

REGIONE SICILIA  
PROVINCIA DI TRAPANI  
COMUNE DI ALCAMO

LOCALITÀ MONTELEONE

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 25,01 MWp E POTENZA DI IMMISSIONE 22,37 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI

Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA

Nome file stampa:

FV.ALC01.PD.A.02.pdf

Codifica Regionale:

RS06REL0002A0

Scala:

1:10.000

Formato di stampa:

A0

Nome elaborato:

FV.ALC01.PD.A.02

Tipologia:

R

Proponente:

**E-WAY 8 S.r.l.**

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 ROMA (RM)  
P.IVA. 16771051006

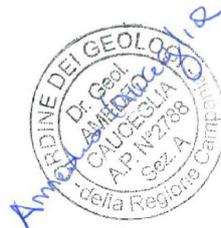


E-WAY 8 S.R.L.  
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 - Roma  
G.E./P.Iva 16771051006  
PEC: e-way8srl@legalmail.it

Progettazione:

**E-WAY 8 S.r.l.**

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 ROMA (RM)  
P.IVA. 16771051006



CODICE

FV.ALC01.PD.A.02

REV. n.

00

DATA REV.

11/2023

REDAZIONE

A.Cauceglia

VERIFICA

A.Bottone

VALIDAZIONE

A.Bottone

E-WAY 8 S.r.l.

Sede legale  
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 ROMA (RM)  
PEC: e-way8srl@legalmail.it tel. +39 0694414500

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL PROGETTO</b> .....	<b>8</b>
3.1	Localizzazione Area Impianto .....	8
<b>4</b>	<b>CARATTERI GEOLOGICI</b> .....	<b>10</b>
4.1	Geologia Regionale .....	10
4.2	Geologia e litostratigrafia area parco .....	12
4.3	Geologia e litostratigrafia area cavidotto e sottostazione .....	19
<b>5</b>	<b>CARATTERI IDROGEOLOGICI</b> .....	<b>20</b>
5.1	Circolazione idrica sotterranea .....	20
<b>6</b>	<b>GEOMORFOLOGIA</b> .....	<b>22</b>
6.1	Caratteri geomorfologici e idrologici.....	22
<b>7</b>	<b>CARATTERI SISMICI</b> .....	<b>2</b>
7.1	Normativa Vigente.....	2
7.2	Sismicità storica.....	2
7.3	Accelerazione orizzontale massima attesa $a_g$ .....	3
7.4	Sorgenti Sismogenetiche .....	31
7.5	Definizione dell'azione sismica .....	32
7.2	Categoria Sismica Suolo di Fondazione .....	35
7.3	Coefficiente di amplificazione topografica .....	36
<b>8</b>	<b>MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>38</b>
8.1	Modello Geologico di riferimento .....	38
8.2	Modello geotecnico di riferimento .....	40
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>43</b>

## INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 - Inquadramento area impianto su IGM .....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2 - Schema tettonico-strutturale dell'area oggetto di studio.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3- Stralcio Foglio N°258 San Severo in scala 1:100.000 con ubicazione area di progetto con indicazione delle unità litostratigrafiche interessate dall'installazione delle opere di progetto, delimitate dal riquadro in rosso .....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4 – Stralcio Carta Geologica della Sicilia in scala 1:250.000 con indicazione delle unità litostratigrafiche interferenti con l'area di progetto (riquadro rosso).....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5 - Litofacies conglomeratica della Fm. di Terravecchia fotografata lungo uno scavo nelle immediate vicinanze dell'area di impianto .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 6 – Sottocampi parco FV.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 7- Sottocampi parco FV .....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 8 -Panoramica aree di impia .....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 9 - Pendenze area parco .....</i>	<i>1</i>
<i>Figura 10 - Reticolo idrografico su CTR - Area impianto .....</i>	<i>1</i>
<i>Figura 11 - Inquadramento parco fotovoltaico e cavidotto di progetto rispetto le aree a pericolosità geomorfologica del PAI.....</i>	<i>1</i>
<i>Figura 12 - Modello Pericolosità sismica MPS04-S1 .....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 13- Sorgenti sismogeniche individuali e composite prossime l'areale di progetto (fonte: DISS 3.3.0.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 14 - Maglia del reticolo di riferimento per la definizione dell'azione sismica.....</i>	<i>33</i>

## INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1- Coordinate area di progetto .....</i>	<i>8</i>
<i>Tabella 2- Riferimenti catastali area di progetto.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabella 3 - Schema stratigrafico dell'areale di progetto con indicazione delle unità stratigrafiche a limiti inconformi (Unconformity Bounded Stratigraphic Unit, UBSU) di diverso rango gerarchico utilizzato per il Foglio CARG 1:50.000 – San Severo e la sua correlazione con le unità litostratigrafiche individuate nel Foglio CARG 1:100.000.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 4 - Unità litostratigrafiche area parco.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 5 - Caratteristiche dei complessi idrogeologici individuati in corrispondenza dell'area parco.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabella 6- Sismicità storica Comune di Alcamo (Fonte: Database Macrosismico Italiano) .....</i>	<i>2</i>
<i>Tabella 7-Valori medi di Magnitudo-Distanza-parametro Epsilon per i nodi considerati.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabella 8 - Caratteristiche sorgente sismogenetica Mazara-Belice .....</i>	<i>32</i>
<i>Tabella 9 -Posizione spaziale area parco .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabella 10- Parametri sismici calcolati per i diversi stati limite considerati per il Sito di riferimento 1.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabella 11- Coefficienti sismici calcolati per i diversi Stati Limite Considerati, Sito di riferimento 1 .....</i>	<i>34</i>
<i>Tabella 12- Coefficienti sismici orizzontali e verticali (kh e kv), accelerazione massima e parametro beta per i diversi stati limite, Sito di riferimento 1 .....</i>	<i>34</i>
<i>Tabella 13- Categoria Topografica ai sensi delle NTC 2018.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabella 14 - Parametri geotecnici unità litotecniche di progetto.....</i>	<i>41</i>

## 1 PREMESSA

IL PRESENTE ELABORATO È RIFERITO AL PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO, SITO IN ALCAMO (TP), LOCALITÀ MONTELEONE.

