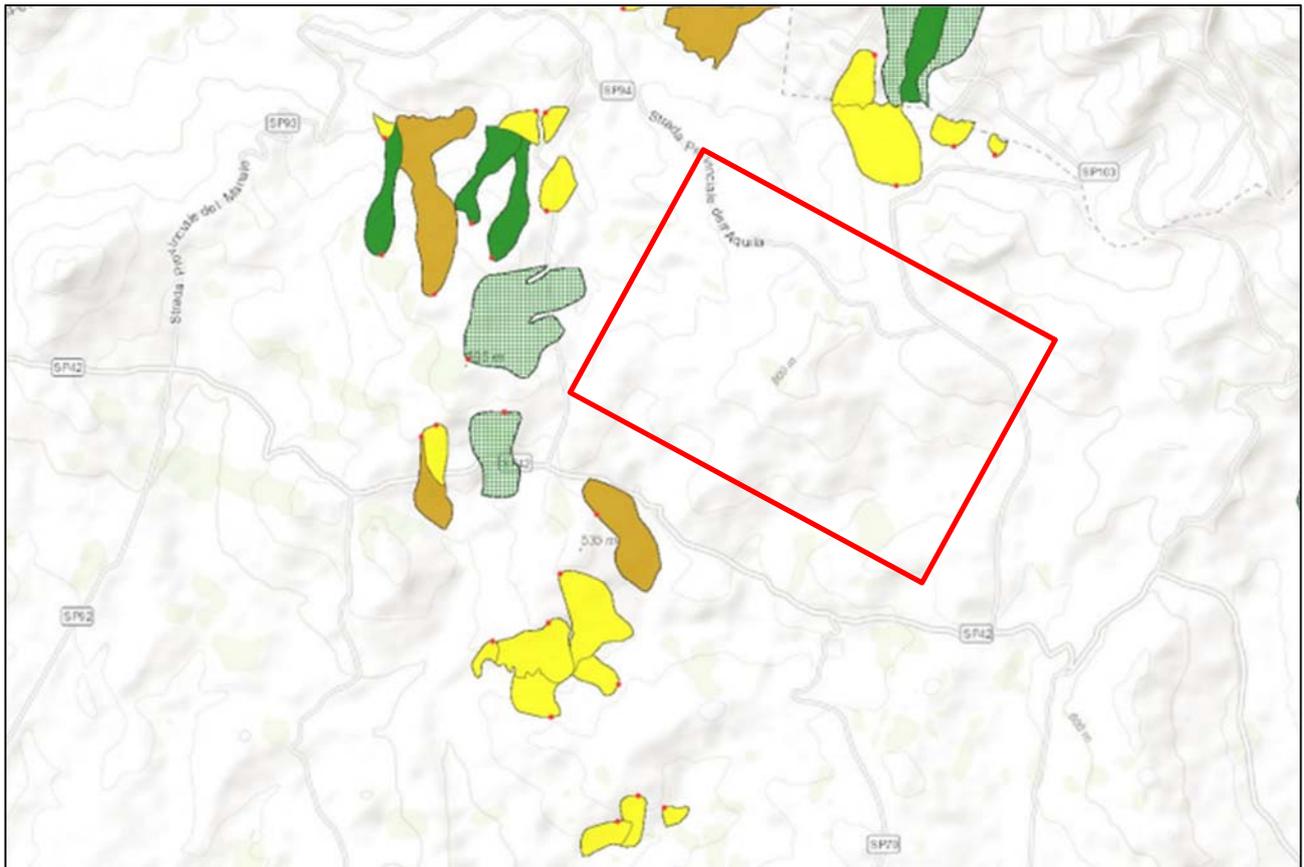
Sono essenzialmente i processi fluviali e quelli di versante, quindi, quelli che hanno esplicito e tutt'ora esplicito un ruolo fondamentale nell'evoluzione geomorfologica dell'area.

Per quanto i processi fluviali, il reticolato idrografico risulta organizzato in maniera abbastanza indipendente da discontinuità iniziali, con un pattern molto articolato di tipo dendritico, come desumibile dal rilievo aerofotogrammetrico. Tale quadro è indicativo, infatti, di una prevalente presenza di materiali fini omogenei ed, in genere, impermeabili, tenuto conto che le linee di drenaggio si sviluppano in massima parte su terreni di natura argillosa.

Le incisioni fluviali presentano una sezione trasversale a V piuttosto allargata essendo preponderanti i fenomeni di versante rispetto all'erosione di fondo.

La fasi geologiche di questo settore ha determinato una morfologia tipica delle zone collinari della Sicilia centrale, con altitudine tra 480 e 530 m. s.l.m. e pendenze medio-basse che non superano il 3-4 % dove, però, localmente, si possono manifestare fenomeni gravitazionali sotto forma per lo più di processi lenti di versante tipo creep e/o soliflussi (fig.11). Infatti, sebbene le morfologie sono caratterizzate da formazioni di natura argilloso-pelitico costituenti pendii a debole acclività, la presenza di un fitto reticolato idrografico, e la scarsa regimazione delle acque, i cui tratti di testata risultano quasi sempre ad elevata attività erosiva, fa sì che zone anche con moderata pendenza presentino diffusi lenti fenomeni di dissesto come creep e/o soliflussi.

Pertanto è indispensabile che la progettazione preveda un adeguato sistema di regimazione intorno a tutte le strutture di progetto con canali e drenaggi affinché le acque possano essere convogliate nei reticoli naturali di deflusso. Tale sistema eviterà così risalite di umidità per capillarità e darà maggiore stabilità all'intera opera di progetto.



Stralcio piattaforma italiana sul dissesto idrogeologico – Carta Inventario Fenomeni Franosi IFFI

### Frane IFFI

#### Punto Identificativo del Fenomeno Franoso (PIFF)\*

- Scheda frane di 1° Livello
- Scheda frane di 2° Livello
- Scheda frane di 3° Livello

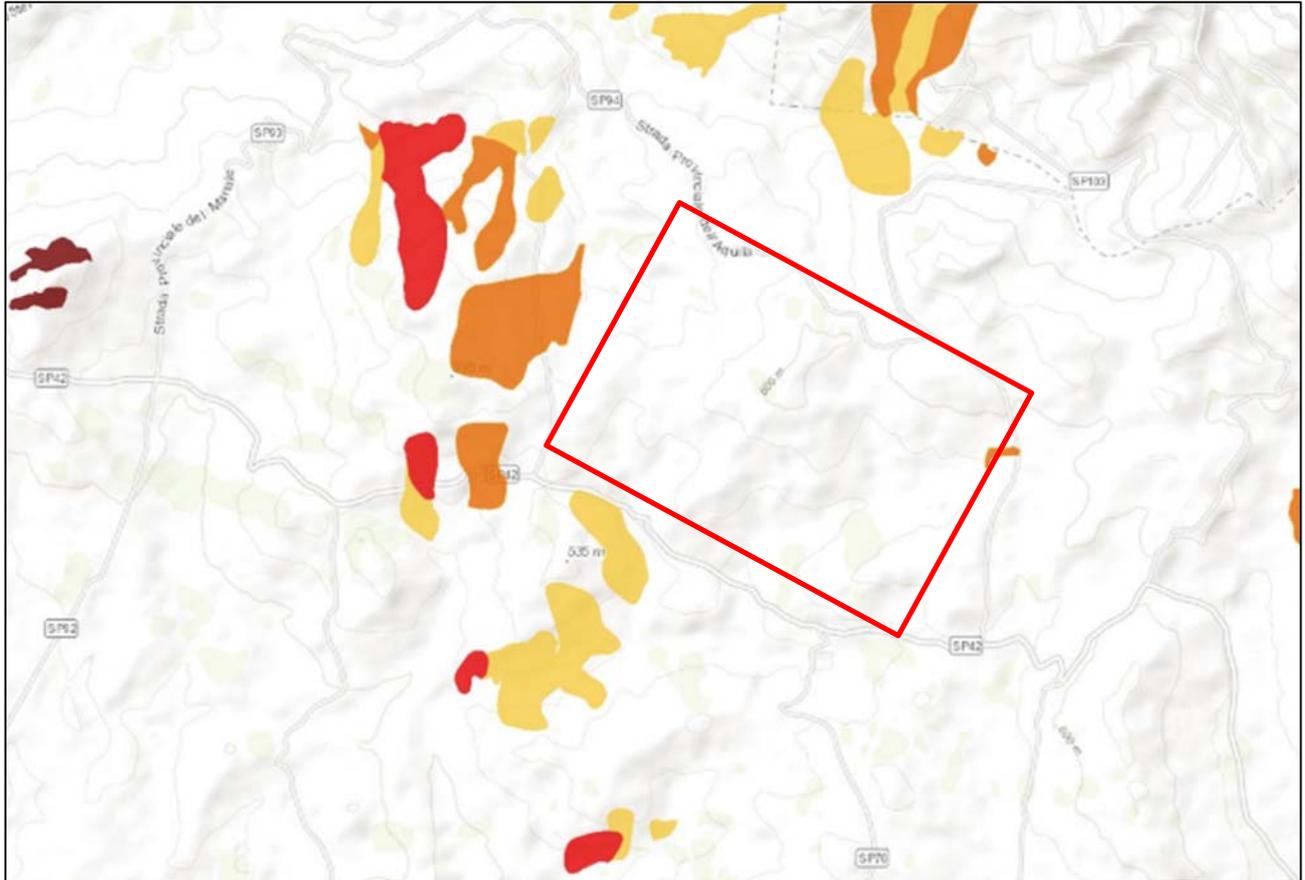
#### Evento franoso

- Evento franoso

#### Tipologia di frana

- Frane lineari
- Crollo/Ribaltamento
- Scivolamento rotazionale/traslativo
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- Aree con crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree con sprofondamenti diffusi
- Aree con frane superficiali diffuse
- DGPV

□ Area di progetto



Stralcio piattaforma italiana sul dissesto idrogeologico – Pericolosità e Rischio Frane e Alluvione

Frane		TERRITORIO
	<b>Molto Elevata P4</b>	0,005 (0,013 %)
	<b>Elevata P3</b>	0,128 (0,331 %)
	<b>Media P2</b>	0,45 (1,162 %)
	<b>Moderata P1</b>	0,321 (0,829 %)
	<b>Aree Attenzione AA</b>	0,006 (0,015 %)
	<b>P4 + P3</b>	0,133 (0,343 %)

 Area di progetto

Alluvioni*		TERRITORIO
	<b>Scenario P3 Tr. 20-50 anni</b>	0 (0 %)
	<b>Scenario P2 Tr. 100-200 anni</b>	0 (0 %)
	<b>Scenario P1 Tr. 300-500 anni</b>	0 (0 %)

## **7.0 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

Il drenaggio superficiale, impostato lungo linee di massima pendenza contribuisce a regolare l'evoluzione dei versanti attraverso l'intenso ruscellamento superficiale durante i periodi piovosi. Infatti, la permeabilità del substrato, costituito da un'elevata frazione sottile, è molto bassa e conseguentemente lo è anche il coefficiente di infiltrazione potenziale che fa, di contro, aumentare la frazione percentuale delle acque meteoriche in ruscellamento.

I sottili livelli sabbiosi ed arenacei contenuti nelle sequenze argillose costituiscono soltanto dei limitatissimi orizzonti permeabili e non sono in grado di modificare il comportamento impermeabile in grande della formazione pelitica. Nell'area in studio l'unico acquifero che può rivestire una certa importanza è rappresentato dalle più rare litologie arenaceo-calcaree.

Si consiglia, quindi, di realizzare un adeguato sistema di regimazione delle acque intorno a tutte le strutture di progetto con canali e drenaggi affinché le acque possono essere convogliate nei reticoli principali di deflusso naturale ed evitare così risalite di umidità per capillarità e dare maggiore stabilità all'intera opera.

## **8.0 VINCOLO IDROGEOLOGICO R. D. n°3267 del 30/12/1923**

L'area interessata dall'intervento è classificata in aree dove non persiste il vincolo idrogeologico in ottemperanza al R. D. n°3267 del 30/12/1923, alla L. R. n°13 del 28/02/1987 ed alla L. R. n°11 del 07/05/1996.

L'intervento, comunque, risulta di modesta entità, non prevede movimenti di terreno, la topografia dell'area non verrà modificata e può, sicuramente, essere considerato, non come fattore alterante ma, bensì, come elemento di integrazione controllata che non modifica gli equilibri idrogeologici e geomorfologici attuali, inoltre, la circolazione idrica superficiale sarà convogliata nei reticoli naturali a valle attraverso un adeguato sistema di regimazione idraulica e i terreni non subiranno denudazioni o perdita di stabilità, per cui, l'area risulta garantire un regolare convogliamento delle acque meteoriche anche verso i terreni sottostanti mantenendo inalterato l'attuale equilibrio idrogeologico.

## **9.0 RISCHIO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

Con il Piano per l'Assetto Idrogeologico è stata avviata, nella Regione Siciliana, la pianificazione di bacino, intesa come lo strumento fondamentale della politica di assetto territoriale delineata dalla legge 183/89, della quale ne costituisce il primo stralcio tematico e funzionale.

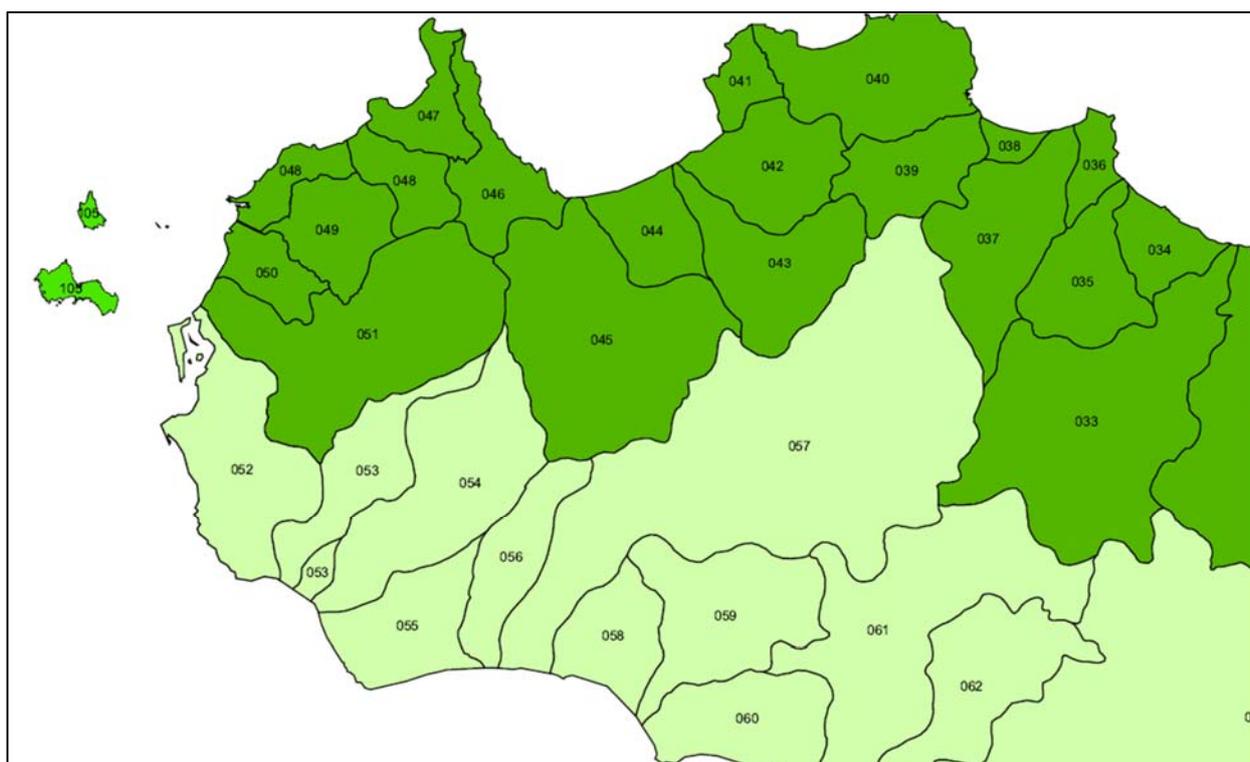
Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, di seguito denominato Piano Stralcio o Piano P.A.I., redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni 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.

Così con il P.A.I. viene effettuata la perimetrazione delle aree 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.

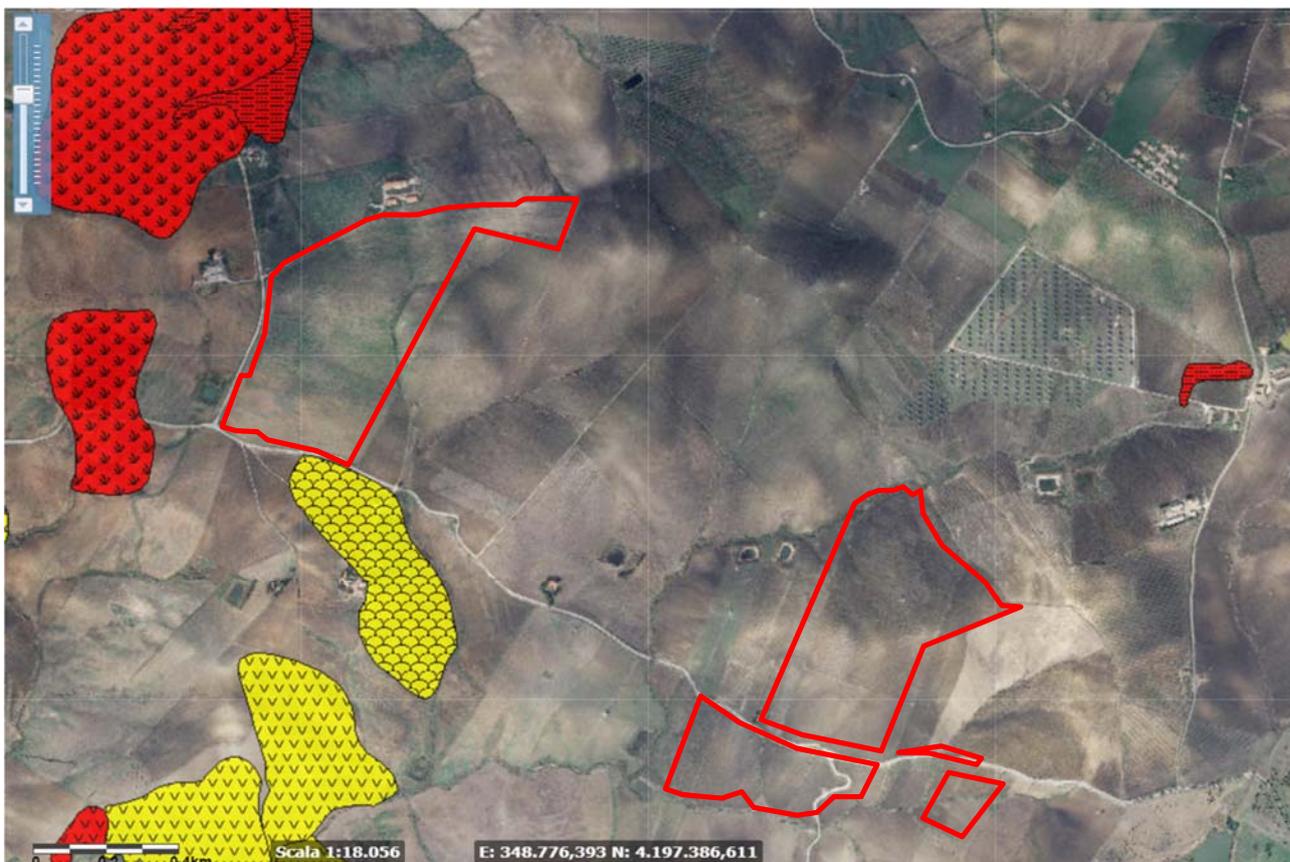
Dal rilevamenti geologico e dalle consultazioni delle carte del PAI Sicilia si evince che l'area indagata appartiene al bacino idrografico del fiume **Belice** e, nello specifico, dove saranno disposti i moduli fotovoltaici, non è classificata ad alto rischio idrogeologico e gli interventi, di modesta entità, non andranno a modificare l'attuale equilibrio idrogeologico non rientra in nessun rischio o pericolosità da frana e/o idraulico.