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza installata pari a 25,01 MWp e una potenza nominale di 22,37 MW e presenta la seguente configurazione:

1. Un generatore fotovoltaico suddiviso in 11 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici bifacciali aventi potenza unitaria pari a 710 Wp cadauno ed installati su strutture ad inseguimento solare mono-assiali (tracker);
2. Una stazione integrata per la conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
3. Una Cabina di Raccolta e Misura;
4. Elettrodotto interno in cavo interrato per l'interconnessione delle Power Station di cui al punto 2, con la Cabina di Raccolta e Misura;
5. Elettrodotto esterno in cavo interrato per l'interconnessione della Cabina di Raccolta e Misura in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN a 220/36 kV, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Partinico - Partanna";

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way 8 S.R.L., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4 – 00186 Roma (RM), P.IVA 16771051006.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 2.1 Sintesi metodologica per la caratterizzazione geologica e litostratigrafica dell'area parco ai fini della risoluzione del Modello Geologico di Riferimento (MGR) ai sensi delle NTC 2018 §6.2.1.

Le Norme tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) emesse ai sensi delle leggi 5 novembre 1971, n. 1086, e 2 febbraio 1974, n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 380, e dell'art. 5 del DL 28 maggio 2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii, raccolgono in un unico organico testo le norme prima distribuite in diversi decreti ministeriali. In funzione del tipo di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera da realizzare, il modello geologico di riferimento deve essere sviluppato in maniera tale da fornire elementi di riferimento per inquadrare eventuali criticità sotto il profilo geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico. Le scelte progettuali devono tener conto, infatti, oltre che delle prestazioni attese delle opere, anche dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali.

In riferimento alla modellazione geologica ai sensi delle NTC 2018 di cui al §6.2.1 la norma recita testualmente: *“Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici... La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento”*.

In aggiunta, lo studio volto alla caratterizzazione geologica contempla, inoltre, *“l'identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche”*.

Per ciò che concerne la ricostruzione dei caratteri litostratigrafici e strutturali dell'area in esame è stato preso in considerazione il Progetto di Cartografia Geologica (Progetto CARG) in scala 1:50.000 non è stato ancora attivato per il Foglio in cui ricade l'area oggetto di studio (Foglio 606 – Alcamo). Di conseguenza, in mancanza di unità litostratigrafiche pienamente formalizzate e validate, la cartografia geologica e la ricostruzione

CODICE	FV.ALC01.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	6 di 45

litostratigrafica è stata redatta combinando i risultati emersi dalla mappatura in campo con le basi cartografiche di seguito riportate:

- Carta Geologica in scala 1:50.000, Foglio Corleone N°607, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Servizio Geologico D'Italia;
- Carta Geologica in scala 1:100.000 Foglio Alcamo N°258, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Servizio Geologico D'Italia;
- Carta Litologica in scala 1:50.000 Bacino Idrografico del Fiume S.Bartolomeo (N.045) – Area Territoriale tra il bacino del Fiume Jato ed il bacino del Fiume S.Bartolomeo (n.044), Piano Stralcio di Bacino Per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) (2004)
- Carta Geo-litologica, Tavola 1.b., Soprintendenza per i beni culturali ed ambientali di Trapani.
- Carta Geologica della Sicilia in scala 1: 250.000, Memorie Descrittive della Carta Geologica D'Italia, Istituto per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Servizio Geologico D'Italia, (2014);

### 3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

#### 3.1 Localizzazione Area Impianto

L'impianto agro-fotovoltaico e le opere di progetto ad esso connesse sono situati all'interno del territorio comunale di Alcamo (TP), e Monreale (PA). Di seguito sono riportate le coordinate ed i riferimenti catastali del parco agrovoltaico:

*Tabella 1- Coordinate area di progetto*

Coordinate Parco Agrovoltaico di Progetto – Comune di Alcamo							
UTM-WGS84 – FUSO 33		UTM-ED-50 – Fuso 33		Gauss Boaga		Quote altimetriche (m.s.l.m.)	
Est	Nord	Est	Nord	Est	Nord	201	
323642	4198916	323710	4199108	2547410,5423	4627695,3088		

*Tabella 2- Riferimenti catastali area di progetto*

Comune	Foglio	Particelle
Alcamo	105	92-93-94-96-97-128-129-130-131-132-133-134-135-136-145-159-161-162-176-193-194-218-219-269-270-271-272-273-282-283-284-285-302
	106	21-211-212-213-224-235-236-257-259-260-267-268-271-272-273-274-275-276-279-280-329-351-352-353-354-357-365-376-414-450-457-458-511-512-516-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533-534-561-562-563-606
	116	15-16-30-261-267-268
	117	3-4-6-9-10-11-16-25-26-30-32-33-92-95-96-102-103-115-120-122-123-126-132-133-138-139-140-141-142-147-155-166-167-168-194-195-206-

207-210-211-212-213-219-220-221-231-232-245

Di seguito viene riportato un inquadramento dell'area di progetto su CTR ed ortofoto:

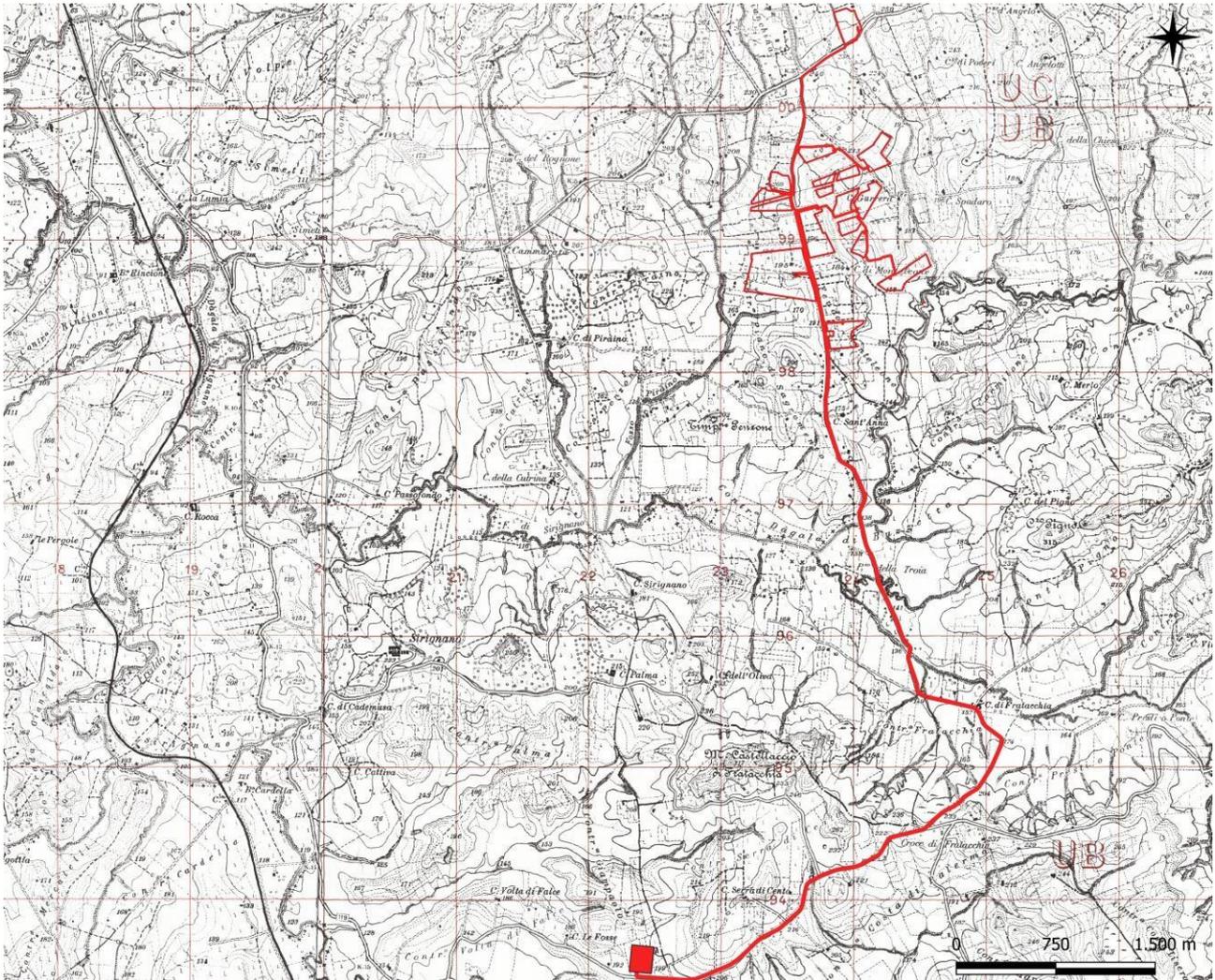


Figura 1 - Inquadramento area impianto su IGM

## 4 CARATTERI GEOLOGICI

### 4.1 Geologia Regionale

L'area interessata dall'installazione dell'impianto si inquadra in un settore appartenente all'edificio della catena Siculo-Maghrebide, formatasi a seguito del processo di collisione del blocco sardo-corso con il margine africano. Tale porzione di territorio è caratterizzata da successioni sedimentarie meso-cenozoiche appartenenti a diversi domini paleogeografici scollati dal loro substrato di appartenenza a partire dall'Oligocene superiore ed impilati in una serie di falde tettoniche, sovrapposte e successivamente ricoperte in discordanza dai depositi sintettonici terrigeni Miocenici.

Nella fattispecie, in Sicilia Occidentale sono state individuate e cartografate (Progetto CARG) sette unità stratigrafico-strutturali (U.S.S) per le successioni meso-cenozoiche affioranti e sepolte. Quest'ultime sono state distinte e delimitate attraverso il riconoscimento di significativi contatti tettonici a letto e a tetto delle stesse. Attraverso ricostruzioni palinspastiche si è infatti osservato che tali unità costituivano distinti domini di facies sviluppati a cavallo tra la Tetide ed il margine continentale africano. In suddetto contesto, raffigurato in Fig. 3, l'area oggetto di studio è ubicata a cavallo tra l'**Unità S.S. Trapanesi** e le successioni deformate dell'**Unità S.S. del Flysch Numidico**, entrambe sigillate dai **depositi miocenici di avanfossa**.

L'unità S.S. Trapanese-Saccenese rappresenta un dominio di sedimentazione carbonatica instauratosi nel Trias superiore e caratterizzata da una prima fase di sedimentazione carbonatica, testimoniata dalla presenza di potenti successioni di calcari e dolomie in facies di piattaforma carbonatica, seguita da una fase di sedimentazione pelagica tra il Giurassico e l'Oligocene (e.g. Rosso Ammonitico). La sedimentazione carbonatica passa a mista carbonatica-silicoclastica nel Miocene, marcando il completo annegamento della piattaforma.

Il dominio Numidico e Trapanese è stato interessato dalla tettonica appenninica a partire dalla fine dell'Oligocene; quest'ultima responsabile dell'attuale assetto geomorfologico e geologico strutturale. Con la tettonica appenninica si assiste infatti alla progressiva deformazione dei domini paleogeografici pre- Miocenici (e.g. Unità di Piattaforma Carbonatica Trapanese) e la contemporanea messa in posto delle unità torbiditiche bacinali (e.g. Flysch Numidico). Successivamente le unità flyschoidi numidiche, scollate dal loro substrato oceanico (dominio Panormide e Imerese) furono interessate da un notevole trasporto tettonico, accavallandosi sulle unità di piattaforma Trapanesi a seguito della ben documentata fase collisionale Miocenica. A questa fase è associato un trend deformativo con pieghe orientate principalmente NNW-SSE e

a vergenza SO, a cui si sovrappongono sistemi di pieghe della successiva fase deformativa ad orientazione principale E-W/NNW-SSW associate a sistemi di faglie transpressive e *thrust*. Quest'ultimi agiscono da piani di scollamento preferenziali per il trasporto tettonico della pila di sedimenti carbonatici e silicoclastici delle U.S.S presenti. In particolare, a quest'ultima fase deformativa è associata la messa in posto delle unità terrigene sintettoniche, riferibili a bacini di *thrust-top*, anch'essi deformati. I depositi sin-tettonici di copertura alle U.S.S hanno un trend di messa in posto (NNW-SSE, E-W) correlabile alle strutture tettoniche compressive presenti nell'area.