<b>PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA</b>	<i>AREA NON A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA</i>
<b>RISCHIO GEOMORFOLOGICO</b>	<i>AREA NON A RISCHIO GEOMORFOLOGICO</i>
<b>CARTA DEI DISSESTI</b>	<i>AREA NON PERIMETRATA</i>
<b>PERICOLOSITA' IDRAULICA</b>	<i>AREA NON PERIMETRATA</i>
<b>RISCHIO IDRAULICO</b>	<i>AREA NON A RISCHIO IDRAULICO</i>
<b>SITI DI ATTENZIONE IDRAULICA</b>	<i>AREA NON PERIMETRATA</i>
<b>ESONDAZIONE IDRAULICA</b>	<i>AREA NON PERIMETRATA</i>

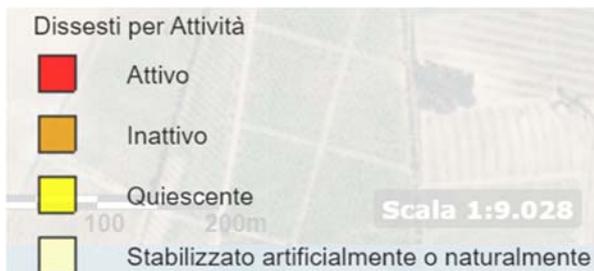
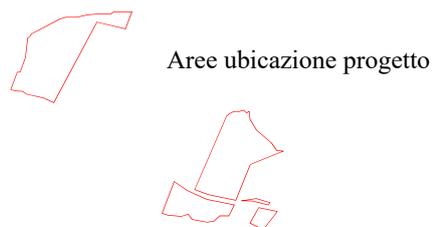
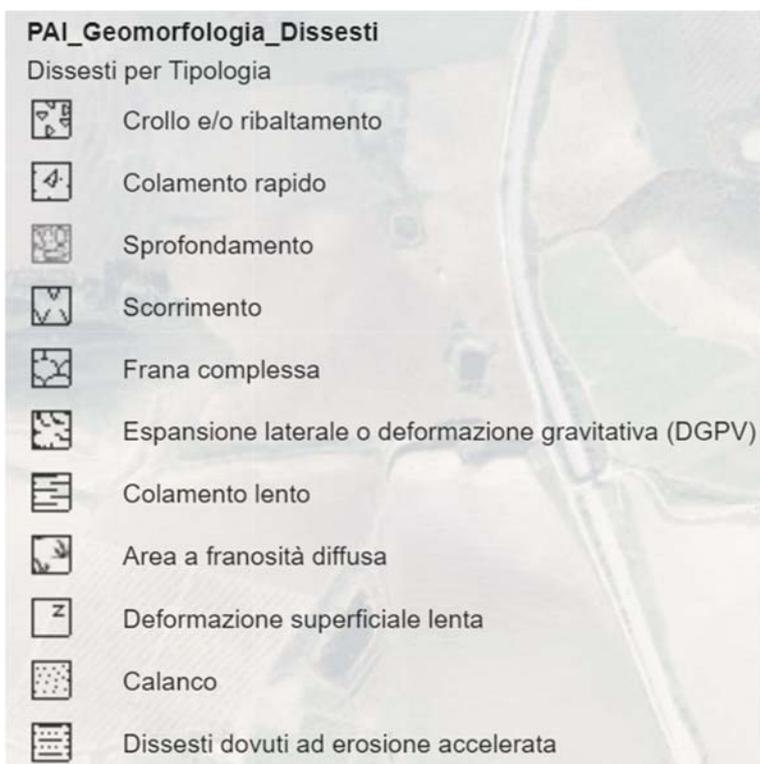


- 056, F. Modione e Area tra F. Modione e F. Belice
- 057, F. Belice
- 058, Area tra F. Belice e Carboj
- 059, F. Carboj
- 060, Area tra F. Carboj e F. Verdura
- 061, F. Verdura ed Area tra F. Verdura e F. Magazzolo

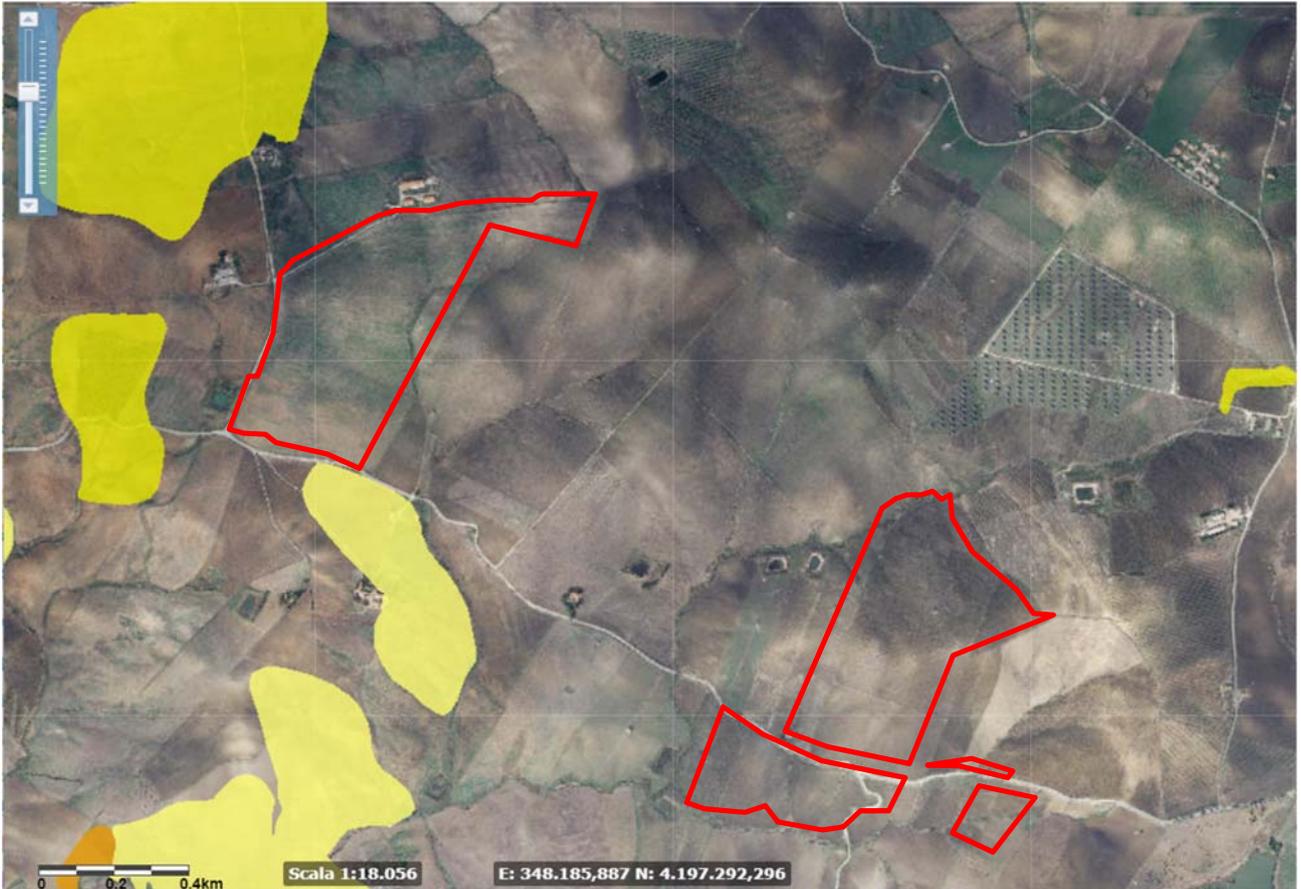
## PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA – CARTA DEI DISSESTI



Area moduli non perimetrata in pericolosità geomorfologica



**CARTA DELLA PERICOLOSITA' E RISCHIO GEOMORFOLOGICO**

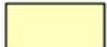


Area moduli non perimetrata in Rischio e pericolosità da frana

**LIVELLI DI PERICOLOSITA'**

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

**LIVELLI DI RISCHIO**

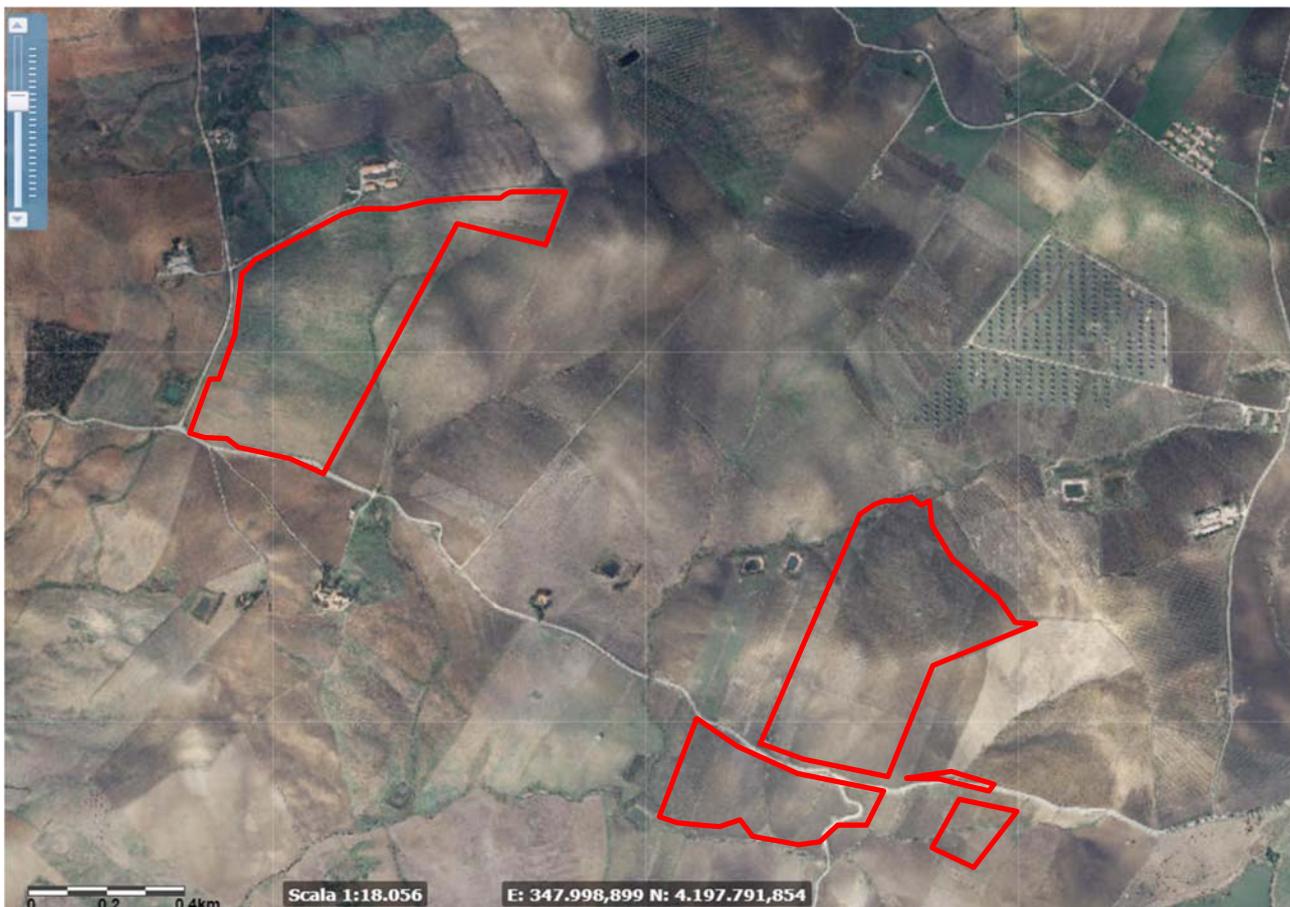
-  R1 moderato
-  R2 medio
-  R3 elevato
-  R4 molto elevato



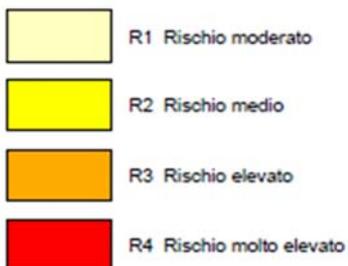
Aree ubicazione progetto



# CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO IDRAULICO

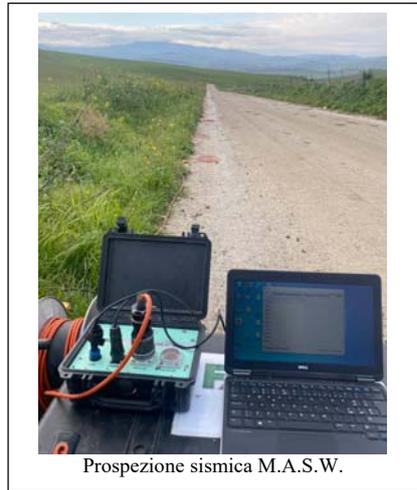
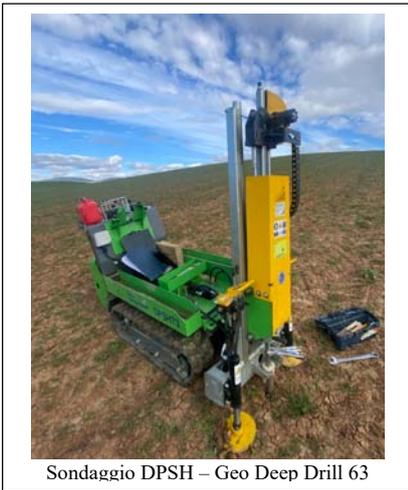


Area moduli non perimetrata in Rischio e pericolosità idraulica

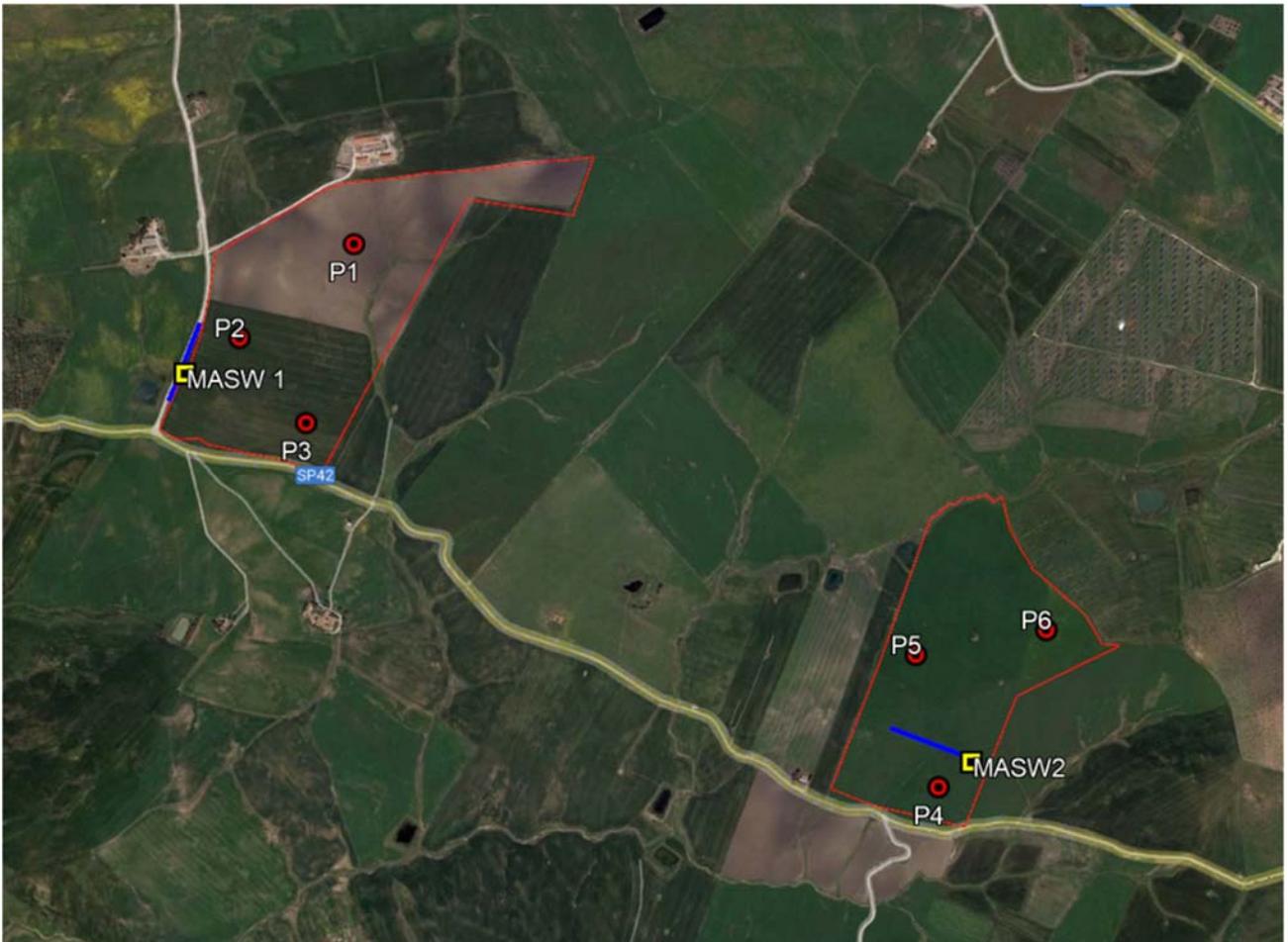


## 10.0 PROGRAMMA INDAGINI E PROVE PROGRAMMATE

Le indagini sono state effettuate per avere informazioni sulle caratteristiche geomeccaniche e sismiche dei terreni oggetto d'intervento. Essi consistono in n.6 sondaggi penetrometrici dinamici DPSH, entro cui sono stati prelevati n.2 campioni di terreno per le analisi da laboratorio, e n.2 prospezioni sismiche M.A.S.W. per la caratterizzazione sismica dei terreni (NTC2018). Si precisa che la tipologia e il numero di indagini effettuate è da ritenersi idoneo all'opera a farsi in quanto hanno fornito un quadro completo sulle caratteristiche geomeccaniche e sismiche dei terreni di fondazione.



### UBICAZIONE SONDAGGI SU ORTOFOTO



## 11.0 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI

I sondaggi penetrometrici DPSH sono stati spinti fino a un massimo di circa 6.00 metri di profondità rispetto al piano campagna. La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infingere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati.

### CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H. GEO DEEP DRILL 63

MARCA GEO DEEP DRILL MODELLO DPSH63-75 MATR. 02/2022/124 Costruzione Febbraio 2022			
Rif. Norme	DIN 4094	Peso aste a metro	5,5 Kg/m
Peso Massa battente	63,5 Kg	Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Altezza di caduta libera	0,75 m	Avanzamento punta	0,20 m
Peso sistema di battuta	0,6 Kg	Numero colpi per punta	N(20)
Diametro punta conica	50,96 mm	Coeff. Correlazione	1,479
Area di base punta	20,4 cm <sup>2</sup>	Rivestimento/fanghi	No
Lunghezza delle aste	1m	Angolo di apertura punta	90°

L'interpretazione delle prove penetrometriche ha permesso di individuare, dunque, nell'ambito del volume di terreno investigato (volume significativo), un profilo litostratigrafico aventi le seguenti caratteristiche:

<b><u>STRATO 1 0,00 – 0.60</u></b>	Coltre pedologica argillosa (terreno vegetale)
<b><u>STRATO 2 0,60 – 6.00</u></b>	Limo argilloso con rari clasti di natura marnosa e/o calcarei eterometrici

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni, il profilo penetrometrico è stato suddiviso in tratti a carattere omogenei distinti e, per ciascun tratto, sono state valutate le rispettive caratteristiche fisico-meccaniche valutando i parametri desunti dall'elaborazione dei dati acquisiti. Tutti i sondaggi penetrometrici hanno mostrato simili caratteristiche geotecniche, per cui, vengono riportati i valori con più bassi per maggiore sicurezza.

### STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI P1

STRATO	NSPT Media	Prof. media (m)	Gam [t/m <sup>3</sup> ]	Gams [t/m <sup>3</sup> ]	Fi [°]	c [Kg/cm <sup>2</sup> ]	cu [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ey [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ed [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ni
1	1,48	0.00-0,60	1,52	1,85	19	0.06	0,09	14,80	16,89	0.42
2	4,23	0,60-5,00	1,71	1,87	26	0.13	0,26	42,30	44,94	0.36

### STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI P2

STRATO	NSPT Media	Prof. media (m)	Gam [t/m <sup>3</sup> ]	Gams [t/m <sup>3</sup> ]	Fi [°]	c [Kg/cm <sup>2</sup> ]	cu [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ey [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ed [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ni
1	2,96	0.00-0,40	1,63	1,86	22	0.09	0,19	29,60	31,98	0.42
2	4,11	0,40-5,40	1,71	1,87	25	0.13	0,26	41,10	43,71	0.36

### STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI P3

STRATO	NSPT Media	Prof. (m)	Gam [t/m <sup>3</sup> ]	Gams [t/m <sup>3</sup> ]	Fi [°]	c [Kg/cm <sup>2</sup> ]	cu [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ey [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ed [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ni
1	1,48	0.00-0,40	1,52	1,85	19	0.06	0,09	14,80	16,89	0.42
2	4,22	0,40-5,00	1,71	1,87	26	0.13	0,26	42,20	44,83	0.36

### STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI P4

STRATO	NSPT Media	Prof. (m)	Gam [t/m <sup>3</sup> ]	Gams [t/m <sup>3</sup> ]	Fi [°]	c [Kg/cm <sup>2</sup> ]	cu [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ey [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ed [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ni
1	1,97	0.00-0,60	1,56	1,85	21	0.07	0,12	19,70	21,89	0.42
2	4,75	0,60-4,80	1,74	1,88	27	0.15	0,30	47,50	50,24	0.36

### STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI P5

STRATO	NSPT Media	Prof. (m)	Gam [t/m <sup>3</sup> ]	Gams [t/m <sup>3</sup> ]	Fi [°]	c [Kg/cm <sup>2</sup> ]	cu [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ey [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ed [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ni
1	1,48	0.00-0,60	1,52	1,85	19	0.05	0,09	14,80	16,89	0.42
2	4,44	0,60-4,00	1,73	1,87	25	0.15	0,28	44,40	47,08	0.36

## 12.0 MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

L'analisi ed il confronto dei dati così conseguiti, dalla campagna geognostica, hanno permesso, in particolare, di delineare l'assetto geologico strutturale dell'area, le varie successioni litostratigrafiche e le condizioni fisico-meccaniche dei terreni nell'ambito geomorfologico significativo. Analizzando i dati desunti dai sondaggi, le analisi di laboratorio, accorpando terreni con simili caratteristiche litologiche e geomeccaniche, sono stati individuati i principali strati rappresentanti il volume geotecnico del sottosuolo relativo all'area oggetto dei lavori:

STRATO	Prof. Strato medio (m)	Gam [t/m <sup>3</sup> ]	Gams [t/m <sup>3</sup> ]	Fi [°]	c [Kg/cm <sup>2</sup> ]	cu [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ey [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ed [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ni
1	0,00-0.60	1.52	1.85	19	0.05	0.09	14.80	16.89	0.42
2	0,60-7,00	1.86	1.98	25.41	0.14	0.26	41.10	43.71	0.36

(in rosso corrispondono i dati elaborati del laboratorio geotecnico) – certificato del laboratorio in allegato.

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito;

c: Coesione drenata; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; cu: Coesione non drenata.