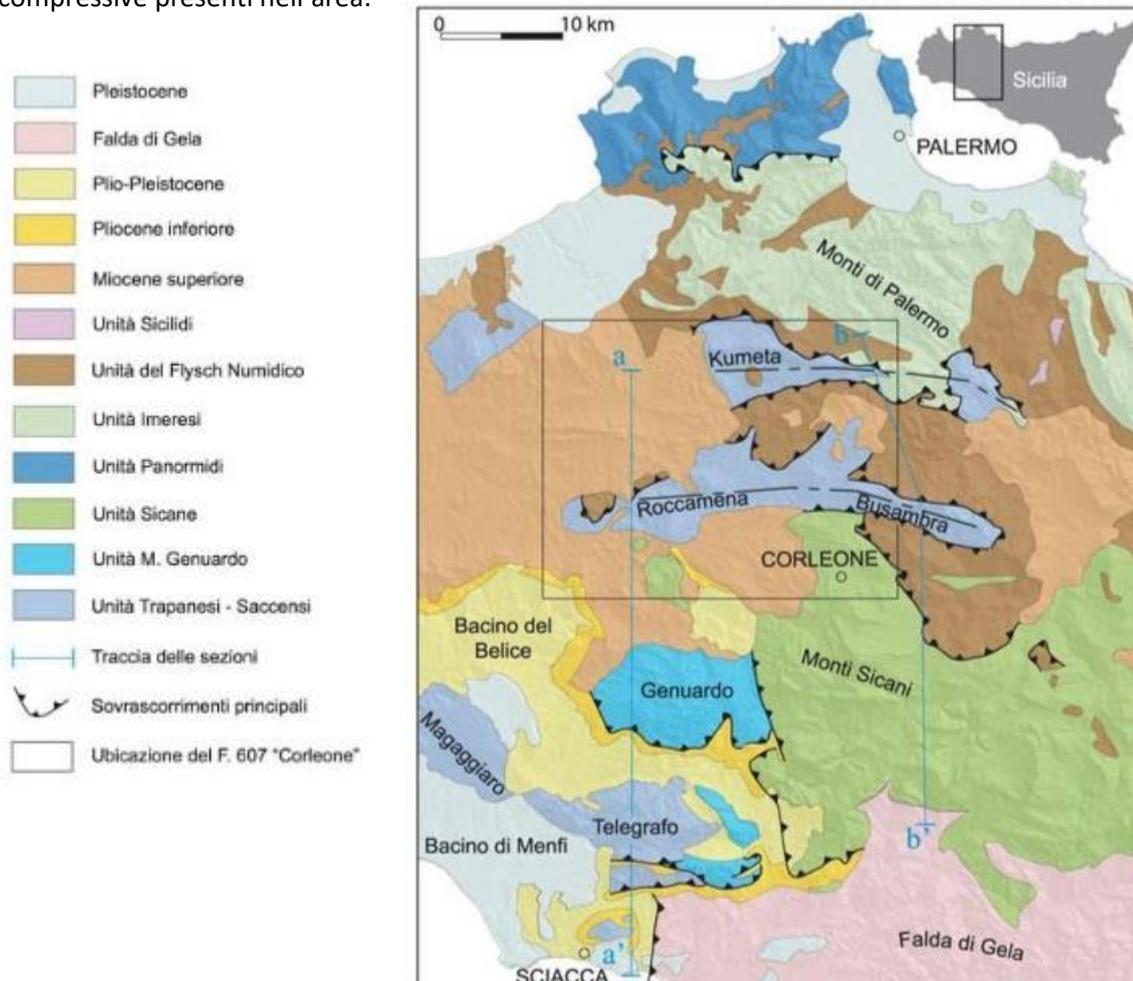
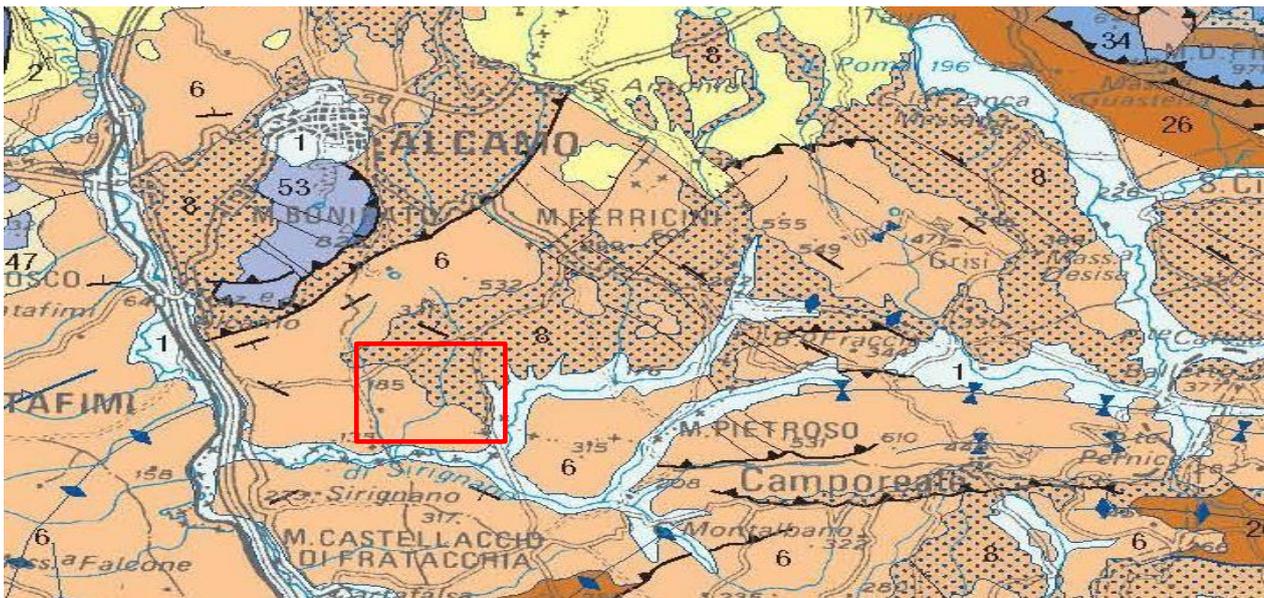
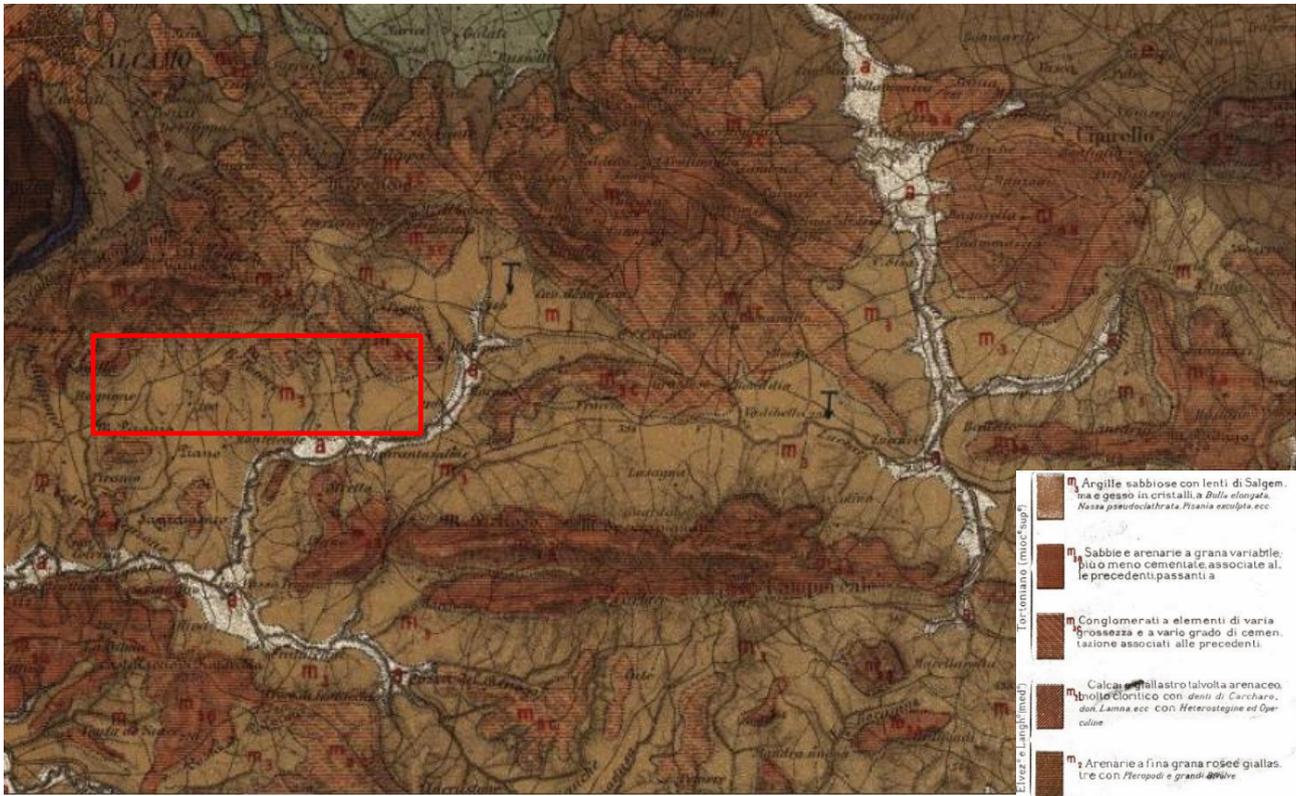