### 13.0 TABELLE RIASSUNTIVE DELLE ANALISI DI LABORATORIO

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE				
Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
P1	C1	1,00-1,50	indisturbato	04.02.2023

#### RISULTATI DELLE PROVE

##### Grandezze indici rilevate in laboratorio

$\gamma_n$	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m <sup>3</sup>	18,28
$\gamma_s$	Peso specifico dei granuli	KN/m <sup>3</sup>	26,52
w	Contenuto di acqua naturale	%	19,93

##### Grandezze indici derivate analiticamente

$\gamma_d$	Peso dell'unità di volume secco	KN/m <sup>3</sup>	15,24
n	Porosità	%	42,55
e	Indice dei vuoti	---	0,74
$s_r$	Grado di saturazione	%	72,79
$\gamma_{sat}$	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m <sup>3</sup>	19,41
$\gamma'$	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m <sup>3</sup>	9,60

##### Risultati sperimentali

Angolo di attrito	25,41	Gradi
Coesione	14,93	KPa

Limo argilloso di colore marrone, consistente

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE				
Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
P5	C1	1,20-1,70	indisturbato	05.02.2023

#### RISULTATI DELLE PROVE

##### Grandezze indici rilevate in laboratorio

$\gamma_n$	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m <sup>3</sup>	18,62
$\gamma_s$	Peso specifico dei granuli	KN/m <sup>3</sup>	26,42
w	Contenuto di acqua naturale	%	20,03

##### Grandezze indici derivate analiticamente

$\gamma_d$	Peso dell'unità di volume secco	KN/m <sup>3</sup>	15,51
n	Porosità	%	41,28
e	Indice dei vuoti	---	0,70
$s_r$	Grado di saturazione	%	76,74
$\gamma_{sat}$	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m <sup>3</sup>	19,56
$\gamma'$	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m <sup>3</sup>	9,76

##### Risultati sperimentali

Angolo di attrito	25,69	Gradi
Coesione	13,83	KPa

Limo argilloso di colore marrone, consistente

## 14.0 MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

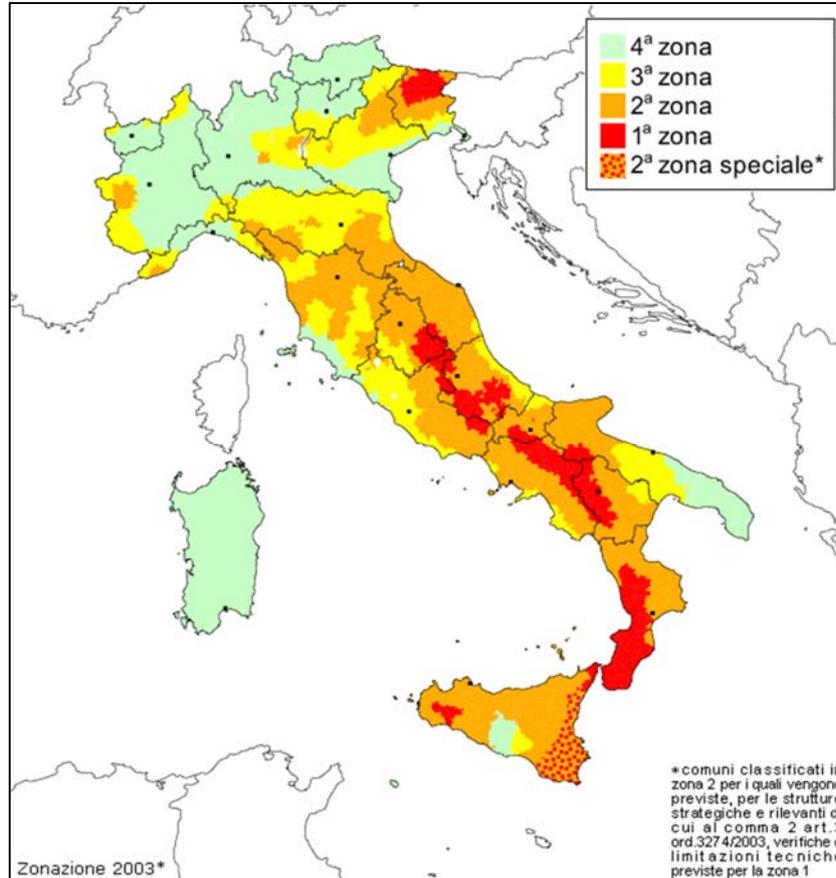
Questo capitolo tratta la modellazione sismica concernente la “pericolosità sismica di base” del sito su cui è prevista la realizzazione del progetto di cui in premessa e quello della valutazione dell’effetto della risposta sismica di progetto mediante specifiche analisi.

La classificazione sismica dell'Italia è la suddivisione del territorio della Repubblica Italiana in specifiche aree, caratterizzate da un comune rischio sismico.

Attualmente la classificazione sismica del territorio italiano in zone è rimasta esclusivamente per aspetti statistici e amministrativi. Con la normativa entrata in vigore nel 2009 (NTC08), all'indomani del terremoto che interessò la città dell'Aquila, ai fini della progettazione antisismica, si usa una nuova metodologia di calcolo basata su un approccio statistico puntiforme. Ogni punto del territorio italiano è caratterizzato da un preciso valore di accelerazione al suolo (PGA o Accelerazione di picco al suolo) in funzione di un tempo di ritorno (ossia un valore probabilistico).

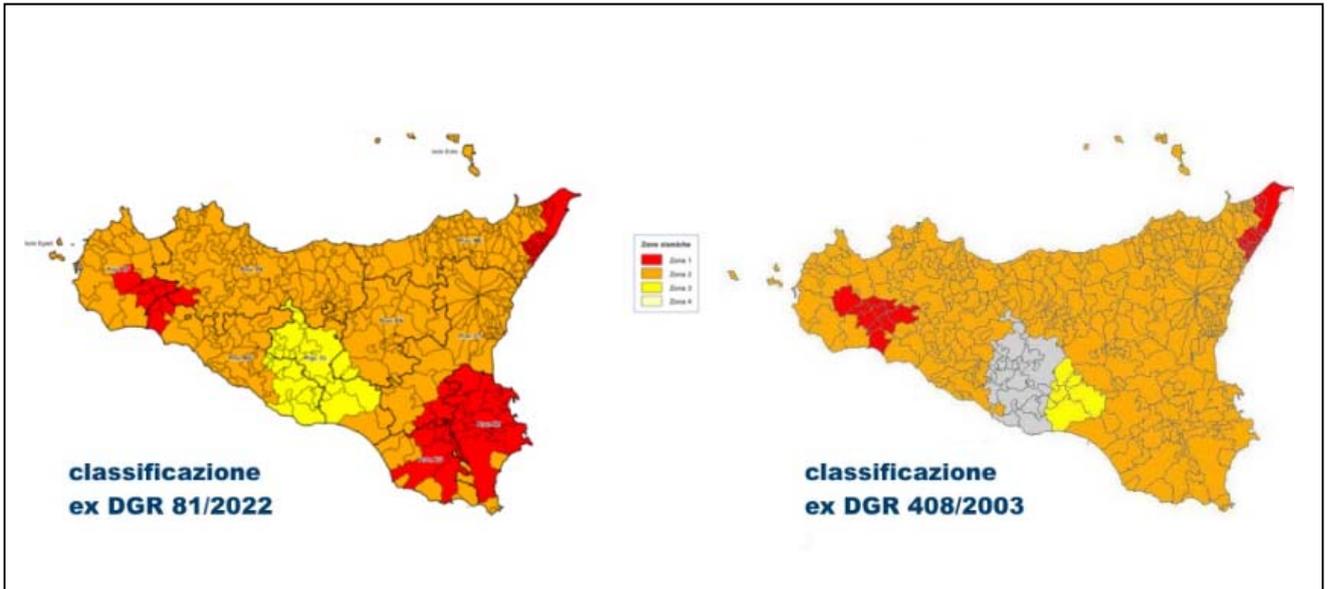
Secondo il provvedimento del 2003, tutti i comuni italiani sono stati classificati in 4 categorie principali, indicative del loro rischio sismico, calcolato in base alla PGA (*Peak Ground Acceleration*, cioè il picco di accelerazione al suolo) e per frequenza e intensità degli eventi, inoltre la classificazione dei comuni è in continuo aggiornamento man mano che vengono effettuati nuovi studi territoriali dalla regione di appartenenza o per variazioni statistiche significative nel lungo periodo:

- **Zona 1:** sismicità **alta** (PGA oltre 0,25 g);
- **Zona 2:** sismicità **medio-alta** (PGA fra 0,15 e 0,25 g);
- **Zona 3:** sismicità **medio-bassa** (PGA fra 0,05 e 0,15 g);
- **Zona 4:** sismicità **bassa** (PGA inferiore a 0,05 g).



La normativa precedente sulle costruzioni in zona sismica (D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996) suddivideva il territorio nazionale nelle seguenti zone sismiche:

- zona di I categoria (S=12)
- zona di II categoria (S=9)
- zona di III categoria (S=6)
- zona non classificata.

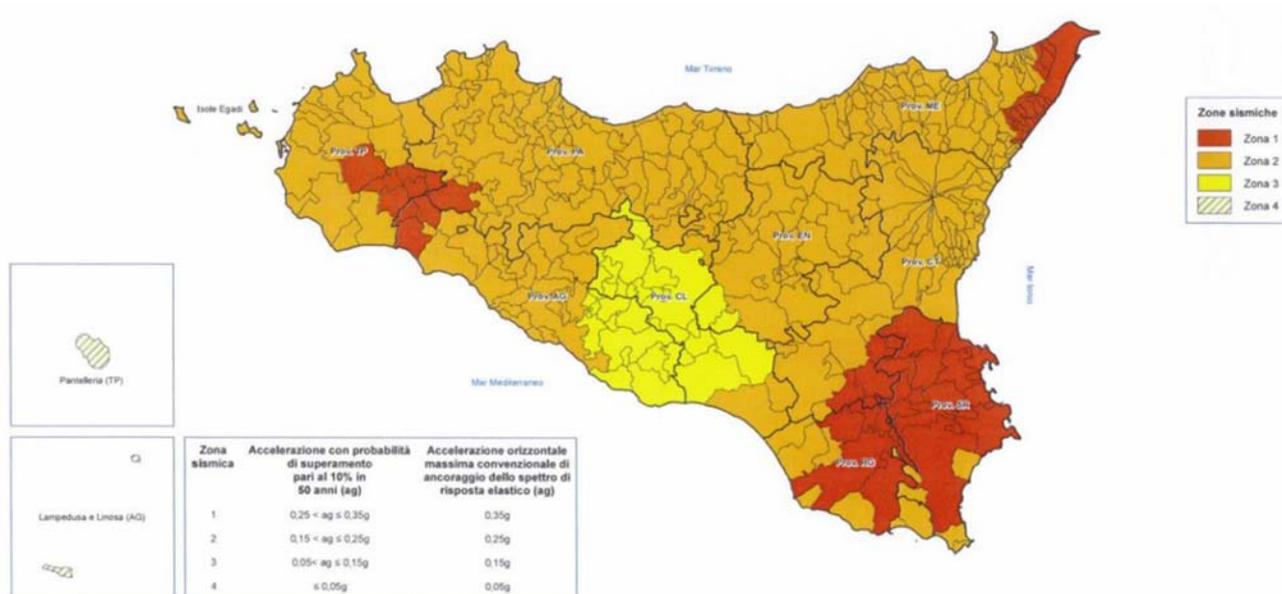


#### 14.1 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il territorio comunale di Monreale ricade in zona sismica (nuova classificazione) “zona 2” così come risulta dalla carta della macrozonazione sismica indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Campania n. 5447 del 7.11.2002.

<b>ZONA SISMICA 2</b> <b>ag=0.25g</b>	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti
--	--

I criteri per l'aggiornamento della mappa di **pericolosità sismica** sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'**accelerazione orizzontale massima (ag)** su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.



La stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_s > 800$  m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica, disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, redatta secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni, indica che il territorio comunale di Eboli rientra nelle celle contraddistinte da valori di  $a_g$  di riferimento compresi tra 0.150 e 0.175 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a_g$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).  
Sito in esame.

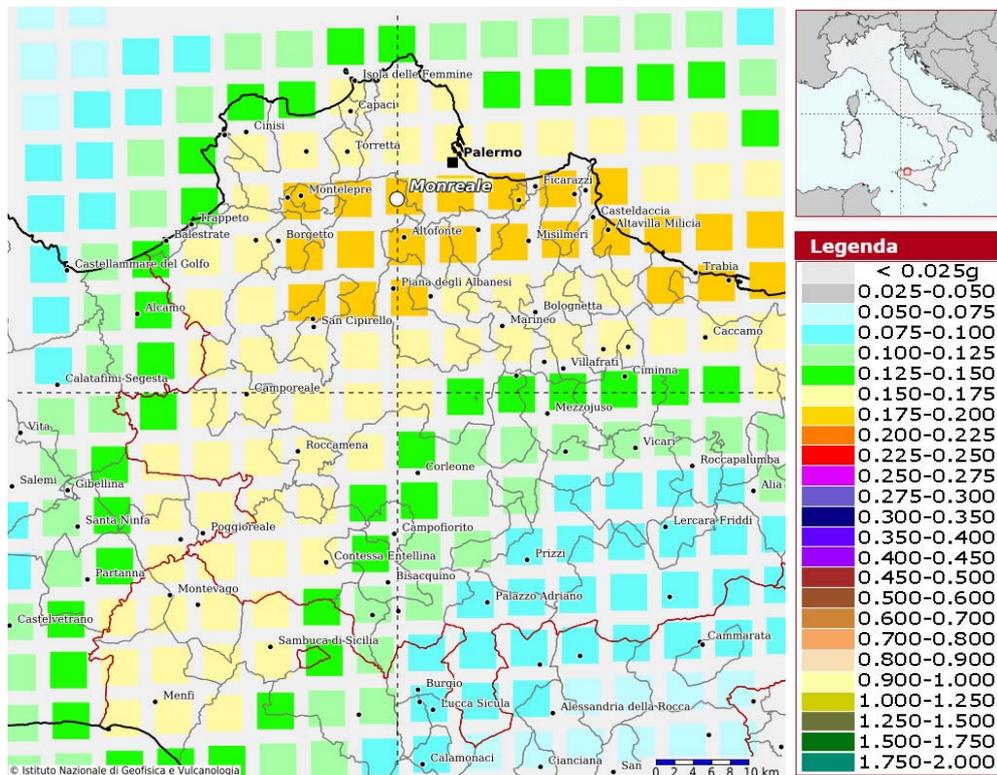
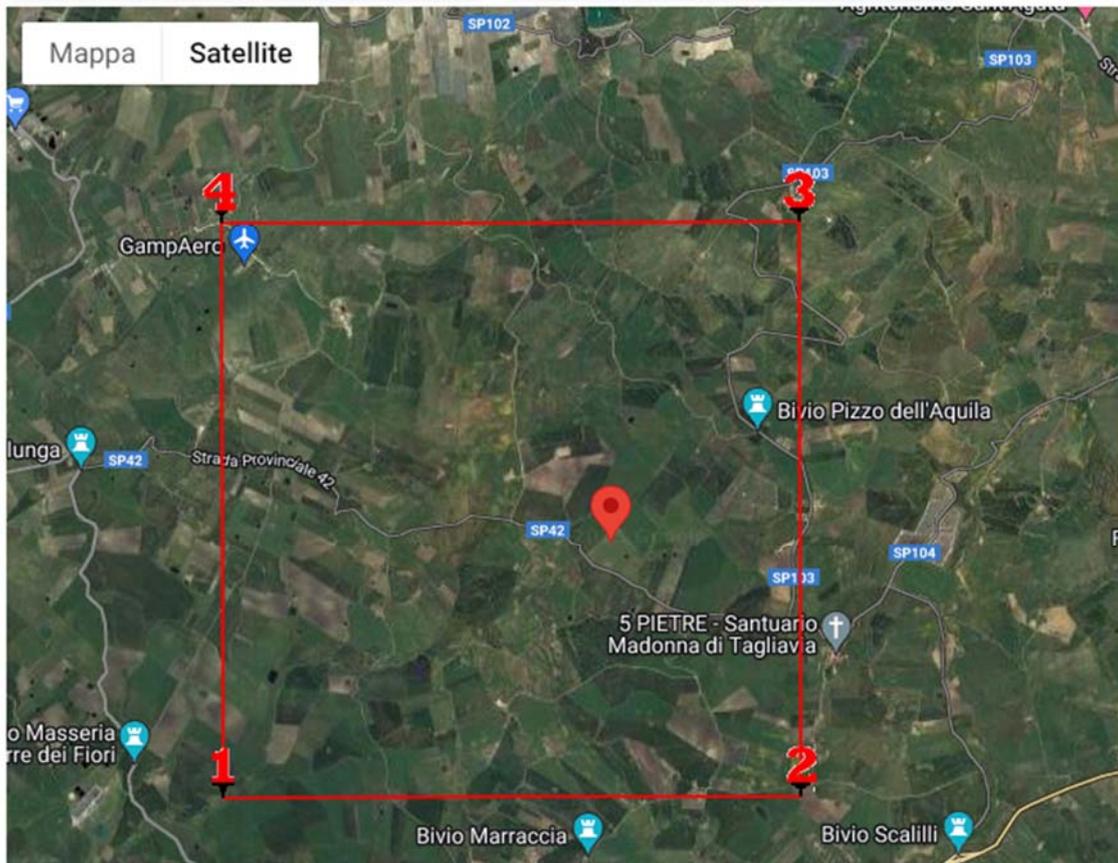
latitudine: 37,90676      longitudine: 13,280655 (ED50)

#### Siti di riferimento

Sito 1 ID: 46283      Lat: 37,8847      Lon: 13,2382      Distanza: 4465,633  
 Sito 2 ID: 46284      Lat: 37,8848      Lon: 13,3014      Distanza: 3044,839  
 Sito 3 ID: 46062      Lat: 37,9348      Lon: 13,3012      Distanza: 3598,814  
 Sito 4 ID: 46061      Lat: 37,9346      Lon: 13,2380      Distanza: 4858,357

WGS84: Lat 37.905696 - Lng 13.279798

ED50: Lat 37.906760 - Lng 13.280655



Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento ag; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

## 14.2 RISPOSTA SISMICA DI PROGETTO

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_c(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{vr}$ , nel periodo di riferimento  $V_r$ . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{vr}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

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

### Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

*Gli stati limiti di esercizio sono:*

**Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

**Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

*Gli stati limite ultimi sono:*

**Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

**Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{vr}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportati nella successiva tabella.

Stati limite		P <sub>vr</sub> : probabilità di superamento nel periodo di riferimento V <sub>r</sub>
Stati limite di esercizio	SLO	81 %
	SLD	63 %
Stati limite ultimi	SLV	10 %
	SLC	5 %

### 14.3 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

In sito sono state effettuate due prospezioni sismiche M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh), mediante l'utilizzo di sismografo **PASI GEA 24** matricola 18297 (24 bit 24 canali), con 12 geofoni elettromagnetici a bobina mobile con frequenza 4,5 hz, al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa. È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del suolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

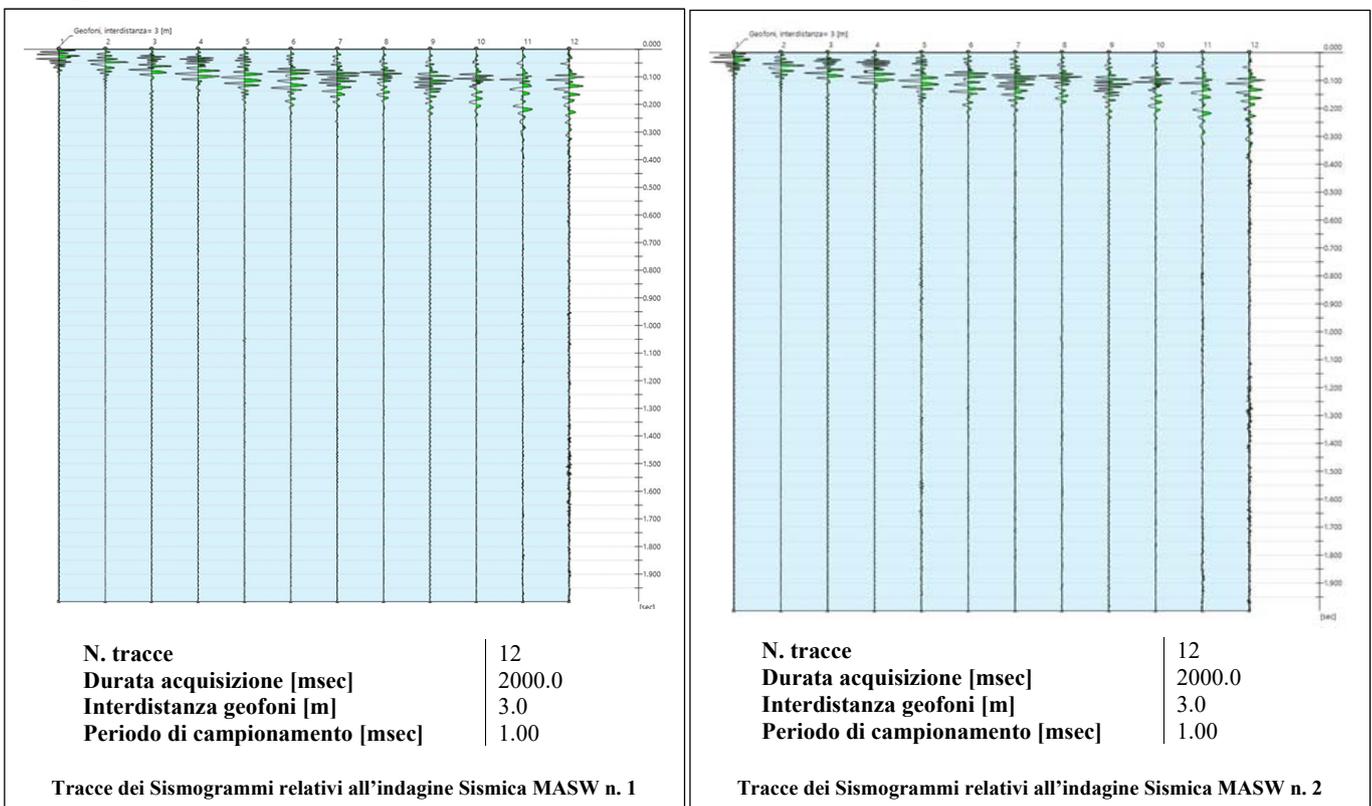
La sorgente sismica è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 6kg che batte su una piastra quadrata in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale a 10Hz, posto in prossimità della piastra. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 12 geofoni verticali (4.5Hz) posizionati ogni 3 metri lungo il profilo di indagine per una lunghezza complessiva di 36 metri.

La lunghezza complessiva dello stendimento geofonico è stato sufficiente a determinare la sismostratigrafia 2D dei terreni nel sito prescelto fino alla profondità di oltre 30m dal p.c..

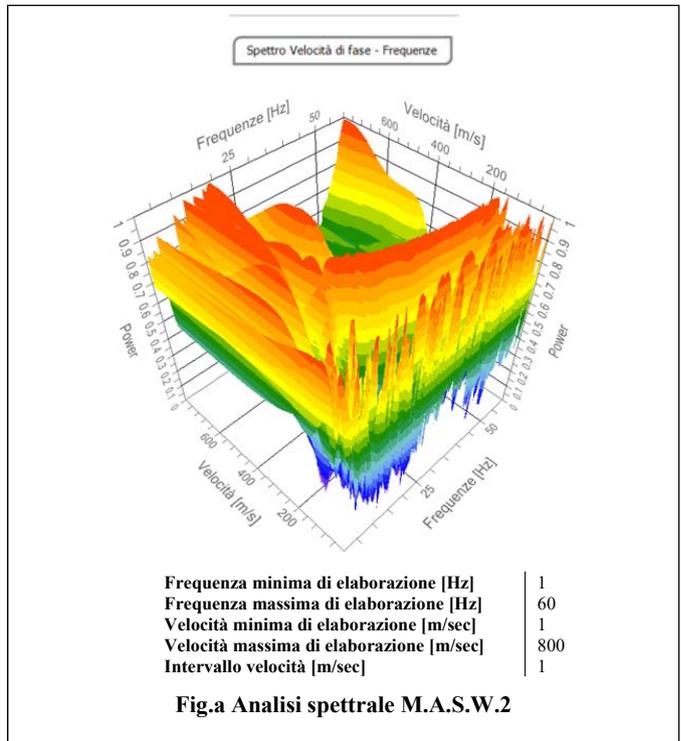
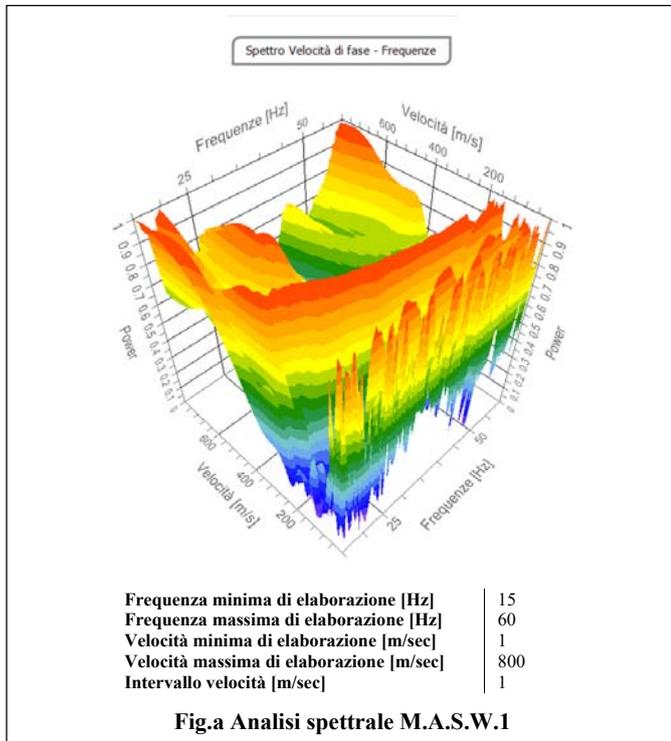
I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati utilizzando il software EASY MASW lite della Geostru, con numero di attivazione HW8EH-HLOL8-L1X9E-43PXS, che consente di analizzare i dati sismici acquisiti in campagna in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della Vs (velocità delle onde di taglio). Tale risultato è ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare, basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

#### ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI M.A.S.W.1 e M.A.S.W.2



L'elaborazione del sismogramma ha consentito di estrapolare lo spettro di velocità (fig. a) dal quale si è risalito tramite picking alla curva di dispersione che consente di ottenere sia gli spessori dei vari strati che le rispettive velocità.

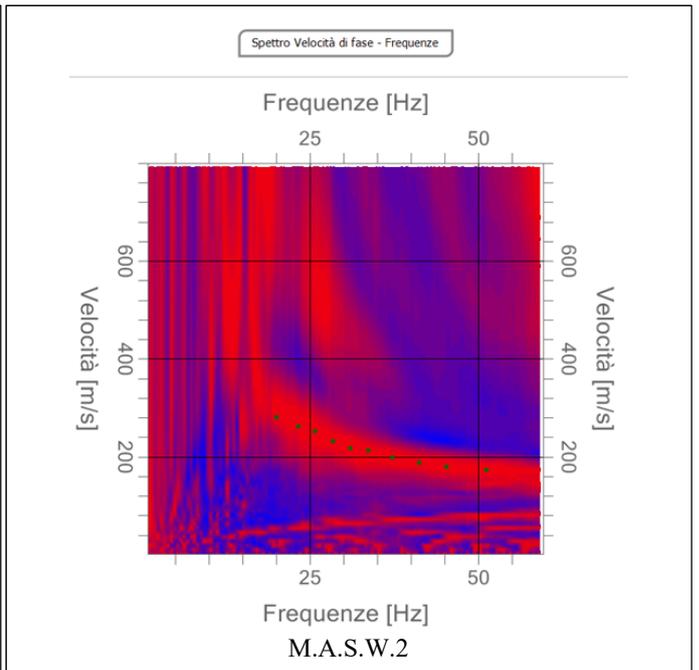
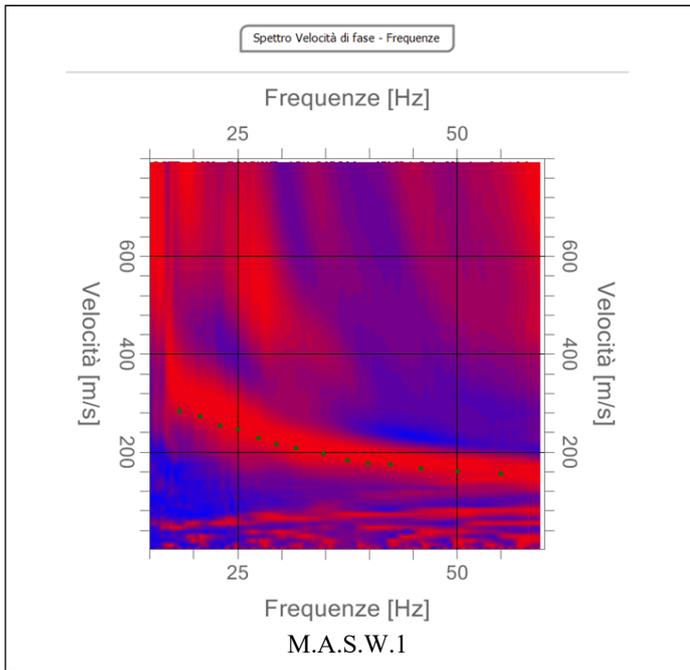


**Curva di dispersione M.A.S.W.1**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	18.4	283.9
2	20.8	272.3
3	23.1	254.1
4	25.1	245.8
5	27.4	229.3
6	29.5	216.1
7	31.7	207.8
8	34.8	196.2
9	37.6	183.0
10	39.9	176.3
11	42.5	174.7
12	45.9	166.4
13	50.1	159.8
14	55.0	156.5

**Curva di dispersione M.A.S.W.2**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	20.1	280.6
2	23.3	262.4
3	25.7	251.9
4	28.4	232.4
5	31.0	218.1
6	33.7	212.1
7	37.3	197.9
8	41.2	187.9
9	45.3	179.7
10	51.2	173.0

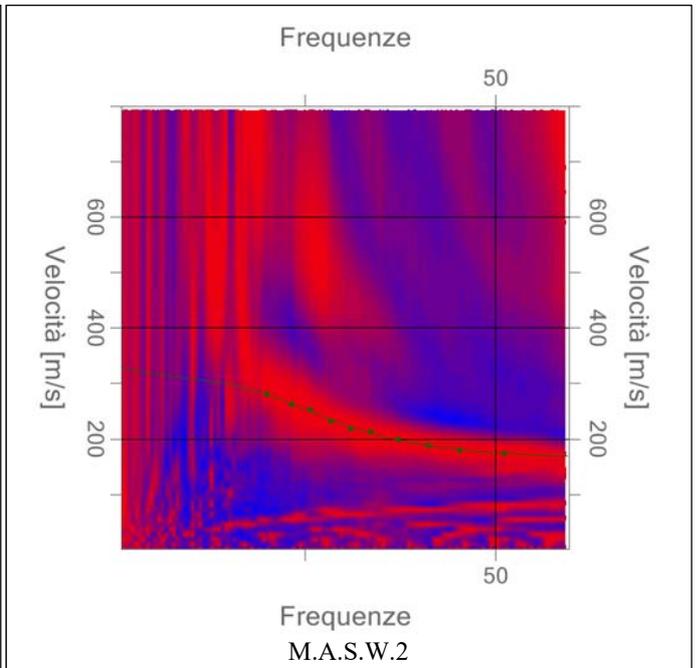
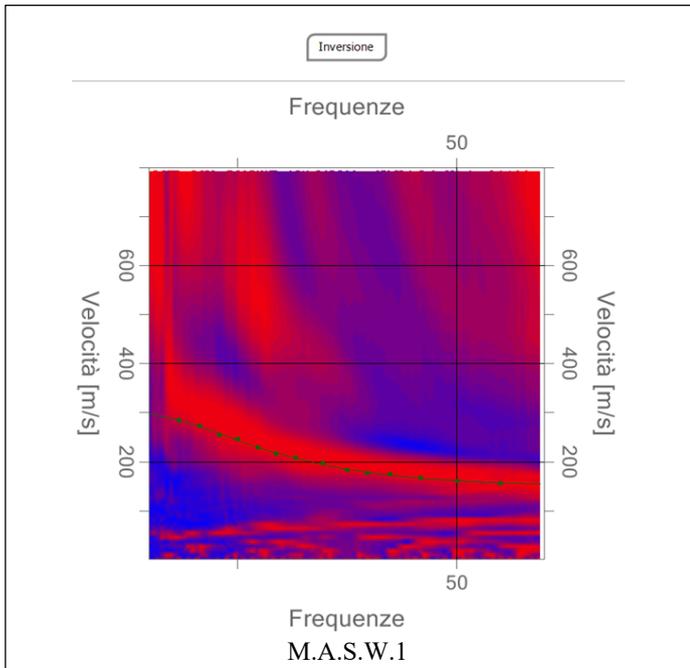


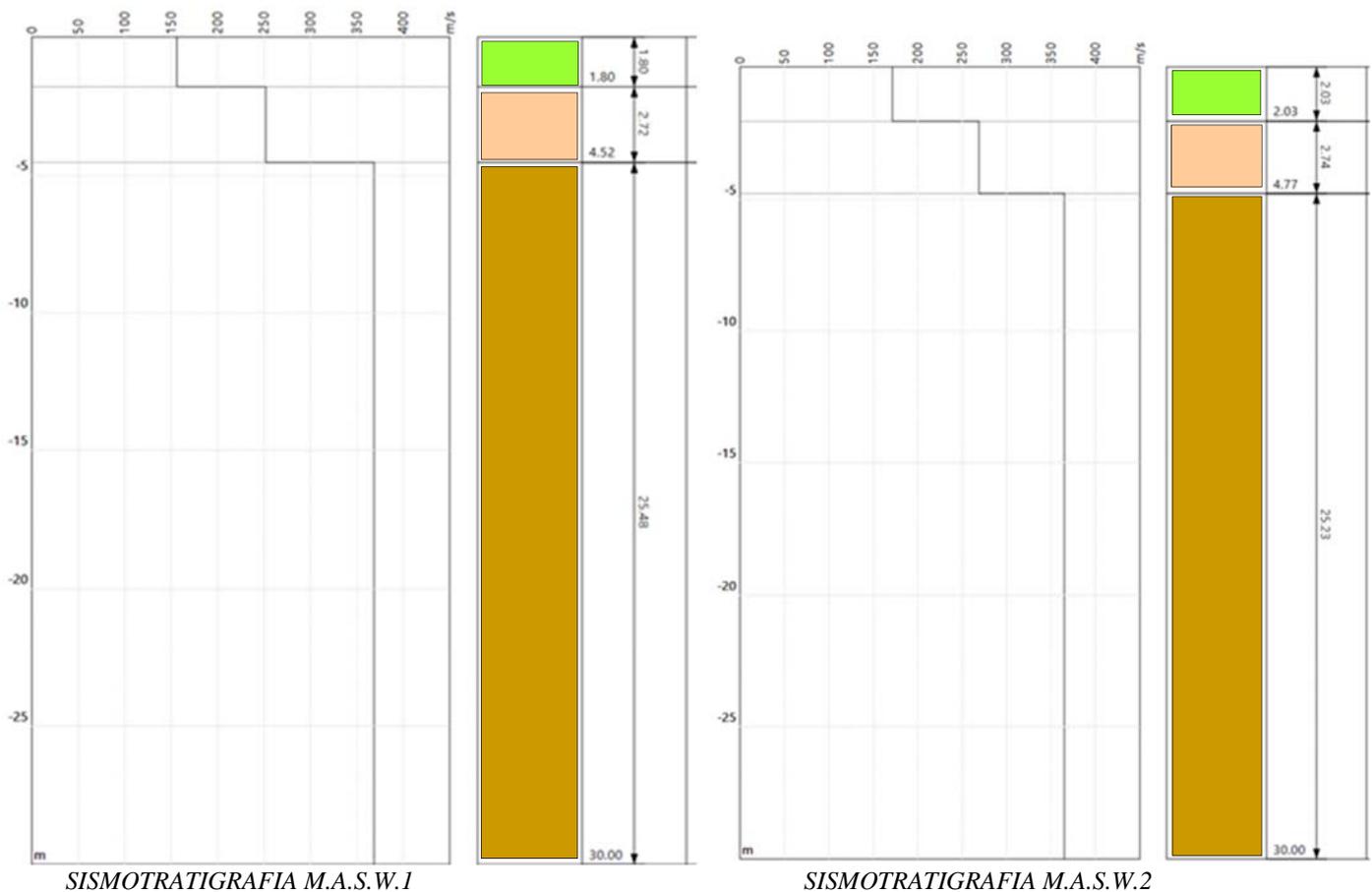
**Inversione**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.80	1.80	0.42	420.4	156.1
2	4.52	2.72	0.36	538.6	251.9
3	∞	∞	0.22	615.0	368.5

**Inversione**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	2.03	2.03	0.42	461.9	171.5
2	4.77	2.74	0.36	575.2	269.0
3	∞	∞	0.20	596.0	365.0





SISMOTRATIGRAFIA M.A.S.W.1

SISMOTRATIGRAFIA M.A.S.W.2

#### 14.4 CATEGORIA SISMICA DI SUOLO

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $VS_{30}$  di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m. di profondità.

Per le fondazioni superficiali, tale profondità 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. La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata.

Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica ( $NSPT_{30}$ ) nei terreni a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente ( $Cu_{30}$ ) nei terreni prevalentemente a grana fina.

La velocità equivalente delle onde di taglio  $VS_{30}$  è definita dall'espressione:

$$V_{S30} = 30 / \sum h_i / v_{si}$$

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente  $N_{spt30}$  è definita dall'espressione:

$$N_{SPT30} = \sum h_i / h_i / NSPT_i$$

La resistenza non drenata equivalente  $Cu_{30}$  è definita dall'espressione:

$$C_{u30} = \sum h_i / h_i / C_{ui}$$

Nel caso di sottosuoli costituiti da stratificazioni di terreni a grana grossa e a grana fina, distribuite con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità, ricadenti nelle categorie da A ad E, quando non si disponga di misure dirette della velocità delle onde di taglio si può procedere come segue:

- Determinare NSPT30 limitatamente agli strati di terreno a grana grossa compresi entro i primi 30 m. di profondità;
- Determinare Cu30 limitatamente agli strati di terreno a grana fina compresi entro i primi 30 m. di profondità;
- Individuare le categorie corrispondenti singolarmente ai parametri NSPT30 e Cu30;
- Riferire il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle individuate al punto precedente.

### Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale; per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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

### ELABORAZIONE

Per la determinazione della categoria di sottosuolo è stata elaborata la sismografia dello stendimento sismico M.A.S.W. effettuato in sito, la quale, risulta che il substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  superiore a 800 m/s, è posto ad una profondità superiore a 30 metri, per cui, è stato determinato il parametro velocità  $V_{S,30}$  il cui valore ha classificato il suolo di interesse (NTC 2018).

Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

$$V_{S30} = \frac{30m}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo per un totale di  $N$  strati presenti nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

Per  $H$  si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  superiore a 800 m/s.

Quando, invece, i depositi con profondità  $H$ , di tale substrato, risulta inferiore a 30 m, la velocità delle onde di taglio  $V_s$  è definita dal parametro  $V_{s,eq}$ .

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

**Categorie di Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018)**

Prospezione sismica	VS30 (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)	CATEGORIA TOPOGRAFICA
MASW_1	327.98	C	T1
MASW_2	329.14	C	T1

Categoria Suolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW1-2

**Categoria topografica T1** = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .

#### 14.5 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA RIFERITA AL CONTESTO DELL'INTERVENTO

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa **ag**, riferibile allo spettro di risposta elastico **Se(T)**, in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria **A**) con superficie topografica orizzontale e con riferimento a prefissate probabilità di accadenza **P<sub>VR</sub>** nel periodo di riferimento **VR**.

L'indagine sismica M.A.S.W. effettuata ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine in **categoria C** e in **categoria B** del D.M. 17 gennaio 2018 e proprio in funzione della suddetta categoria e della **categoria topografica T1**, in aggiunta dei parametri di progetto dell'opera, (a cura dello strutturista), vengono ricavati i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta e di progetto elastico, di seguito riportati, affinché il progettista e/o strutturista verifichi il comportamento ante e post operam dell'opera da realizzare nelle seguenti fasi di calcolo:

- Fase1 (Individuazione della pericolosità del sito)
- Fase 2 (Scelta della strategia di Progettazione)
- Fase 3 (Determinazione dell'azione di progetto)

In relazione alla tipologia di costruzione e alle prestazioni richieste per questa nel suo complesso, non essendo previste espresse indicazioni in merito, il rispetto dei vari stati limite si considera conseguito:

- Nei confronti dei tutti gli stati limite di esercizio, rispettando le verifiche relative al solo STATO LIMITE DI DANNO (SLD), a cui corrisponde una probabilità di superamento nel perioro di riferimento pari al 63%
- II. Nei confronti di tutti gli stati limite ultimi, rispettando le indicazioni costruttive e progettuali riportate nelle norme e le verifiche relative al solo STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV), a cui corrisponde una probabilità di superamento nel perioro di riferimento pari al 10%.

In particolare, per le verifiche si assume che la struttura abbia un comportamento NON DISSIPATIVO, adottando come spettro di progetto lo spettro elastico (non introducendo alcun fattore di struttura).

Di seguito si riportano i parametri considerati.

#### **COEFFICIENTI SISMICI DI PROGETTO [N.T.C.]**

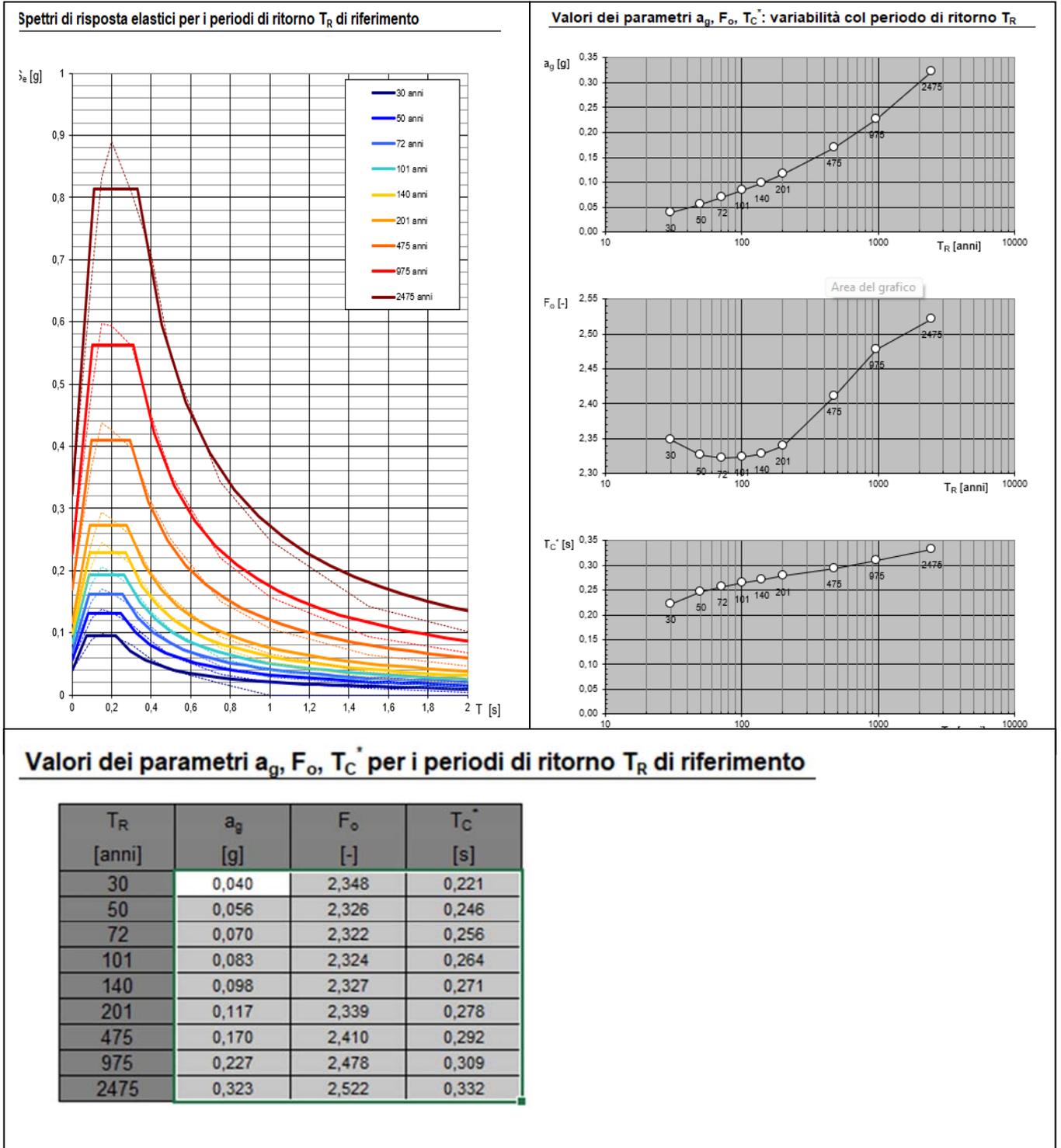
Normativa

NTC 2018

Tipo opera:	Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Coefficiente $C_u$	1.0
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]
Fattore di struttura [q]:	3
Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Lat./ Long. [WGS84]	37.905696, 13.279798
Lat./ Long. [ED50]	37,90676, 13,280655