Figura 2 - Schema tettonico-strutturale dell'area oggetto di studio

#### 4.2 Geologia e litostratigrafia area parco

L'area di progetto si colloca in area cartografata e riportata nella carta geologica in scala 1:100.000 (Progetto CARG) e ricade nel Foglio N°258 – Alcamo:



CODICE	FV.ALC01.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	12 di 45

- 6  Argille marnose grigio-azzurre (f.ne Licata) LANGHIANO INFERIORE-TORTONIANO SUPERIORE. Argille, sabbie e conglomerati, bioherme a coralli (membro del Landro) (f.ne Terravecchia); bioliti a coralli (f.ne Baucina); olistostromi a vari livelli (argille brecciate). TORTONIANO SUPERIORE-MESSINIANO INFERIORE Grey-blue marly clays (Licata fm.). EARLY LANGHIAN-LATE TORTONIAN. Clays, sands and conglomerates, reef limestones (Landro member) (Terravecchia fm.); coral biolithites (Baucina fm.); olistostromes ("argille brecciate") intercalations. LATE TORTONIAN-EARLY MESSINIAN
- 8  Depositi silicoclastici con intercalazioni di olistostromi (argille brecciate) (f.ne Castellana Sicula). Conglomerati e calcareniti a stratificazione incrociata (f.ne Gangi). LANGHIANO-TORTONIANO INFERIORE Silicoclastic deposits and olistostromes ("argille brecciate") of the Castellana Sicula fm. Conglomerate and cross-bedded calcarenite (Gangi fm.) LANGHIAN-EARLY TORTONIAN

**Figura 4 – Stralcio Carta Geologica della Sicilia in scala 1:250.000 con indicazione delle unità litostratigrafiche interferenti con l'area di progetto (riquadro rosso)**

Le opere oggetto del presente studio si inseriscono in un contesto litostratigrafico caratterizzato da sedimenti terrigeni miocenici. I sedimenti miocenici interessati dall'installazione delle opere di progetto sono venuti a formarsi in un contesto deposizionale interessato da una tettonica distensiva, la quale ha portato alla formazione di bacini sintettonici di avanfossa, deformati successivamente dalla tettonica recente. Quest'ultimi ricoprono in discordanza la pila di corpi tettonici messi in posto dagli eventi deformativi compressivi dell'orogenesi appenninica. Tali sequenze bacinali sono state interessate da due eventi tettonici principali: il primo ha portato alla sovrapposizione - lungo faglie a basso angolo- di dette successioni bacinali con le successioni di piattaforma carbonatica (Unità del Flysch Numidico, Unità sicane, Unità imeresi), il secondo invece ha coinvolto le porzioni più profonde rappresentate dalle successioni di piattaforma carbonatica ed ha – di conseguenza – riattivato i lineamenti ad alto angolo formati durante il primo evento generando strutture transpressive e trastensive.

Da un punto di vista puramente stratigrafico – al fine di identificare le unità litostratigrafiche formalmente validate – risulta opportuno sottolineare che il quadro litostratigrafico nel Foglio CARG n° 258 – Alcamo in scala 1:100.000 non corrisponde integralmente a quello evidenziato nel più recente ed adiacente Foglio n° 607 Corleone in scala 1:50.000. Nella fattispecie, secondo il Foglio in scala 1:100.000, nell'area oggetto di interesse le unità litostratigrafiche identificabili sono raggruppate in Argille sabbiose con lenti di salgemma (M<sub>3</sub>) e Conglomerati a elementi di varia natura (M<sub>3c</sub>).