## 14.6 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO DI PROGETTO

### Fase1 (Individuazione della pericolosità del sito)



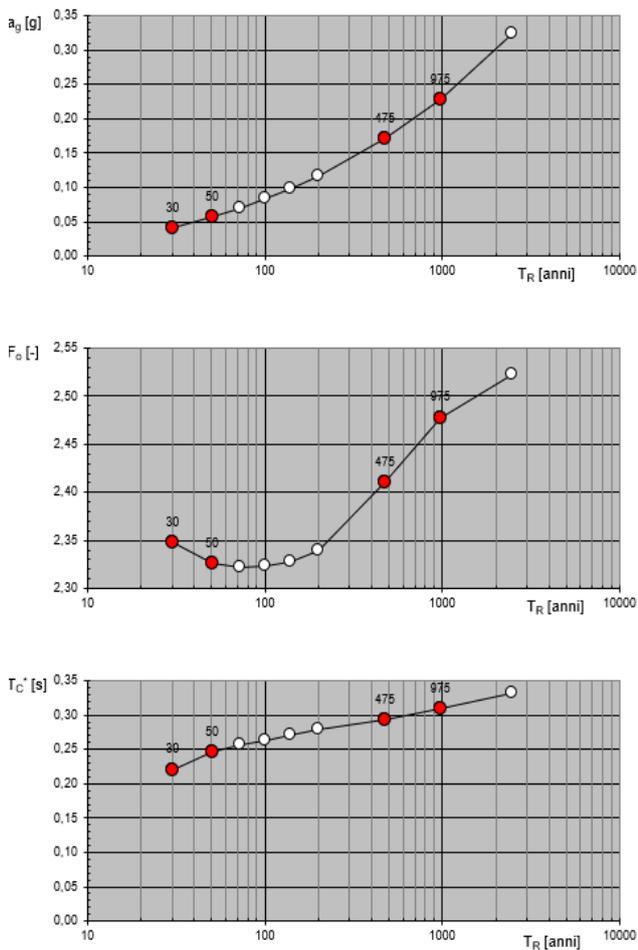
## Fase 2 (Scelta della strategia di Progettazione)

Vita nominale 50 anni (opere ordinarie)

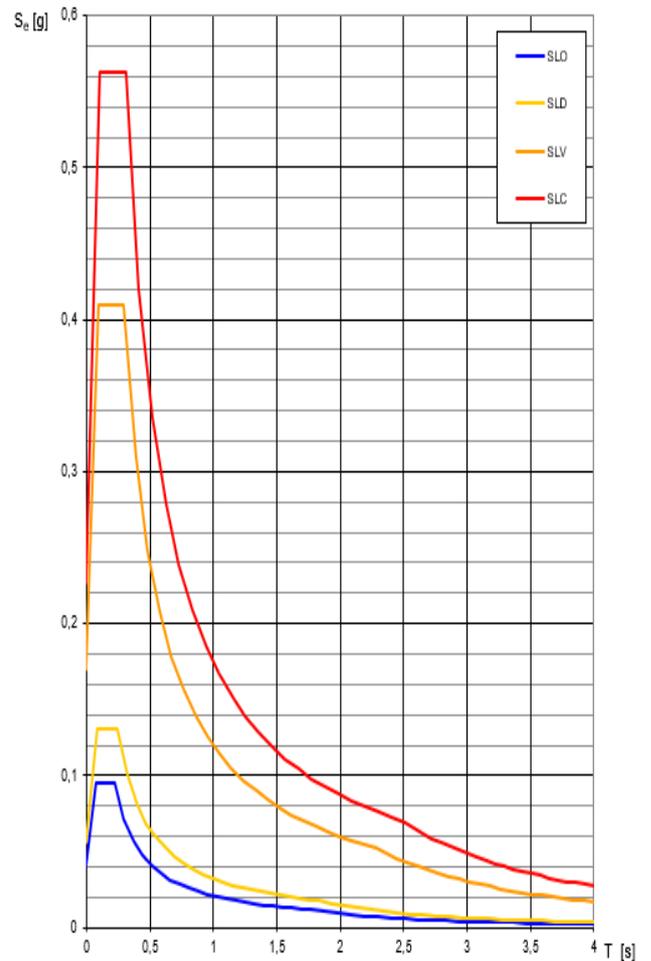
Coefficiente d'uso della costruzione  $C_u = 1,0$

Periodo di riferimento per la costruzione  $V_R = 50$

**Valori di progetto dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$**



**SPETTRI PER DIVERSI STATI LIMITE**

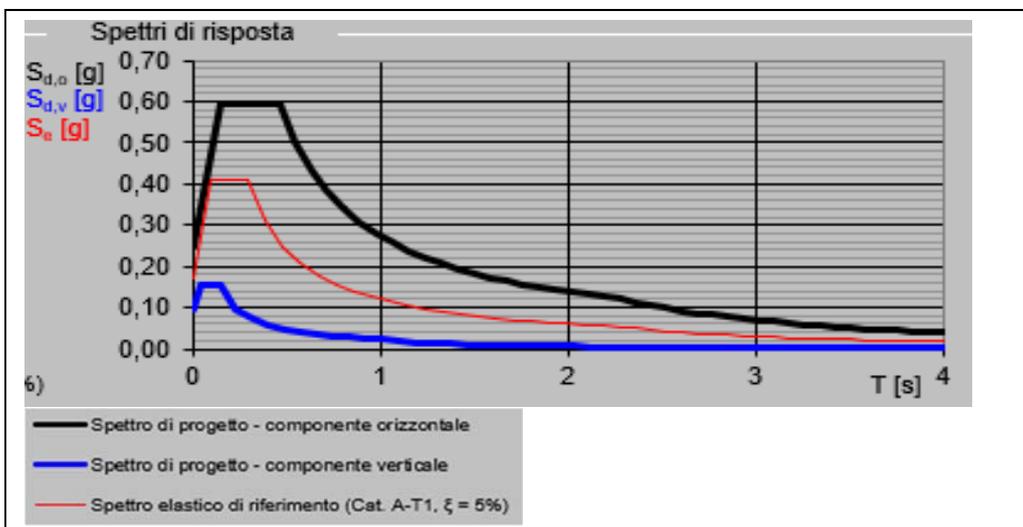
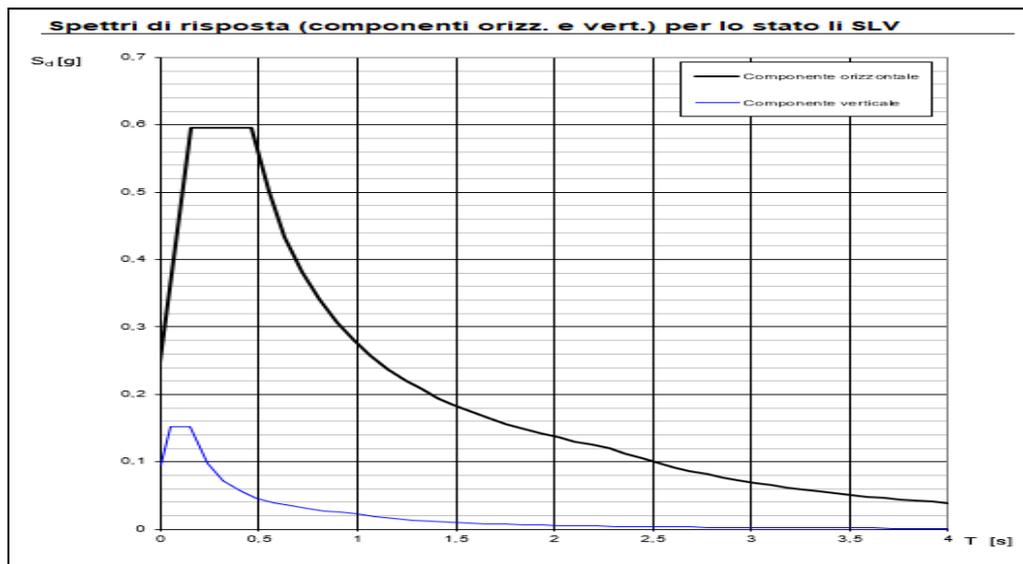


**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0,040	2,348	0,221
SLD	50	0,056	2,326	0,246
SLV	475	0,170	2,410	0,292
SLC	975	0,227	2,478	0,309

### Fase 3 (Determinazione dell'azione di progetto)

Categoria sottosuolo - C - Classe topografica T1 - Stato limite considerato SLD-DLV



**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLI**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_{ov}$	0,056 g
$F_{ov}$	2,326
$T_{ov}$	0,246 s
$S_{ov}$	1500
$C_{ov}$	1,668
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1500
$\eta$	1,000
$T_{th}$	0,137 s
$T_c$	0,410 s
$T_b$	1,826 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$S = S_0 \cdot S_T$  (NTC-08 Eq. 3.2.5)  
 $\eta = \sqrt{10 \cdot (5 - \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$  (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)  
 $T_{th} = T_c / 3$  (NTC-07 Eq. 3.2.8)  
 $T_c = C_{ov} \cdot T_{ov}$  (NTC-07 Eq. 3.2.7)  
 $T_b = 4,0 \cdot a_{ov} / g + 1,6$  (NTC-07 Eq. 3.2.9)

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$0 \leq T < T_{th} \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left[ \frac{T}{T_{th}} + \frac{1}{\eta \cdot F_s} \left( 1 - \frac{T}{T_{th}} \right) \right]$   
 $T_{th} \leq T < T_c \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s$   
 $T_c \leq T < T_b \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$   
 $T_b \leq T \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_b}{T} \right)$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $\eta q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0,000	0,085
0,137	0,197
0,410	0,197
0,478	0,169
0,545	0,148
0,612	0,132
0,680	0,119
0,747	0,108
0,815	0,099
0,882	0,092
0,950	0,085
1,017	0,079
1,084	0,075
1,152	0,070
1,219	0,066
1,287	0,063
1,354	0,060
1,421	0,057
1,489	0,054
1,556	0,052
1,624	0,050
1,691	0,048
1,758	0,046
1,826	0,044
1,929	0,040
2,033	0,036
2,136	0,032
2,240	0,029
2,344	0,027
2,447	0,025
2,551	0,023
2,654	0,021
2,758	0,019
2,861	0,018
2,965	0,017
3,068	0,016
3,172	0,015
3,275	0,014
3,379	0,013
3,482	0,012
3,586	0,011
3,689	0,011
3,793	0,010
3,896	0,010
4,000	0,010

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato linSLD**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_{ov}$	0,018 g
$S_{ov}$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_{ov}$	0,050 s
$T_c$	0,150 s
$T_b$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_s$	0,746
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$S = S_0 \cdot S_T$  (NTC-08 Eq. 3.2.5)  
 $\eta = 1/q$  (NTC-08 §. 3.2.3.5)  
 $F_s = 1,35 \cdot F_c \cdot \left( \frac{a_{ov}}{g} \right)^{0,5}$  (NTC-08 Eq. 3.2.11)

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$0 \leq T < T_{th} \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left[ \frac{T}{T_{th}} + \frac{1}{\eta \cdot F_s} \left( 1 - \frac{T}{T_{th}} \right) \right]$   
 $T_{th} \leq T < T_c \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s$   
 $T_c \leq T < T_b \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$   
 $T_b \leq T \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_b}{T} \right)$

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0,000	0,018
0,050	0,028
0,150	0,028
0,235	0,018
0,320	0,013
0,405	0,010
0,490	0,009
0,575	0,007
0,660	0,006
0,745	0,006
0,830	0,005
0,915	0,005
1,000	0,004
1,094	0,004
1,188	0,003
1,281	0,003
1,375	0,002
1,469	0,002
1,563	0,002
1,656	0,002
1,750	0,001
1,844	0,001
1,938	0,001
2,031	0,001
2,125	0,001
2,219	0,001
2,313	0,001
2,406	0,001
2,500	0,001
2,594	0,001
2,688	0,001
2,781	0,001
2,875	0,001
2,969	0,000
3,063	0,000
3,156	0,000
3,250	0,000
3,344	0,000
3,438	0,000
3,531	0,000
3,625	0,000
3,719	0,000
3,813	0,000
3,906	0,000
4,000	0,000

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{ov}$	0,170 g
$F_{ov}$	2,410
$T_{ov}$	0,292 s
$S_{ov}$	1,454
$C_{ov}$	1,575
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,454
$\eta$	1,000
$T_{th}$	0,154 s
$T_c$	0,461 s
$T_b$	2,280 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$S = S_0 \cdot S_T$  (NTC-08 Eq. 3.2.5)  
 $\eta = \sqrt{10 \cdot (5 - \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$  (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)  
 $T_{th} = T_c / 3$  (NTC-07 Eq. 3.2.8)  
 $T_c = C_{ov} \cdot T_{ov}$  (NTC-07 Eq. 3.2.7)  
 $T_b = 4,0 \cdot a_{ov} / g + 1,6$  (NTC-07 Eq. 3.2.9)

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$0 \leq T < T_{th} \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left[ \frac{T}{T_{th}} + \frac{1}{\eta \cdot F_s} \left( 1 - \frac{T}{T_{th}} \right) \right]$   
 $T_{th} \leq T < T_c \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s$   
 $T_c \leq T < T_b \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$   
 $T_b \leq T \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_b}{T} \right)$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $\eta q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0,000	0,247
0,154	0,596
0,461	0,596
0,547	0,502
0,634	0,433
0,721	0,381
0,807	0,340
0,894	0,307
0,981	0,280
1,067	0,257
1,154	0,238
1,241	0,221
1,327	0,207
1,414	0,194
1,501	0,183
1,587	0,173
1,674	0,164
1,760	0,156
1,847	0,149
1,934	0,142
2,020	0,136
2,107	0,130
2,194	0,125
2,280	0,120
2,362	0,112
2,444	0,105
2,526	0,098
2,608	0,092
2,690	0,087
2,772	0,082
2,854	0,077
2,935	0,073
3,017	0,069
3,099	0,065
3,181	0,062
3,263	0,059
3,345	0,056
3,427	0,053
3,509	0,051
3,591	0,049
3,672	0,046
3,754	0,044
3,836	0,043
3,918	0,041
4,000	0,039

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato linSLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{ov}$	0,095 g
$S_{ov}$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_{ov}$	0,050 s
$T_c$	0,150 s
$T_b$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_s$	1,342
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$S = S_0 \cdot S_T$  (NTC-08 Eq. 3.2.5)  
 $\eta = 1/q$  (NTC-08 §. 3.2.3.5)  
 $F_s = 1,35 \cdot F_c \cdot \left( \frac{a_{ov}}{g} \right)^{0,5}$  (NTC-08 Eq. 3.2.11)

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$0 \leq T < T_{th} \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left[ \frac{T}{T_{th}} + \frac{1}{\eta \cdot F_s} \left( 1 - \frac{T}{T_{th}} \right) \right]$   
 $T_{th} \leq T < T_c \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s$   
 $T_c \leq T < T_b \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$   
 $T_b \leq T \quad S_d(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_b}{T} \right)$

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0,000	0,095
0,050	0,152
0,150	0,152
0,235	0,097
0,320	0,071
0,405	0,056
0,490	0,047
0,575	0,040
0,660	0,035
0,745	0,031
0,830	0,028
0,915	0,025
1,000	0,023
1,094	0,019
1,188	0,016
1,281	0,014
1,375	0,012
1,469	0,011
1,563	0,009
1,656	0,008
1,750	0,007
1,844	0,007
1,938	0,006
2,031	0,006
2,125	0,005
2,219	0,005
2,313	0,004
2,406	0,004
2,500	0,004
2,594	0,003
2,688	0,003
2,781	0,003
2,875	0,003
2,969	0,003
3,063	0,002
3,156	0,002
3,250	0,002
3,344	0,002
3,438	0,002
3,531	0,002
3,625	0,002
3,719	0,002
3,813	0,002
3,906	0,001
4,000	0,001

## 15.0 CONCLUSIONI

Il sottoscritto **dr. Geol. Tullio Ciccarone**, iscritto all'Albo dei Geologi della Regione Campania al n.1863, a seguito dell'incarico conferitomi dalle società "**GAMIAN CONSULTING Srl**" e "**MR WIND Srl**", ha redatto una relazione geologica, idrogeologica e di modellazione sismica su un'area dove è prevista la progettazione di un impianto agro-fotovoltaico della potenza di 37,00 MWp, da realizzarsi in località "Contrada Frisella" del territorio comunale di Monreale (PA).

*Scopo del presente studio è stato quello di inquadrare l'area in esame nell'ambito del contesto geomorfologico ed idrogeologico generale, fornire le caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dalla realizzazione dell'opera, determinare i parametri che condizionano la stabilità del complesso terreno-fondazione e verificare che il progetto in esame sia compatibile con i principali processi morfologici e idrogeologici dell'area e con i vincoli imposti dal piano stralcio per l'assetto idrogeologico elaborato dall'ADB Sicilia.*

L'area di studio ricade nel settore nord-occidentale dell'isola siciliana, caratterizzata da morfologie collinari di natura marnoso-pelitiche. Massiccia presenza anche di formazioni di deposizione alluvionali quaternarie che bordano il reticolo idrografico e i bassi topografici e di depositi di frana che ricoprono i pendii collinari. Rara presenza di affioramenti rocciosi di natura marnose-calcaree, infatti, durante i sondaggi, sono state rilevati trovanti marnosi nella coltre superficiale.

La fasi geologiche di questo settore ha determinato una morfologia tipica delle zone collinari della Sicilia centrale, con altitudine tra 480 e 530 m. s.l.m. e pendenze medio-basse che non superano il 3-4 % dove, però, localmente, si possono manifestare fenomeni gravitazionali sotto forma per lo più di processi lenti di versante (creep, soliflussi). Infatti, sebbene le morfologie sono caratterizzate da formazioni di natura argilloso-pelitico costituenti pendii a debole acclività, la presenza di un fitto reticolato idrografico, e la scarsa regimazione delle acque, i cui tratti di testata risultano quasi sempre ad elevata attività erosiva, fa sì che zone, anche con moderata pendenza, presentino diffusi lenti fenomeni di dissesto come i creep e/o soliflussi.

Dai sondaggi effettuati le caratteristiche idrogeologiche dei terreni in disamina possono generare accumuli freatici superficiali sospesi durante le precipitazioni meteoriche che drenate della coltre superficiale vengono tamponate dal substrato sottostante argilloso relativamente meno permeabile. Tale condizione, in assenza di un adeguato sistema di regimazione, i parametri geomeccanici di questi terreni vengono aggravati dalla stessa acqua di percolazione, la quale, penetrando tra i granuli della coltre e dei litotipi sottostanti, favorisce l'aumento della tensione capillare e l'asportazione della frazione fine con conseguente diminuzione della coesione e dell'angolo di attrito interno, parametri indispensabili al mantenimento della loro stabilità. Pertanto è indispensabile che la progettazione preveda un adeguato sistema di regimazione intorno a tutte le strutture di progetto con canali e drenaggi affinché le acque possano essere convogliate nei reticoli naturali di deflusso. Tale sistema eviterà così risalite di umidità per capillarità e darà maggiore stabilità all'intera opera di progetto.

Inoltre dalla consultazione della cartografia dei piani stralcio del rischio e pericolosità da frana e idraulico, dell'**Autorità di Bacino della Regione Sicilia**, l'area dove saranno disposti i moduli fotovoltaici, non è classificata ad alto rischio idrogeologico e gli interventi, di modesta entità, non andranno a modificare l'attuale equilibrio idrogeologico, infatti, le strutture di fondazione sono tali da non incidere negativamente sullo stesso equilibrio idrogeologico, in particolare, non sono previsti sbancamenti o riporti significativi: gli scavi saranno ridotti al minimo rispettando le linee di quota e la geometria naturale dei versanti.

Altrettanto può dirsi per il tracciato del cavidotto che si sviluppa nella sua quasi totalità lungo strade di campagna e/o tratturi già esistenti, oltre che strade provinciali, e con pendenze longitudinali e trasversali alquanto blande.

Per la caratterizzazione sismica e determinazione della categoria di sottosuolo è stato effettuato una prospezione sismica con n.2 M.A.S.W. e, dalla relativa sismostratigrafia elaborata, risulta che il substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  superiore a 800 m/s, è posto ad una profondità superiore a 30 metri, per cui, è stato determinato il parametro velocità  $V_{S,30}$  il cui valore ha classificato in **categoria C** il suolo di interesse (NTC 2018).

Dai sondaggi effettuati e dai rilievi geologici i terreni possiedono buone caratteristiche geomeccaniche per l'opera a farsi, non sono stati riscontrati livelli cedevoli e sono esclusi fenomeni di liquefazione in concomitanza di un evento sismico.

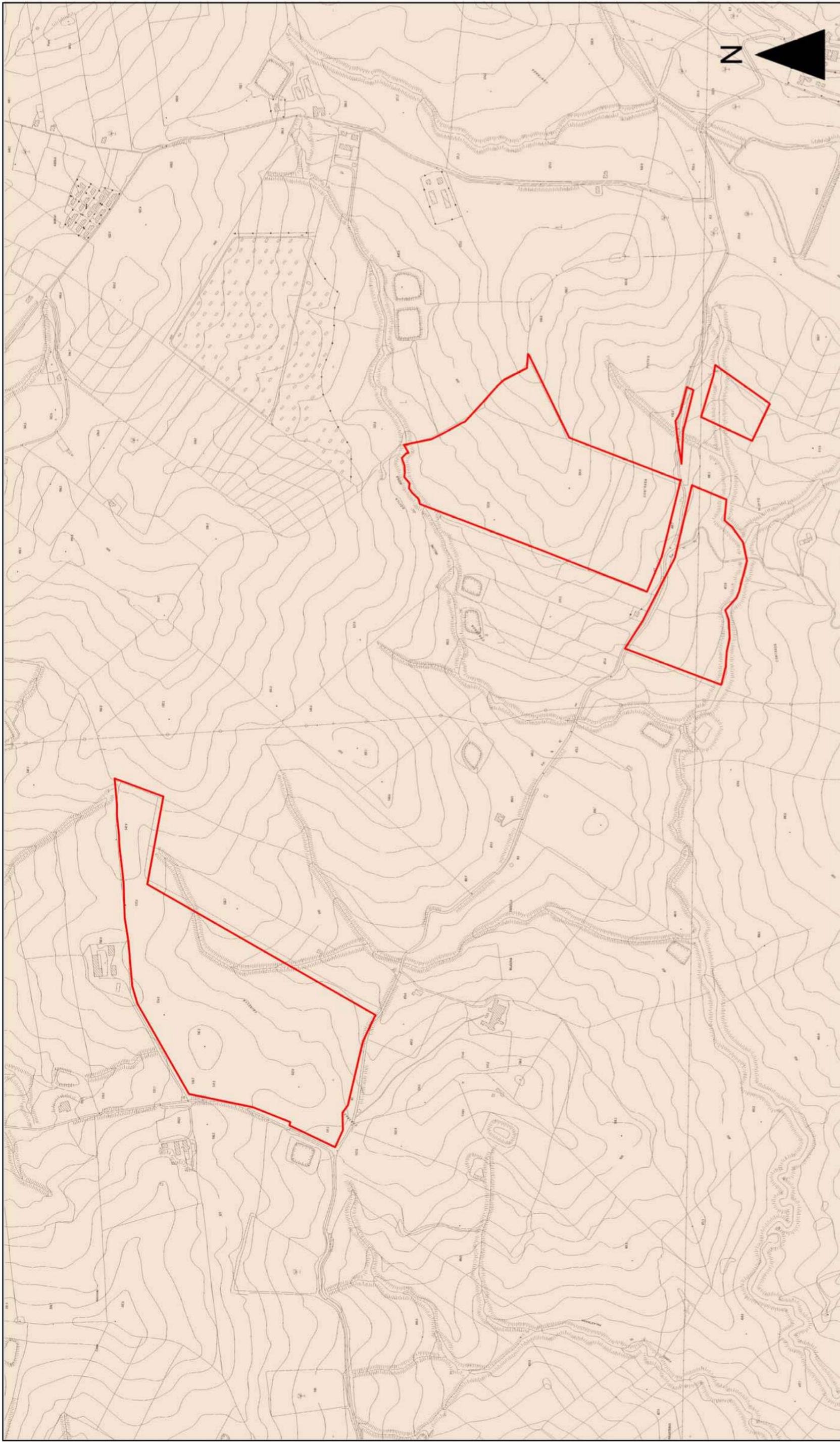
Si precisa che la tipologia e il numero di indagini effettuate è da ritenersi idoneo all'opera a farsi in quanto hanno fornito un quadro completo sulle caratteristiche geomeccaniche e sismiche dei terreni di fondazione, inoltre, gli interventi sono compatibili tra la previsione urbanistica e la caratterizzazione geomorfologica dell'area.

Dunque visto che l'entità e la tipologia degli interventi realizzati sono del tutto irrilevanti sull'equilibrio idrogeologico del sito, si può affermare che tali interventi garantiscono la sicurezza del territorio in coerenza a quanto disposto dagli articoli 3, 17 e 31 della legge quadro sulla difesa del suolo L. 183/89 e s.i.m.

**IL GEOLOGO**  
*Dr. TULLIO CICCARONE*

# **ALLEGATO I**

INQUADRAMENTI CARTOGRAFICI



LEGENDA



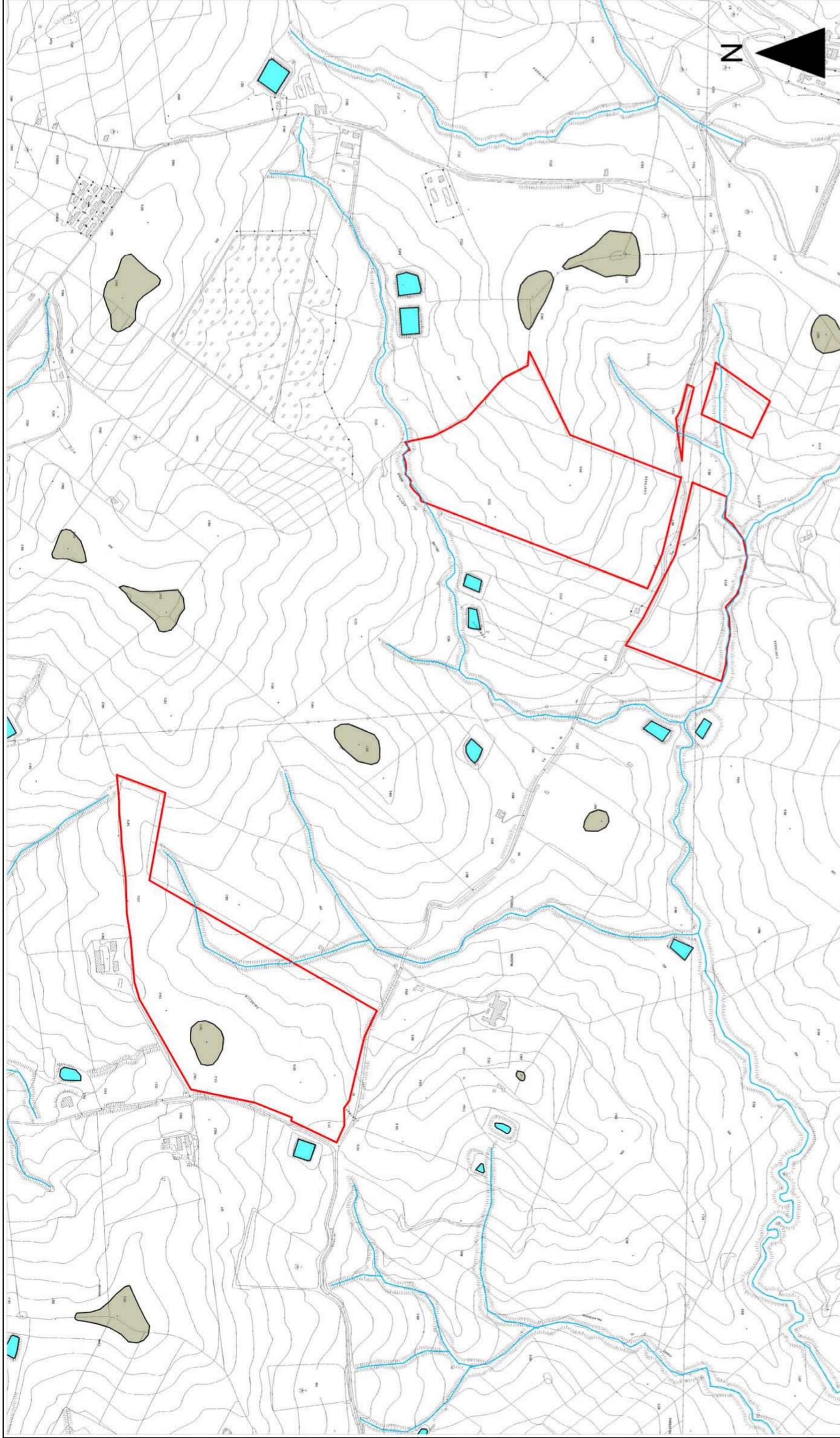
Argille e peliti argillose, con rara presenza di livelli arenacci



Area campo fotovoltaico

SCALA 1:10 000

# CARTA GEOLITOLOGICA

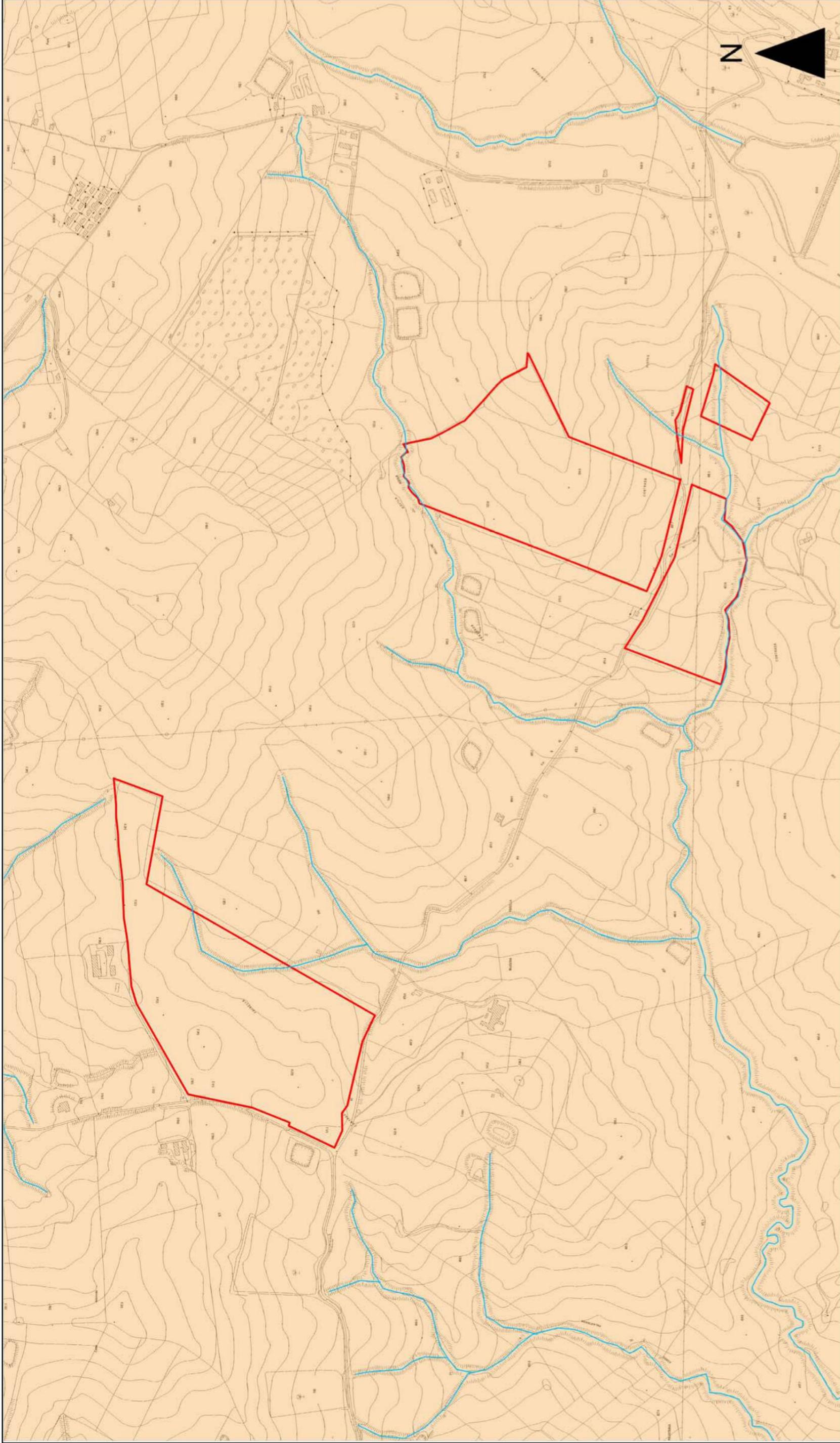


**LEGENDA**

-  Alto topografico in contesto collinare
-  Bacino di raccolta acque artificiale
-  Area campo fotovoltaico
-  Area di contesto collinare a medio/alta pendenza
-  Alveo torrentizio/fluviale

SCALA 1:10 000

# CARTA GEOMORFOLOGICA



**LEGENDA**

Formazioni pelitico-argillose  
**PERMEABILITA' PER POROSITA' BASSA, A TRATTI  
IMPERMEABILE**



Reticolo idrografico



Area campo fotovoltaico



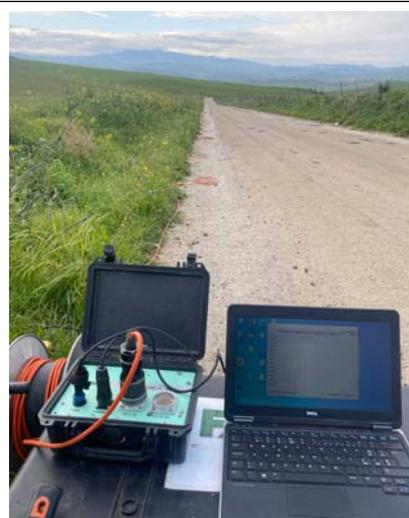
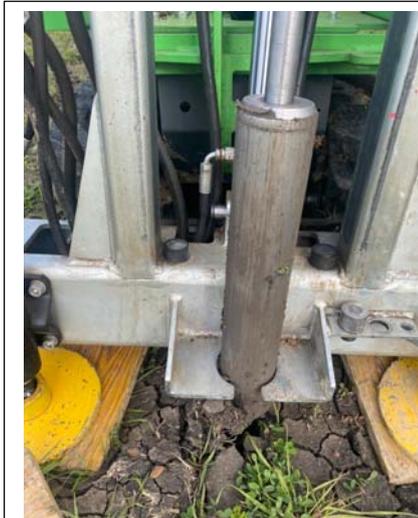
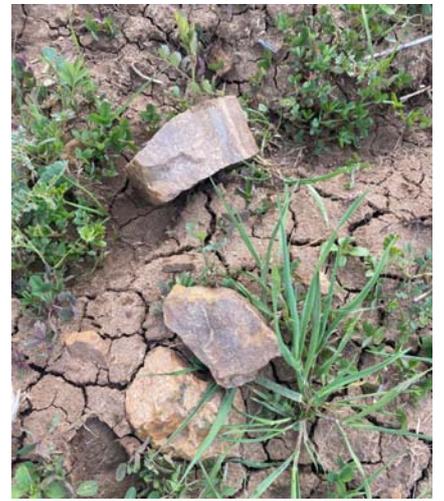
SCALA 1:10 000