Nel Foglio 607- Corleone in scala 1:50.000, adiacente l'area oggetto del presente studio, i depositi terrigeni di interesse sono stati distinti in due unità litostratigrafiche separate da una superficie di discordanza. L'unità

più antica è rappresentata dalla Fm. di Castellana Sicula, sulla quale poggia la sequenza silicoclastica della Fm. di Terravecchia. Dal confronto tra dati di pozzo con la cartografia ufficiale in scala 1:50.000 in cui vige uno schema stratigrafico con unità a limiti inconformi (UBSU – *Unconformity Bounded Stratigraphic Units*) è emerso che l'area di progetto ricade interamente all'interno dei terreni della Fm. di Terravecchia. La Fm. di Terravecchia si riferisce a depositi terrigeni sintettonici di *thrust-top*, depositati sulle unità deformate di catena. Nel Foglio Corleone sono stati cartografati tre diversi membri:

- 1) Un Membro Conglomeratico (TRV<sub>1</sub>) – caratterizzato da conglomerati fluvio-deltizi alternati a livelli sabbiosi con ciottoli di natura silicea; la sequenza di conglomerati è immersa in matrice sabbiosa e/o argillosa, alternata talora a sabbie ciottolose, in strati e banchi superiori a 20 m per amalgamazione; lenti di sabbie a grana media e grossa, gradate, a laminazione parallela e obliqua, e rari strati argilloso-sabbiosi laminati.
- 2) Un Membro Sabbioso (TRV<sub>2</sub>) – caratterizzato da sabbie ed arenarie quarzose o clastico-carbonatiche in strati e banchi
- 3) Membro Pelitico-Argilloso (TRV<sub>3</sub>). Quest'ultimo è costituito da peliti ed argille sabbiose grigiastre e azzurre, argille siltose e siltiti laminate, marne grigio- verdastre, e lenti di sabbie giallastre e da contenuto faunistico costituito da lamellibranchi, ostracodi, foraminiferi bentonici. Tra i foraminiferi planctonici: *Globigerina* spp., *Orbulina* *universa*, e *Neogloboquadrina* *acostensis*, indicativi del Tortoniano superiore. Lo potenza di tale membro può arrivare fino a 150 metri. Il membro pelitico-argilloso può essere distinto ulteriormente in una litofacies pelitico-sabbiosa (TRV<sub>3A</sub>), una litofacies argilloso-marnosa (TRV<sub>3B</sub>) ed una litofacies marnoso-sabbiosa (TRV<sub>3C</sub>). La litofacies TRV<sub>3A</sub> è caratterizzata da peliti sabbiose, peliti ed argilliti passanti gradualmente verso l'alto ad una successione di marne argillose e sabbie grigio-azzurre (TRV<sub>3B</sub>), quest'ultime passanti lateralmente a marne sabbiose ricche in pirite e gesso (TRV<sub>3C</sub>). In corrispondenza dell'area di progetto affiora il solo membro pelitico-argilloso (TRV<sub>3</sub>).

La sottostante Fm. di Castellana Sicula è costituita invece da argille, peliti sabbiose grigio-azzurre con intercalazioni di lenti arenacee e sabbie quarzoso-micacee. Nelle immediate adiacenze dell'area di progetto, la Formazione di Castellana Sicula è ricoperta in discordanza dalle sequenze della Fm. di Terravecchia. Lungo tutta la successione si distinguono – dall'alto verso il basso – i seguenti livelli:

- Argille e siltiti argillose grigio-rossastre con intercalazioni di arenarie calcaree ed arenarie laminate rossastre

CODICE	FV.ALC01.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	14 di 45

- Arenarie grigie ciottolose con gradazione diretta sulle quali poggiano marne sabbiose grigie, alternate a livelli di arenarie grossolane, arenarie grigie passanti a peliti sabbiose e a loro volta colmate da arenarie giallastre.
- Arenarie ciottolose e conglomerati fango-sostenuti passanti verso l'alto a peliti e marne sabbiose.

I terreni della Fm. di Castellana sicula sono parautoctoni, a differenza della successione della Fm. di Terravecchia, i cui prodotti sono connessi all'evoluzione della catena.

Mediante il reperimento di dati di pozzo acquisiti su lotti di terreno adiacenti è emerso che l'unità delle Argille gessose identificate sulla cartografia al 100.000 sono equivalenti al membro pelitico-sabbioso della Fm. di Terravecchia, formalizzato nel Foglio n°607 adiacente in scala 1:50.000. Dalla cartografia al 100.000 sopracitata è stata identificata – in aggiunta – un'unità a conglomerati, la quale corrisponde alla litofacies conglomeratica (TRV<sub>1</sub>) della formazione di Terravecchia. Tale litofacies è stata altresì individuata lungo uno scavo nelle immediate vicinanze dell'area d'impianto. In Tabella 3 è riportata una schematizzazione delle unità litostratigrafiche correlabili tra i due diversi fogli considerati per il modello geologico di riferimento (MGR) dell'area di impianto. In riferimento a ciò, risulta opportuno considerare che l'areale di progetto non rientra all'interno del Foglio N°258 – Alcamo ma è adiacente allo stesso. Tuttavia risulta comunque possibile correlare le unità identificate nel sopracitato Foglio in scala 1:50.000 con le unità litostratigrafiche mappate nel precedente Foglio in scala 1:100.000



*Figura 5 - Litofacies conglomeratica della Fm. di Terravecchia fotografata lungo uno scavo nelle immediate vicinanze dell'area di impianto.*

**Tabella 3 - Schema stratigrafico dell'areale di progetto con indicazione delle unità stratigrafiche a limiti inconformi (Unconformity Bounded Stratigraphic Unit, UBSU) di diverso rango gerarchico utilizzato per il Foglio CARG 1:50.000 – San Severo e la sua correlazione con le unità litostratigrafiche individuate nel Foglio CARG 1:100.000**

Unità litostratigrafiche identificate dal Foglio 396 – San Severo in scala 1: 50.000			
ETA'	Unità Litostratigrafica		SIGLA
Tortoniano sup. – Messiniano inf.	Fm. di Terravecchia	Membro conglomeratico	TRV <sub>1</sub>
		Membro pelitico-argilloso	TRV <sub>3</sub>
Serravalliano sup. – Tortoniano inf.	Fm. di Castellana Sicula		SIC
Unità litostratigrafiche identificate dal Foglio 155 – San Severo in scala 1:100.000			
ETA'	Unità Litostratigrafica		SIGLA
Miocene (Langhiano- Tortoniano)	Argille sabbiose con lenti di salgemma		M <sub>3</sub>
	Conglomerati a elementi di varia natura		M <sub>3c</sub>

Nella tabella seguente sono riportate le unità litostratigrafiche - desunte dal rilievo in campo e dalla cartografia esistente - su cui insisterà l'area parco.

**Tabella 4 - Unità litostratigrafiche area parco**

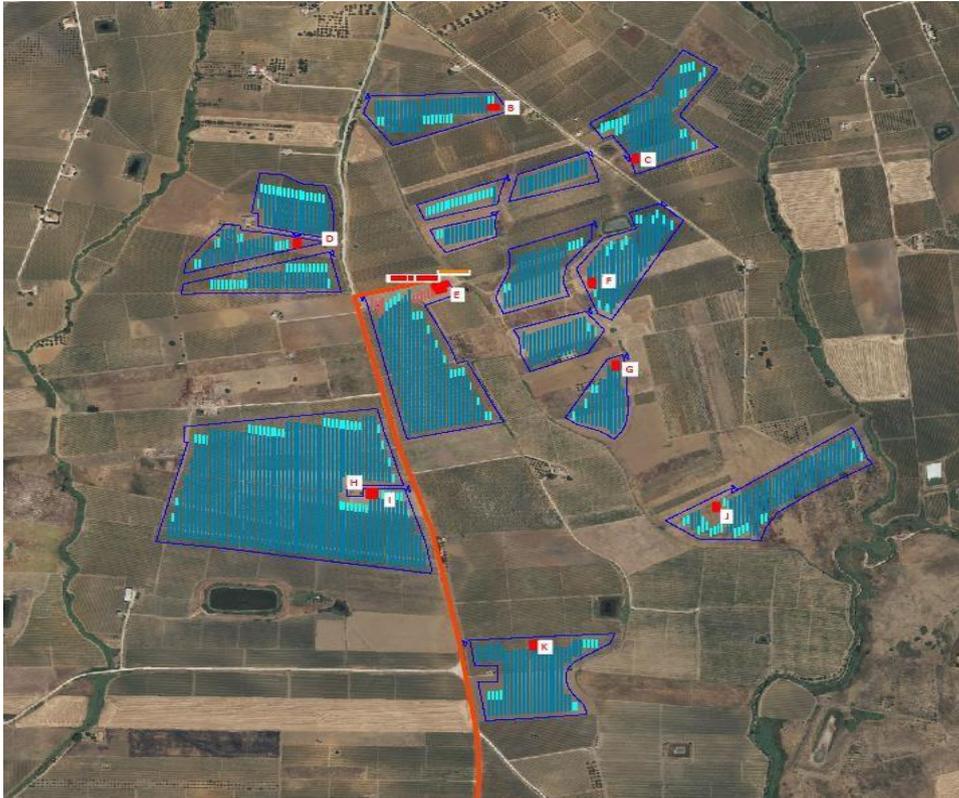
Unità Litostratigrafiche	Area Impianto
<i>Fm. di Terravecchia (litofacies pelitico-argillosa)</i>	Sottocampo A
<i>Flysch Terravecchia (litofacies pelitico-argillosa e conglomeratica)</i>	Sottocampo B
<i>Fm. di Castellana Sicula – Fm. di Terravecchia (litofacies pelitico-argillosa)</i>	Sottocampo C
<i>Fm. di Terravecchia (litofacies politico-argillosa)</i>	Sottocampo D
<i>Fm. di Terravecchia (litofacies pelitico-argillosa)</i>	Sottocampo E
<i>Fm. di Terravecchia (litofacies pelitico-argillosa)</i>	Sottocampo F
<i>Fm. di Terravecchia (litofacies pelitico-argillosa)</i>	Sottocampo G
<i>Fm. di Terravecchia (litofacies pelitico-argillosa)</i>	Sottocampo H
<i>Fm. di Terravecchia (litofacies pelitico-argillosa)</i>	Sottocampo I

*Depositi fluviali di fondovalle*  
*Fm. di Terravecchia (Litofacies pelitico-argillosa)*

Sottocampo J  
Sottocampo K



**Figura 6 – Sottocampi parco FV**



*Figura 7- Sottocampi parco FV*

Circa la distribuzione areale e i limiti e rapporti stratigrafici delle unità litostratigrafiche interessate dall'area parco si rimanda alla carta geologica (elaborato FV.ALC01.PD.A.03).

#### **4.3 Geologia e litostratigrafia area cavidotto**

Gli scavi da realizzare per la posa dell'elettrodotto interesseranno – oltre che le porzioni superficiali delle unità silicoclastiche precedentemente descritte – anche il membro sabbioso della Fm. di Terravecchia ed i depositi di fondovalle e fluviali del F. Sirignano. Ques'ultimi sono caratterizzati da terreni a granulometria variabile ma essenzialmente caratterizzata da depositi ghiaioso-sabbiosi in abbondante matrice argillosa. Circa la distribuzione areale e i limiti e rapporti stratigrafici delle unità litostratigrafiche interessate dall'area parco si rimanda alla carta geologica (elaborato FV.ALC01.PD.A.03).

## 5 CARATTERI IDROGEOLOGICI

### 5.1 Circolazione idrica sotterranea

La circolazione idrica sotterranea nell'area oggetto di studio è fortemente influenzata dalla natura dei terreni affioranti, in funzione della quale si verifica l'infiltrazione ed il conseguente accumulo di acqua gravifica con eventuale formazione di falde idriche. Nella fattispecie, l'area di impianto interessa il membro pelitico-argilloso e conglomeratico della Fm. di Terravecchia e le sequenze argillose della Fm. di Castellana Sicula.

Il membro pelitico-argilloso della Fm. di Terravecchia, insieme alle sequenze della Fm. di Castellana Sicula rappresentano un insieme di termini litologici simili, aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, possono essere raggruppate in un unico complesso idrogeologico, qui denominato **Complesso Idrogeologico Argilloso**. Per ciò che concerne questo complesso idrogeologico, data la natura marnoso-argillosa di tali unità, i valori di permeabilità risultano essere piuttosto bassi, e ricadono in un range variabile dai  $1 \cdot 10^{-7}$  ad  $1 \cdot 10^{-9}$  m/s. Nei confronti della circolazione idrica sotterranea, le litologie marnoso-argillose della Fm. di Castellana Sicula e le facies argillose della Fm. di Terravecchia fungono essenzialmente da acquiclude, tamponando le unità a permeabilità maggiore ascrivibili al membro arenaceo-conglomeratico della Fm. di Terravecchia. Nonostante il carattere impermeabile ascrivibile ad una porosità efficace molto bassa, in quanto i pori non risultano interconnessi pur essendo l'indice dei vuoti in genere molto elevato, è eventuale l'ipotesi di una circolazione idrica di discreta entità che viene a crearsi entro le fessure degli orizzonti sovraconsolidati o in corrispondenza delle coltri regolitiche ed eluvio-colluviali, il cui il carattere sciolto favorisce accumuli idrici.