# CARTA IDROGEOLOGICA

N

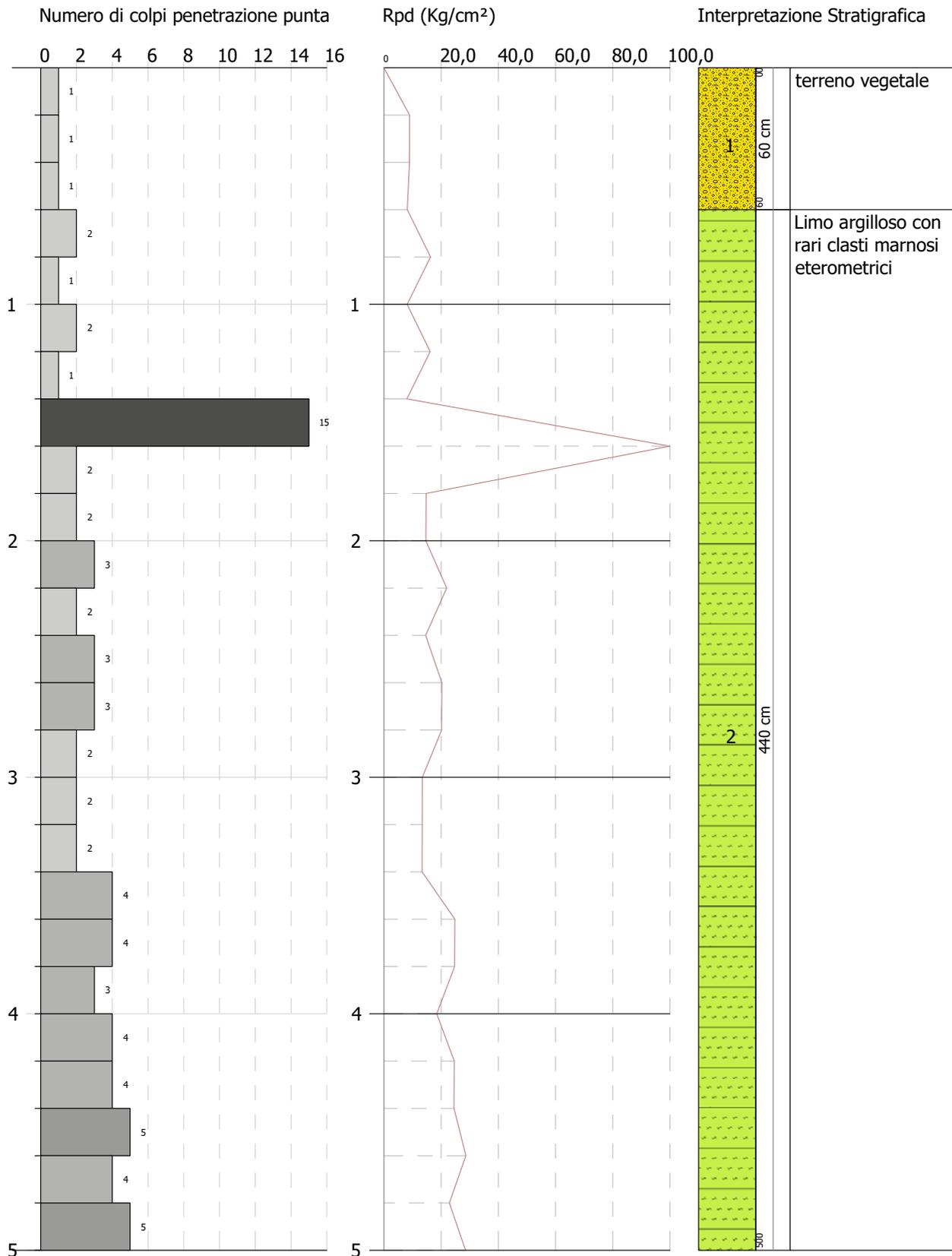


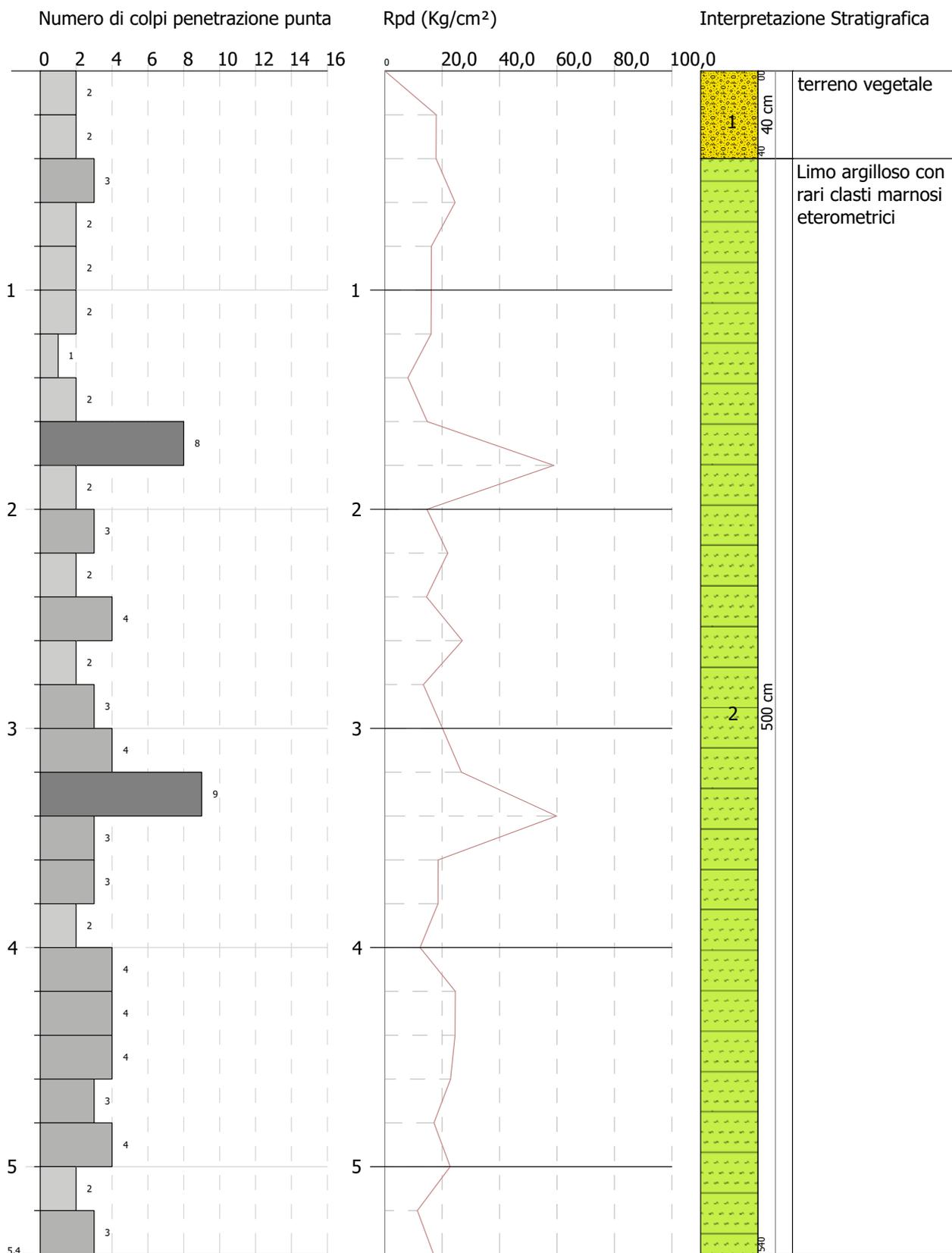
# REPORT FOTOGRAFICO

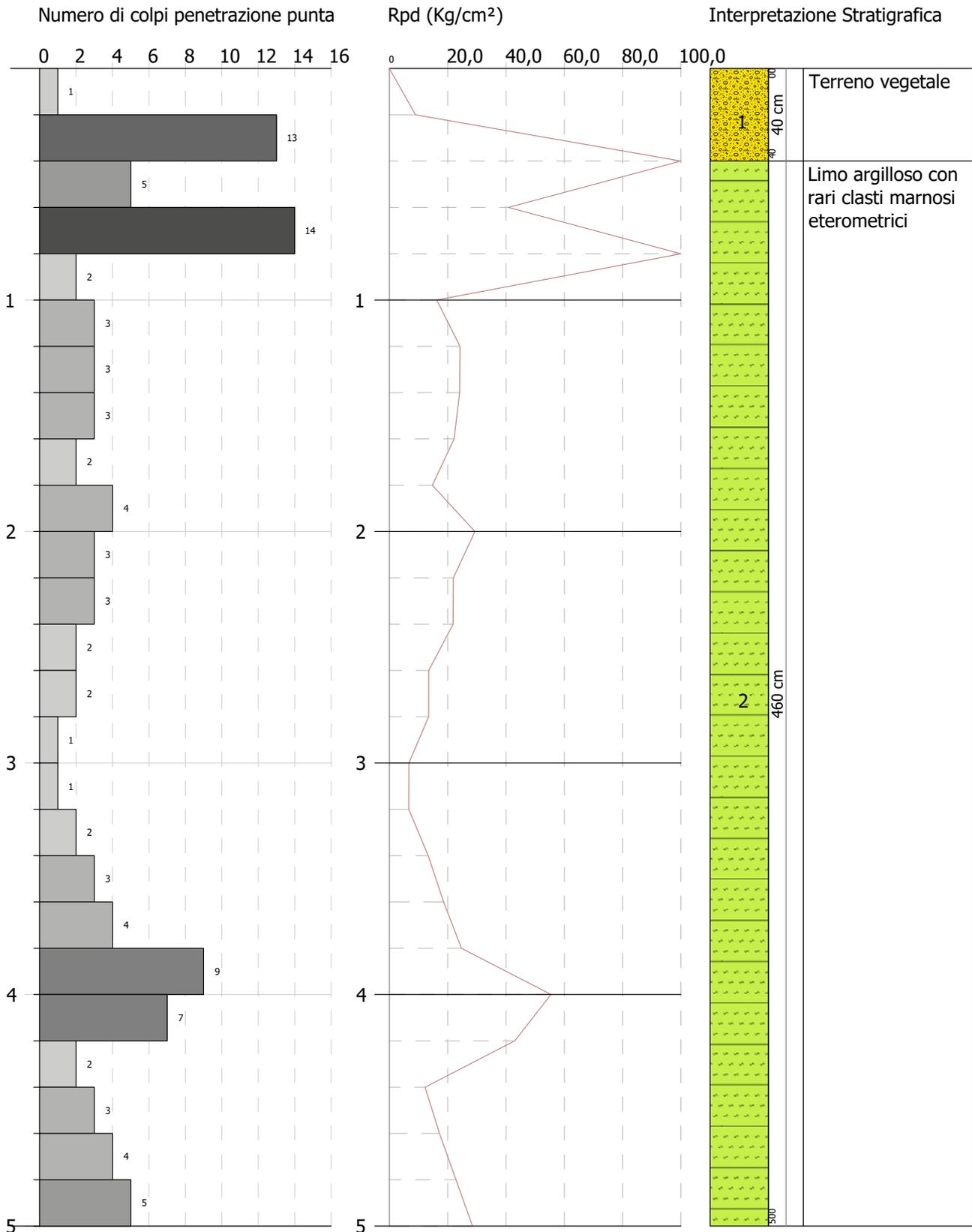


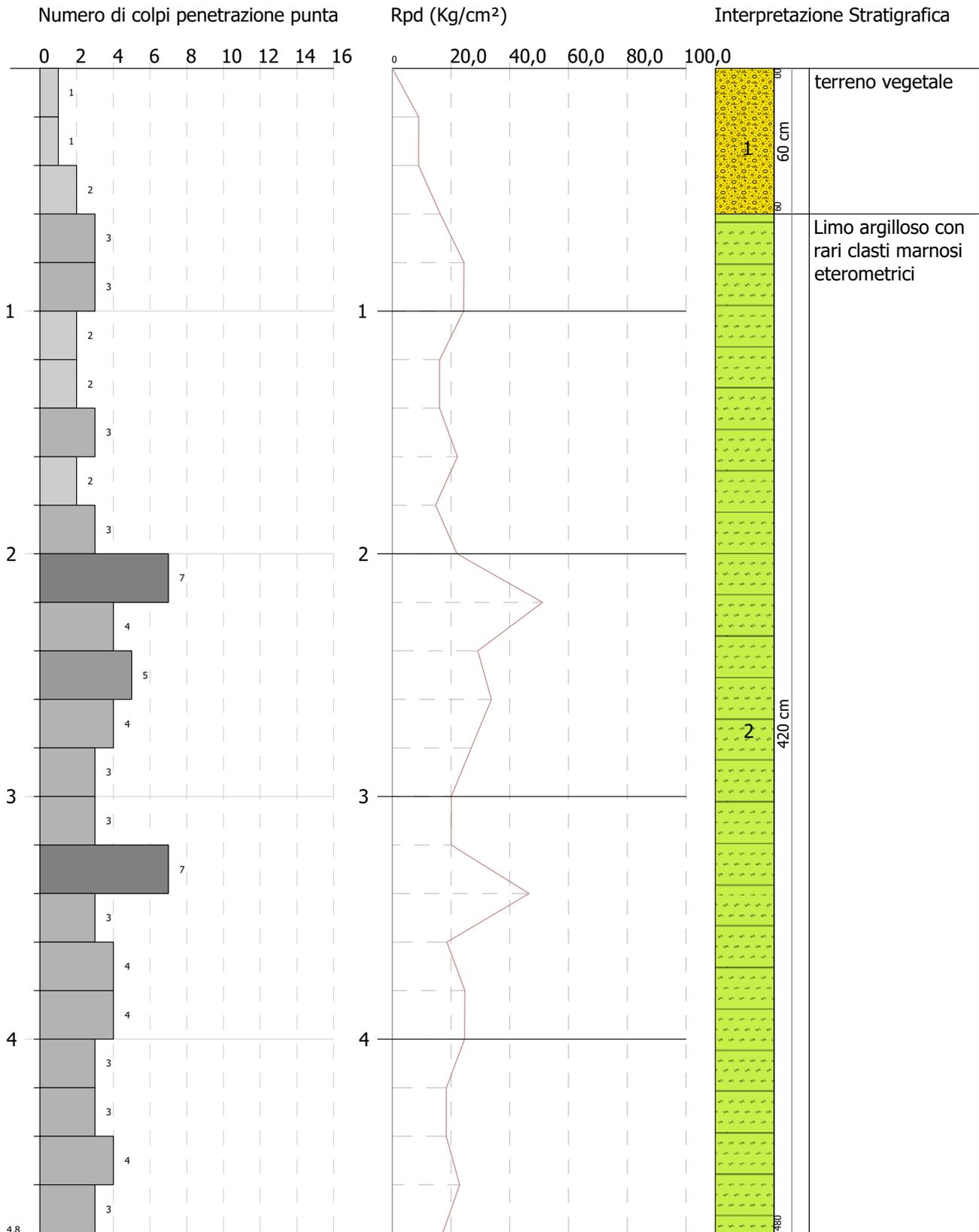
# **ALLEGATO II**

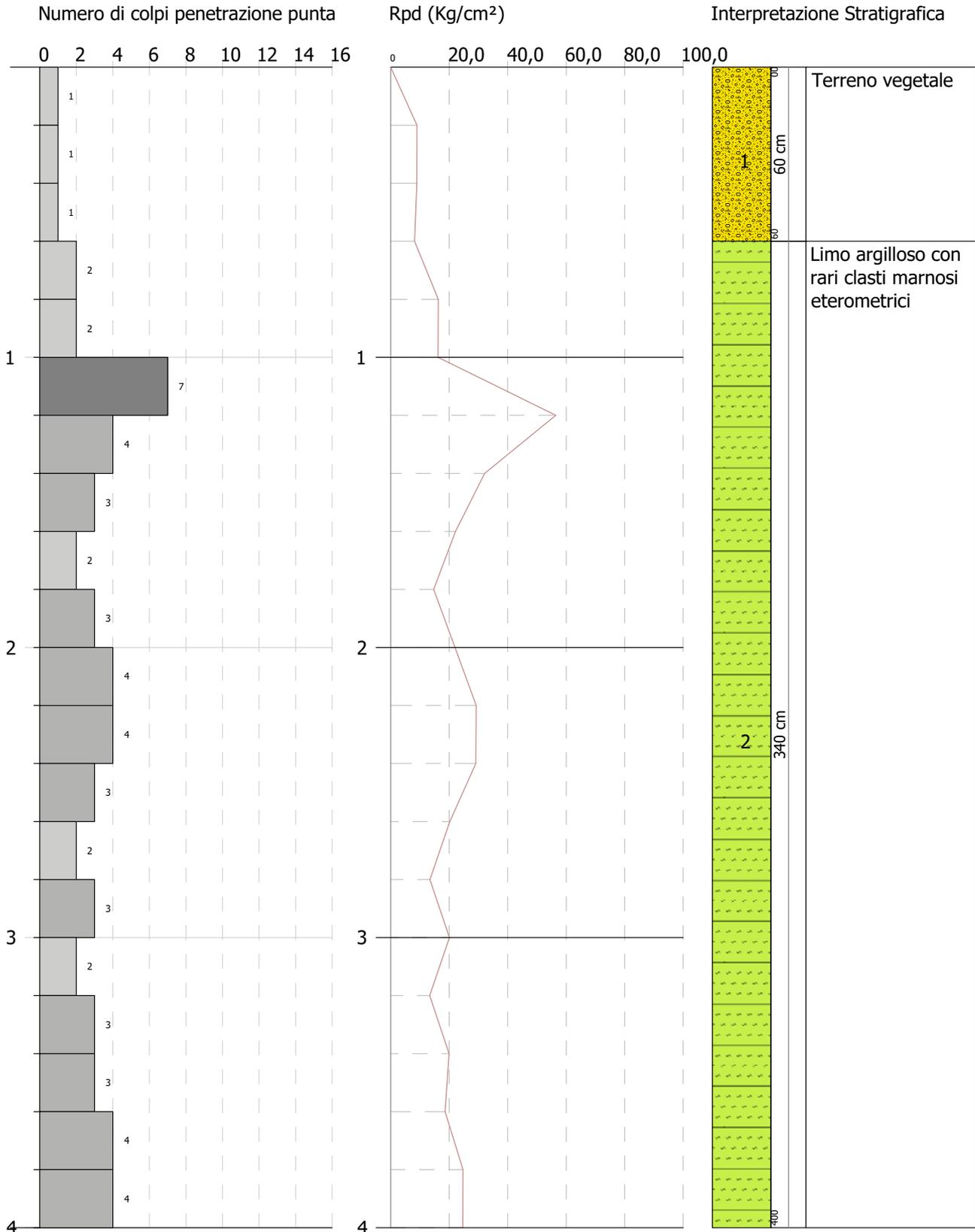
ELABORATO SONDAGGI PENETROMETRICI

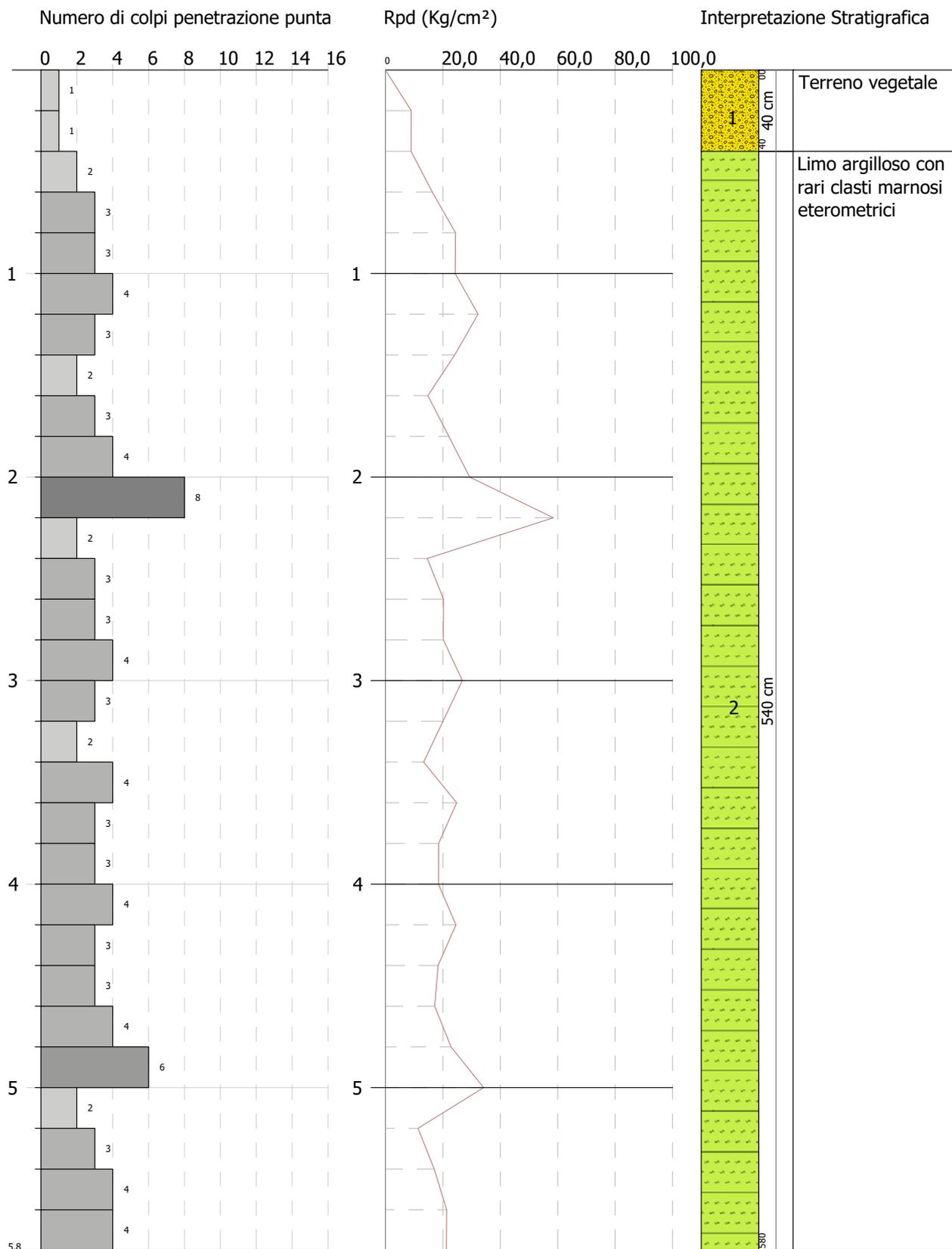












# **ALLEGATO III**

PROVE DI LABORATORIO CERTIFICATE

## IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 044/23  
del: 10.02.2023

Certificato n°: 0499-2023  
Data certificato: 21.02.2023

Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone  
Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl  
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico  
Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)  
Data di prova: 10.02.2023

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
P1	C1	1,00-1,50	indisturbato	04.02.2023

### DATI GENERALI

### PROVE SPEDITIVE

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	49,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	66,0	Colore (Tabella colori Munsell)	10YR Dark brown 3/3

### DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo argilloso di colore marrone, consistente.

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE



## CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 044/23  
del: 10.02.2023

Certificato n°: 0500-2023  
Data certificato: 21.02.2023

**Richiedente:** Dott. Geol. Tullio Ciccarone  
**Committente:** Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl  
**Cantiere:** Realizzazione di un impianto fotovoltaico  
**Località:** Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)  
**Data di prova:** 10.02.2023

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
P1	C1	1,00-1,50	indisturbato	04.02.2023

## RISULTATI DELLE PROVE

### Grandezze indici rilevate in laboratorio

$\gamma_n$	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m <sup>3</sup>	18,28
$\gamma_s$	Peso specifico dei granuli	KN/m <sup>3</sup>	26,52
w	Contenuto di acqua naturale	%	19,93

### Grandezze indici derivate analiticamente

$\gamma_d$	Peso dell'unità di volume secco	KN/m <sup>3</sup>	15,24
n	Porosità	%	42,55
e	Indice dei vuoti	---	0,74
$s_r$	Grado di saturazione	%	72,79
$\gamma_{sat}$	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m <sup>3</sup>	19,41
$\gamma'$	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m <sup>3</sup>	9,60

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. E. MARTONE



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 044/23      Certificato n°: 0501-2023  
del: 10.02.2023      Data certificato: 21.02.2023  
Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone  
Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl  
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico  
Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)  
Data di prova: 10.02.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P1	C1	1,00-1,50	indisturbato	04.02.2023

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0095	mm/min

### Caratteristiche del campione

	Sezione (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m <sup>3</sup> )	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
<b>Provino 1</b>	36,00	23,00	18,12	20,47	27,25
<b>Provino 2</b>	36,00	23,00	18,25	19,39	25,48
<b>Provino 3</b>	36,00	23,00	18,45	20,17	24,26

### Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
<b>Provino 1</b>	24	50	0,33
<b>Provino 2</b>	24	100	0,60
<b>Provino 3</b>	24	150	0,94

ATTREZZATURA UTILIZZATA: Matest S/N S277-01N/AE/0009

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 2 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 044/23

Certificato n°: 0501-2023

del: 10.02.2023

Data certificato: 21.02.2023

Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone

Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)

Data di prova: 10.02.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P1	C1	1,00-1,50	indisturbato	04.02.2023

Dati relativi al provino 1

$\sigma_v$ 50 KPa														
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,19	0,014	0,024	6,6										
40	0,38	0,023	0,041	11,4										
60	0,57	0,031	0,060	16,6										
80	0,76	0,037	0,072	20,1										
100	0,95	0,044	0,086	24,0										
120	1,14	0,053	0,099	27,4										
140	1,33	0,060	0,110	30,5										
160	1,52	0,068	0,117	32,5										
180	1,71	0,076	0,122	34,0										
200	1,90	0,084	0,126	35,1										
220	2,09	0,092	0,129	35,9										
240	2,28	0,099	0,132	36,8										
260	2,47	0,106	0,135	37,4										
280	2,66	0,115	0,136	37,8										
300	2,85	0,123	0,136	37,9										
320	3,04	0,130	0,137	38,0										
340	3,23	0,136	0,133	37,0										
360	3,42	0,143	0,123	34,3										
380	3,61	0,148	0,112	31,2										
400	3,80	0,155	0,102	28,4										
420	3,99	0,162	0,090	25,0										
440	4,18	0,169	0,078	21,7										
460	4,37	0,175	0,070	19,5										
480	4,56	0,182	0,063	17,4										
500	4,75	0,188	0,059	16,4										
520	4,94	0,193	0,056	15,5										
540	5,13	0,198	0,053	14,6										

Pressione a rottura 38,0 (KPa)

Deformazione a rottura 3,04 (mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 3 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 044/23

Certificato n°: 0501-2023

del: 10.02.2023

Data certificato: 21.02.2023

Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone

Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)

Data di prova: 10.02.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P1	C1	1,00-1,50	indisturbato	04.02.2023

Dati relativi al provino 2

$\sigma_v$ 100 KPa														
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,19	0,022	0,038	10,6										
40	0,38	0,037	0,069	19,1										
60	0,57	0,049	0,103	28,7										
80	0,76	0,059	0,129	35,7										
100	0,95	0,069	0,149	41,3										
120	1,14	0,079	0,165	45,9										
140	1,33	0,087	0,180	50,1										
160	1,52	0,095	0,192	53,4										
180	1,71	0,104	0,201	55,9										
200	1,90	0,112	0,208	57,8										
220	2,09	0,121	0,214	59,4										
240	2,28	0,131	0,218	60,6										
260	2,47	0,141	0,221	61,4										
280	2,66	0,149	0,225	62,4										
300	2,85	0,155	0,227	63,1										
320	3,04	0,163	0,230	63,8										
340	3,23	0,170	0,220	61,0										
360	3,42	0,177	0,201	55,9										
380	3,61	0,184	0,185	51,4										
400	3,80	0,189	0,167	46,5										
420	3,99	0,194	0,151	42,0										
440	4,18	0,200	0,138	38,2										
460	4,37	0,206	0,125	34,6										
480	4,56	0,211	0,114	31,6										
500	4,75	0,217	0,103	28,7										
520	4,94	0,223	0,094	26,2										
540	5,13	0,228	0,086	23,8										

Pressione a rottura 63,8 (KPa)

Deformazione a rottura 3,04 (mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 4 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 044/23

Certificato n°: 0501-2023

del: 10.02.2023

Data certificato: 21.02.2023

Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone

Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)

Data di prova: 10.02.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P1	C1	1,00-1,50	indisturbato	04.02.2023

Dati relativi al provino 3

$\sigma_v$ 150 KPa														
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,19	0,032	0,065	18,0										
40	0,38	0,057	0,112	31,2										
60	0,57	0,071	0,151	42,0										
80	0,76	0,084	0,185	51,5										
100	0,95	0,097	0,205	57,0										
120	1,14	0,108	0,226	62,8										
140	1,33	0,117	0,242	67,2										
160	1,52	0,125	0,254	70,5										
180	1,71	0,136	0,263	73,1										
200	1,90	0,143	0,274	76,1										
220	2,09	0,153	0,281	78,1										
240	2,28	0,163	0,288	80,0										
260	2,47	0,172	0,293	81,3										
280	2,66	0,180	0,296	82,1										
300	2,85	0,186	0,300	83,2										
320	3,04	0,191	0,305	84,6										
340	3,23	0,198	0,308	85,5										
360	3,42	0,205	0,296	82,1										
380	3,61	0,210	0,279	77,5										
400	3,80	0,216	0,255	70,9										
420	3,99	0,221	0,233	64,6										
440	4,18	0,226	0,210	58,2										
460	4,37	0,232	0,189	52,6										
480	4,56	0,237	0,175	48,5										
500	4,75	0,244	0,161	44,7										
520	4,94	0,248	0,145	40,3										
540	5,13	0,257	0,133	37,0										

Pressione a rottura 85,5 (KPa)

Deformazione a rottura 3,23 (mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 044/23

Certificato n°: 0501-2023

del: 10.02.2023

Data certificato: 21.02.2023

Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone

Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl

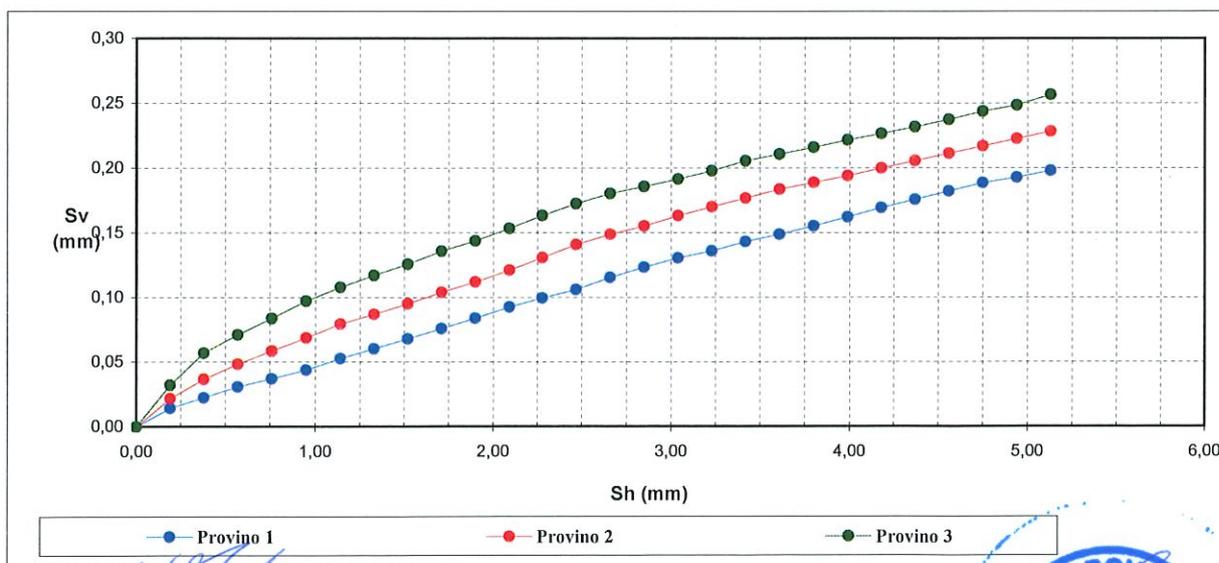
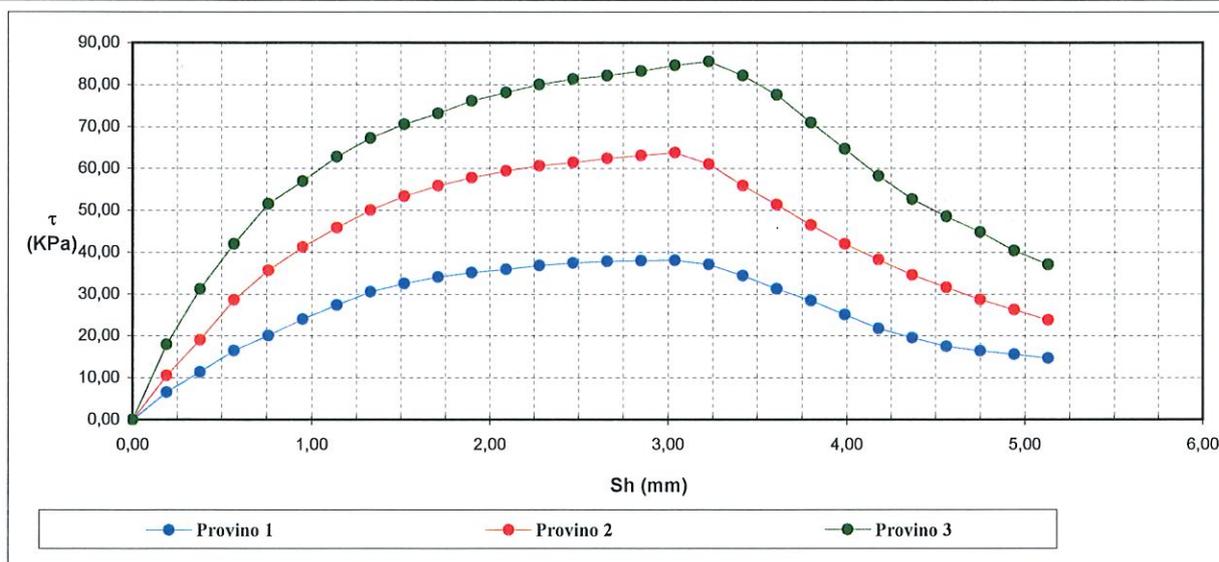
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)

Data di prova: 10.02.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P1	C1	1,00-1,50	indisturbato	04.02.2023



Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 044/23  
del: 10.02.2023

Certificato n°: 0501-2023  
Data certificato: 21.02.2023

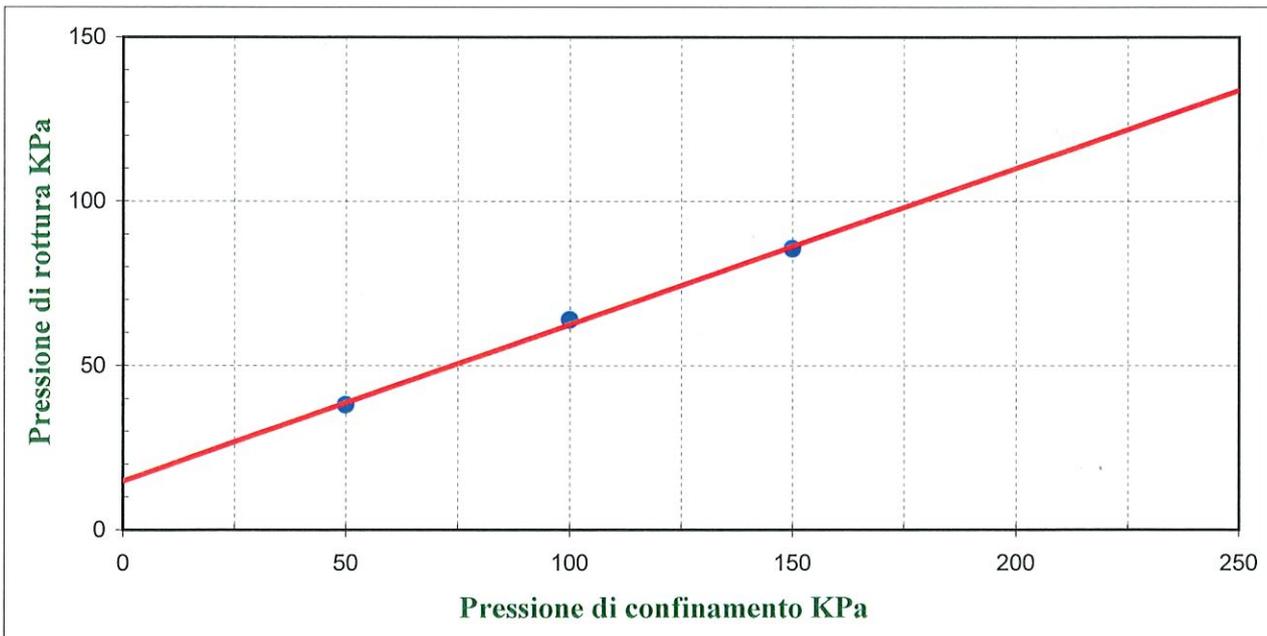
Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone  
Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl  
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico  
Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)  
Data di prova: 10.02.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P1	C1	1,00-1,50	indisturbato	04.02.2023

### Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	38,00	3,04
Provino 2	100,00	63,80	3,04
Provino 3	150,00	85,50	3,23



### Risultati sperimentali

Angolo di attrito **25,41** Gradi  
Coesione **14,93** KPa

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE

## IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 044/23  
del: 10.02.2023

Certificato n°: 0502-2023  
Data certificato: 21.02.2023

Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone  
Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl  
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico  
Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)  
Data di prova: 10.02.2023

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
P5	C1	1,20-1,70	indisturbato	05.02.2023

### DATI GENERALI

### PROVE SPEDITIVE

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	49,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	66,0	Colore (Tabella colori Munsell)	10YR Dark brown 3/3

### DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo argilloso di colore marrone, consistente.

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE



## CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 044/23

Certificato n°: 0503-2023

del: 10.02.2023

Data certificato: 21.02.2023

Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone

Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)

Data di prova: 10.02.2023

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
P5	C1	1,20-1,70	indisturbato	05.02.2023

## RISULTATI DELLE PROVE

### Grandezze indici rilevate in laboratorio

$\gamma_n$	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m <sup>3</sup>	18,62
$\gamma_s$	Peso specifico dei granuli	KN/m <sup>3</sup>	26,42
w	Contenuto di acqua naturale	%	20,03

### Grandezze indici derivate analiticamente

$\gamma_d$	Peso dell'unità di volume secco	KN/m <sup>3</sup>	15,51
n	Porosità	%	41,28
e	Indice dei vuoti	---	0,70
$s_r$	Grado di saturazione	%	76,74
$\gamma_{sat}$	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m <sup>3</sup>	19,56
$\gamma'$	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m <sup>3</sup>	9,76

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. E. MARTONE



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: **TR 044/23**                      Certificato n°: **0504-2023**  
del: **10.02.2023**    Data certificato: **21.02.2023**  
Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone  
Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl  
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico  
Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)  
Data di prova: 10.02.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P5	C1	1,20-1,70	indisturbato	05.02.2023

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0091	mm/min

### Caratteristiche del campione

	Sezione (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m <sup>3</sup> )	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
<b>Provino 1</b>	36,00	23,00	18,60	19,83	24,91
<b>Provino 2</b>	36,00	23,00	18,53	20,22	24,36
<b>Provino 3</b>	36,00	23,00	18,74	18,95	21,89

### Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
<b>Provino 1</b>	24	50	0,41
<b>Provino 2</b>	24	100	0,76
<b>Provino 3</b>	24	150	1,18

ATTREZZATURA UTILIZZATA: LBG Srl Cella di carico AEP n° 13436

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 2 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 044/23

Certificato n°: 0504-2023

del: 10.02.2023

Data certificato: 21.02.2023

Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone

Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)

Data di prova: 10.02.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P5	C1	1,20-1,70	indisturbato	05.02.2023

Dati relativi al provino 1

$\sigma_v$ 50 KPa														
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,18	0,014	0,023	6,4										
40	0,36	0,023	0,040	11,2										
60	0,55	0,031	0,061	16,9										
80	0,73	0,037	0,078	21,7										
100	0,91	0,044	0,091	25,2										
120	1,09	0,053	0,099	27,6										
140	1,27	0,060	0,107	29,8										
160	1,46	0,068	0,113	31,3										
180	1,64	0,076	0,117	32,6										
200	1,82	0,084	0,120	33,2										
220	2,00	0,092	0,121	33,7										
240	2,18	0,099	0,123	34,1										
260	2,37	0,106	0,125	34,8										
280	2,55	0,113	0,127	35,2										
300	2,73	0,122	0,129	35,8										
320	2,91	0,131	0,131	36,5										
340	3,09	0,138	0,133	37,0										
360	3,28	0,147	0,135	37,4										
380	3,46	0,152	0,131	36,4										
400	3,64	0,161	0,126	35,0										
420	3,82	0,166	0,119	33,1										
440	4,00	0,173	0,109	30,4										
460	4,19	0,179	0,099	27,5										
480	4,37	0,187	0,088	24,5										
500	4,55	0,196	0,079	22,0										
520	4,73	0,202	0,069	19,1										
540	4,91	0,209	0,060	16,6										

Pressione a rottura 37,4 (KPa)  
Deformazione a rottura 3,28 (mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 3 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 044/23

Certificato n°: 0504-2023

del: 10.02.2023

Data certificato: 21.02.2023

Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone

Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)

Data di prova: 10.02.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P5	C1	1,20-1,70	indisturbato	05.02.2023

Dati relativi al provino 2

$\sigma_v$ 100 KPa														
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,18	0,022	0,038	10,6										
40	0,36	0,037	0,068	18,9										
60	0,55	0,049	0,098	27,2										
80	0,73	0,059	0,121	33,5										
100	0,91	0,069	0,142	39,5										
120	1,09	0,079	0,160	44,5										
140	1,27	0,087	0,177	49,2										
160	1,46	0,095	0,186	51,8										
180	1,64	0,104	0,194	54,0										
200	1,82	0,112	0,202	56,2										
220	2,00	0,121	0,208	57,8										
240	2,18	0,131	0,212	58,9										
260	2,37	0,141	0,215	59,7										
280	2,55	0,149	0,219	60,8										
300	2,73	0,155	0,221	61,5										
320	2,91	0,163	0,225	62,5										
340	3,09	0,170	0,226	62,9										
360	3,28	0,177	0,220	61,1										
380	3,46	0,184	0,213	59,2										
400	3,64	0,192	0,201	55,9										
420	3,82	0,199	0,186	51,8										
440	4,00	0,203	0,175	48,5										
460	4,19	0,211	0,160	44,5										
480	4,37	0,217	0,143	39,8										
500	4,55	0,223	0,127	35,4										
520	4,73	0,228	0,114	31,8										
540	4,91	0,235	0,103	28,5										

Pressione a rottura	62,9	(KPa)
Deformazione a rottura	3,09	(mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 4 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 044/23

Certificato n°: 0504-2023

del: 10.02.2023

Data certificato: 21.02.2023

Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone

Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)

Data di prova: 10.02.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P5	C1	1,20-1,70	indisturbato	05.02.2023

Dati relativi al provino 3

$\sigma_v$ 150 KPa														
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,18	0,032	0,065	18,0										
40	0,36	0,057	0,112	31,2										
60	0,55	0,071	0,153	42,5										
80	0,73	0,084	0,185	51,3										
100	0,91	0,097	0,212	59,0										
120	1,09	0,108	0,231	64,2										
140	1,27	0,117	0,249	69,1										
160	1,46	0,125	0,259	71,9										
180	1,64	0,136	0,267	74,3										
200	1,82	0,143	0,274	76,1										
220	2,00	0,153	0,282	78,3										
240	2,18	0,160	0,287	79,7										
260	2,37	0,168	0,293	81,3										
280	2,55	0,175	0,297	82,6										
300	2,73	0,185	0,300	83,4										
320	2,91	0,193	0,302	84,0										
340	3,09	0,199	0,305	84,8										
360	3,28	0,205	0,308	85,5										
380	3,46	0,212	0,302	84,0										
400	3,64	0,218	0,288	80,1										
420	3,82	0,225	0,276	76,7										
440	4,00	0,232	0,262	72,7										
460	4,19	0,237	0,247	68,7										
480	4,37	0,244	0,232	64,4										
500	4,55	0,250	0,217	60,4										
520	4,73	0,256	0,204	56,6										
540	4,91	0,262	0,187	52,0										

Pressione a rottura 85,5 (KPa)

Deformazione a rottura 3,28 (mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 044/23

Certificato n°: 0504-2023

del: 10.02.2023

Data certificato: 21.02.2023

Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone

Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl

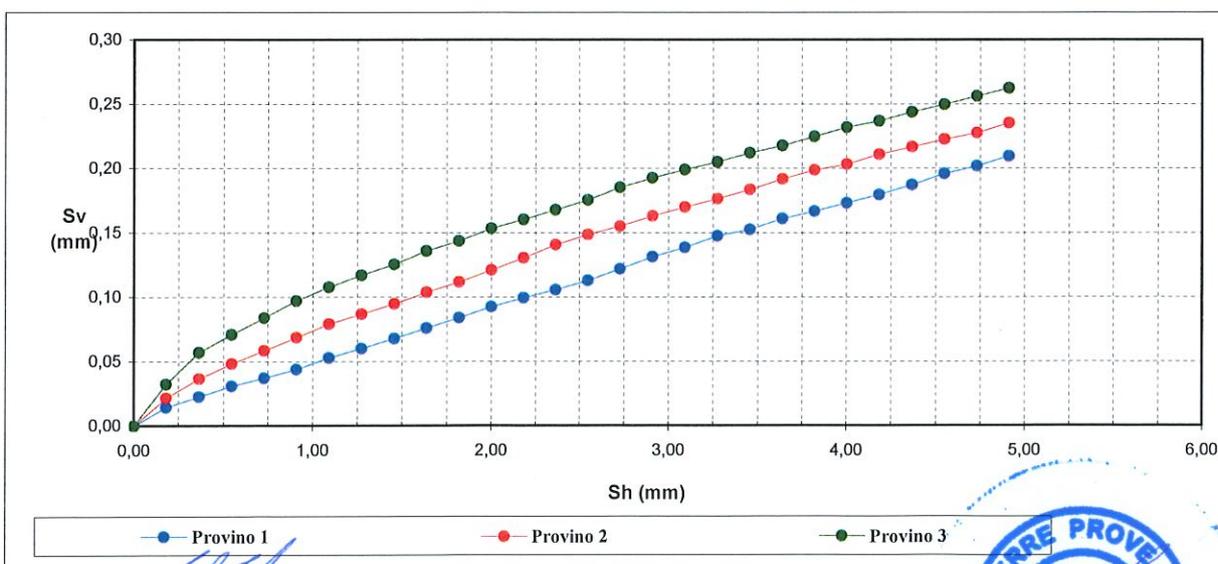
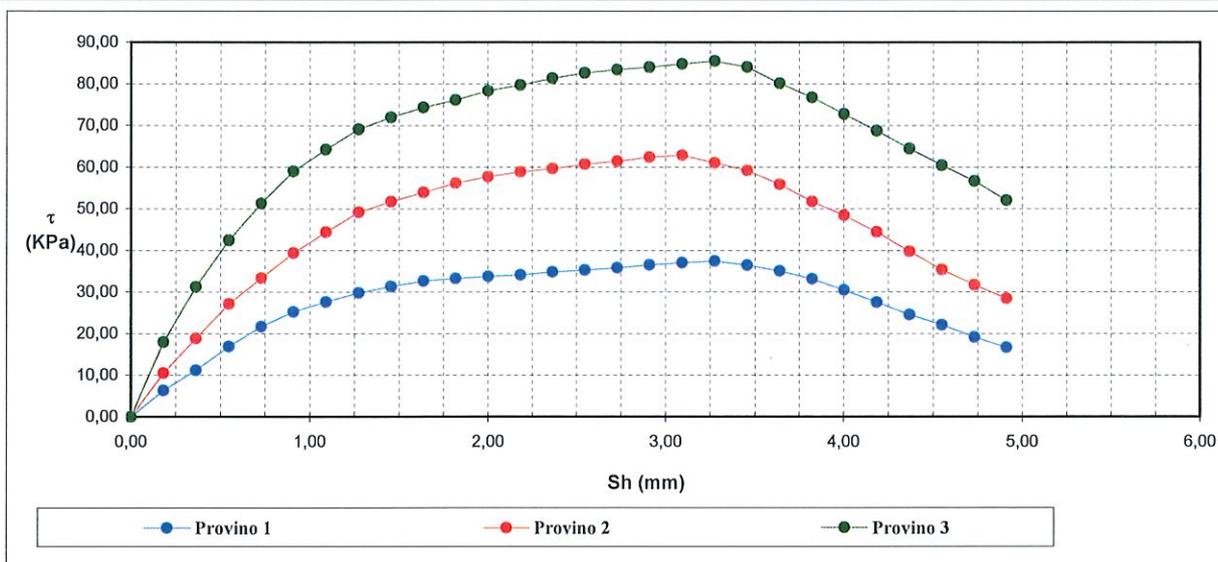
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)

Data di prova: 10.02.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P5	C1	1,20-1,70	indisturbato	05.02.2023



Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 044/23

Certificato n°: 0504-2023

del: 10.02.2023

Data certificato: 21.02.2023

Richiedente: Dott. Geol. Tullio Ciccarone

Committente: Gamian Consulting Srl - MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: Contrada Frisella - Sito Monreale 3 - Monreale (PA)

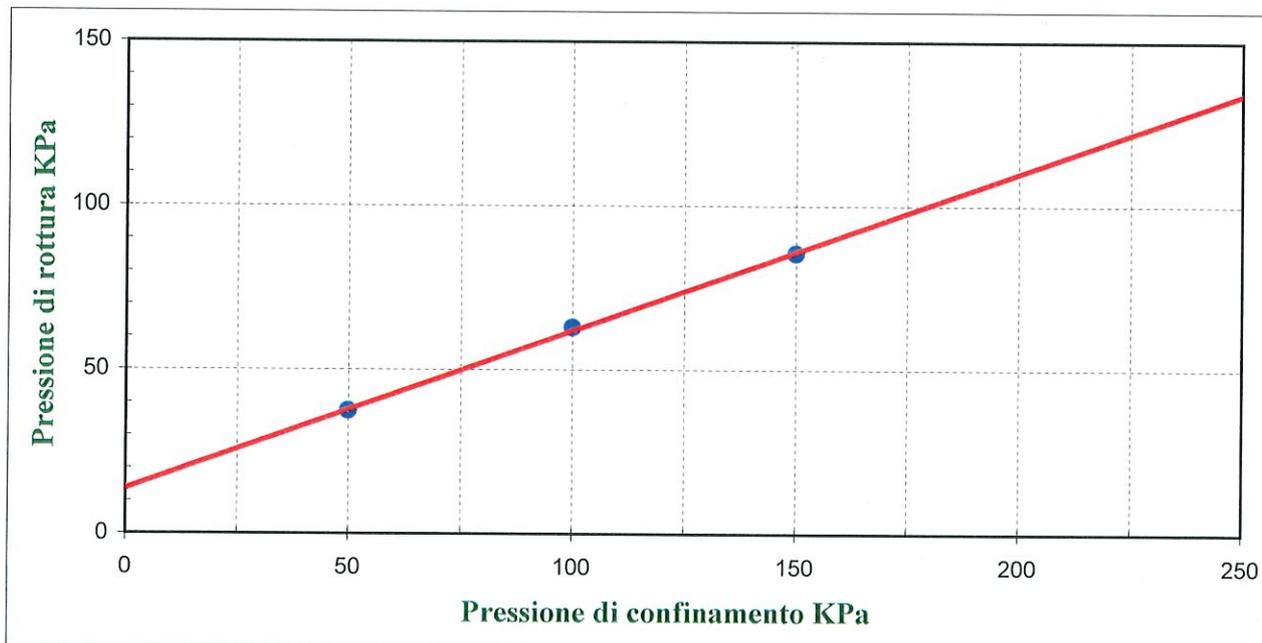
Data di prova: 10.02.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P5	C1	1,20-1,70	indisturbato	05.02.2023

### Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	37,40	3,28
Provino 2	100,00	62,90	3,09
Provino 3	150,00	85,50	3,28



### Risultati sperimentali

Angolo di attrito **25,69** Gradi  
Coesione **13,83** KPa

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE

Cognome **CICCARONE**  
 Nome **TULLIO**  
 nato il **02-01-1969**  
 (atto n. **00018** p. **1** s. **A** 1969 )  
 a **BATTIPAGLIA (SA)**  
 Cittadinanza **ITALIANA**  
 Residenza **BELLIZZI (SA)**  
 Via **PARISI D. 6 i.4**  
 Stato civile **=====**  
 Professione **GEOLOGO**  
 CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI  
 Statura **185**  
 Capelli **Castani**  
 Occhi **Castani**  
 Segni particolari **=====**



Firma del titolare *Tullio Ciccarone*  
**BELLIZZI** **12-08-2016**  
 li. \_\_\_\_\_  
 IL SINDACO  
 Impronta del dito \_\_\_\_\_  
 indice **L'UFFICIALE D'ANAGRAFE**  
*Antonio Ciccarone*  