La litofacies conglomeratico-sabbiosa della Fm. di Terravecchia rientra all'interno del **Complesso Idrogeologico sabbioso-conglomeratico**. Tale complesso è caratterizzato da valori di permeabilità da elevati a molto elevati ( $10^{-2} < k < 10^{-4}$ ) associati principalmente alla distribuzione e alla dimensione dei pori presenti nel terreno. Questo range di valori mostra, di fatto, una forte variazione verticale e laterale della permeabilità connessa alle locali eteropie di facies: in corrispondenza dei livelli con frazione limoso-sabbiosa la permeabilità si abbassa notevolmente; in corrispondenza delle sequenze conglomeratiche invece aumenta in maniera tale da favorire l'infiltrazione delle acque meteoriche a discapito dell'aliquota di ruscellamento superficiale. Data la limitata estensione e la scarsa continuità laterale del complesso idrogeologico sabbioso-conglomeratico gli accumuli idrici sono poco significativi e confinati entro sequenze caratterizzate da permeabilità scarsa.

*Tabella 5 - Caratteristiche dei complessi idrogeologici individuati in corrispondenza dell'area parco*

Litotipo	Tipo di permeabilità	Grado di permeabilità	Coefficiente di permeabilità	Complesso Idrogeologico
Fm. di Terravecchia – Membro conglomeratico	Permeabilità primaria per porosità	Elevato	$10^{-2} - 10^{-4}$	Complesso idrogeologico conglomeratico-sabbioso
Fm. di Terravecchia – Membro pelitico-argilloso	Impermeabile	da Basso a Nulla	$10^{-7} - 10^{-9}$	Complesso idrogeologico argilloso
Fm. di Castellana Sicula	Impermeabile	da Bassa a nulla	$10^{-7} - 10^{-9}$	

Dal quadro idrogeologico descritto pertanto è stata accertata l'assenza di accumuli idrici significativi nei livelli superficiali, oltre che eventuali falde idriche interagenti con le opere di progetto, in quanto queste risultano allocate principalmente in corrispondenza del Complesso Idrogeologico Argilloso. Ai fini del presente studio quindi la **vulnerabilità idrogeologica** può essere considerata da bassa a scarsa poiché l'area parco insiste su terreni impermeabili. Quanto fin qui descritto è stato rappresentato nella carta idrogeologica in scala 1:10.000.

## 6 GEOMORFOLOGIA

### 6.1 Caratteri geomorfologici e idrologici

L'area di impianto si localizza all'interno del bacino idrografico del F. S. Bartolomeo che sfocia a Est dell'abitato di Castellammare del Golfo, nel versante settentrionale della Sicilia occidentale. I caratteri morfologici del bacino sono il risultato dell'intensa attività tettonica terziaria, la quale ha generato un'architettura a falde e scaglie impilate, successivamente interessate da weathering chimico-fisico che ha generato morfosculture e discontinuità morfologiche che condizionano fortemente l'andamento delle scarpate e dei rilievi collinari, oltre che il regime idrologico.

L'area interessata dall'installazione del parco fotovoltaico è da ritrovarsi all'interno di un territorio collinare, compreso tra i rilievi montuosi di Mt. Pietroso a sud e di P.zzo Montelongo a nord, con quote comprese dai 250 m.s.l.m. in corrispondenza del sottocampo A ai 181 m.s.l.m. nel sottocampo K. L'impianto è delimitato ad est ed ovest da incisioni costituenti le testate di due corsi d'acqua effimeri - con acqua in alveo solo per alcuni mesi l'anno - ad andamento NW-SE che vanno a confluire nel fiume di Sirignano. Quest'ultimo presenta un andamento E-W e scorre lungo il contatto tra le sequenze argillose e litoidi presenti.

I vasti affioramenti argilloso-sabbiosi formano morfologie dolci, con versanti debolmente inclinati e disuniformi, in corrispondenza dei quali la morfogenesi si esplica attraverso l'azione congiunta di processi fluviali, movimenti gravitativi e fenomenologie da ruscellamento. L'abbassamento del livello di base ha portato ad un generale approfondimento della rete fluviale, catalizzando i processi di denudazione, quest'ultimi favoriti dalla presenza di un substrato di natura coesiva. L'assetto morfologico è funzione anche dell'assetto stratigrafico: il passaggio da sequenze caratterizzate da comportamenti reologici diversi crea le condizioni per l'attuarsi di fenomenologie da erosione selettiva. Vengono a crearsi talora rilievi isolati lungo il contatto tra le facies coesive - più erodibili (sequenze argillose) - e litoidi/semi-litoidi più resistenti all'azione erosiva (conglomerati). Il carattere litologico predominante è sicuramente quello argilloso, le cui forme risultano connesse a processi di alterazione e degradazione, oltre che ad uno scarso drenaggio, processi questi che favoriscono movimenti gravitativi e processi di erosione.

Le morfologie possono pertanto essere ricondotte a versanti regolarizzati a bassa pendenza (< 20%) con sviluppo limitato di suolo e vegetazione in prevalenza erbaceo-arbustiva, in cui possono essere identificate forme di erosione lineare. La scarsa permeabilità delle successioni argillose riduce la capacità di trattenere le acque meteoriche, le quali defluendo prettamente in superficie, originano reti di drenaggio irregolari con un elevato trasporto solido, alimentato principalmente dall'elevata energia dei rilievi. Le ondulazioni e le forme

irregolari identificabili dalle curve di livello inoltre sono connesse sia alla presenza di dissesti che a fenomeni di reptazione e plasticizzazione dei suoli residuali.

Le zone caratterizzate da terreni a comportamento plastico – ovvero le sequenze argillose della Fm. di Terravecchia e di Castellana Sicula, sono interessate da processi morfodinamici connessi a fenomenologie da dilavamento, connesse alle acque di precipitazione meteorica. Su tali litotipi – essendo bassa la resistenza all’erosione e presentando pertanto un elevato grado di erodibilità, sono state identificate forme da erosione lineare sia allo stato maturo che embrionale. In generale, le litologie argillose sono costituite da un orizzonte di alterazione di spessore variabile e un substrato le cui caratteristiche meccaniche tendono a migliorare. Per l’area oggetto di studio è stata consultata la cartografia relativa al Progetto IFFI, il quale riporta la distribuzione aggiornata al 2021 dei depositi franosi suddivisi in base alla tipologia, cinematismo, stato di attività e materiali coinvolti. Dall’analisi cartografica non sono state identificate frane attive o quiescenti censite dal Progetto IFFI.

Il sito indagato ricade nei Piani Stralcio per l’Assetto Idrogeologico dell’**Autorità di Bacino Distrettuale della Regione Sicilia**. Dall’analisi delle perimetrazioni presenti nei Piano Stralcio dell’AdB competente non è emersa alcuna interferenza tra le opere di progetto ed aree a pericolosità geomorfologica.



*Figura 8 -Panoramica aree di impia*

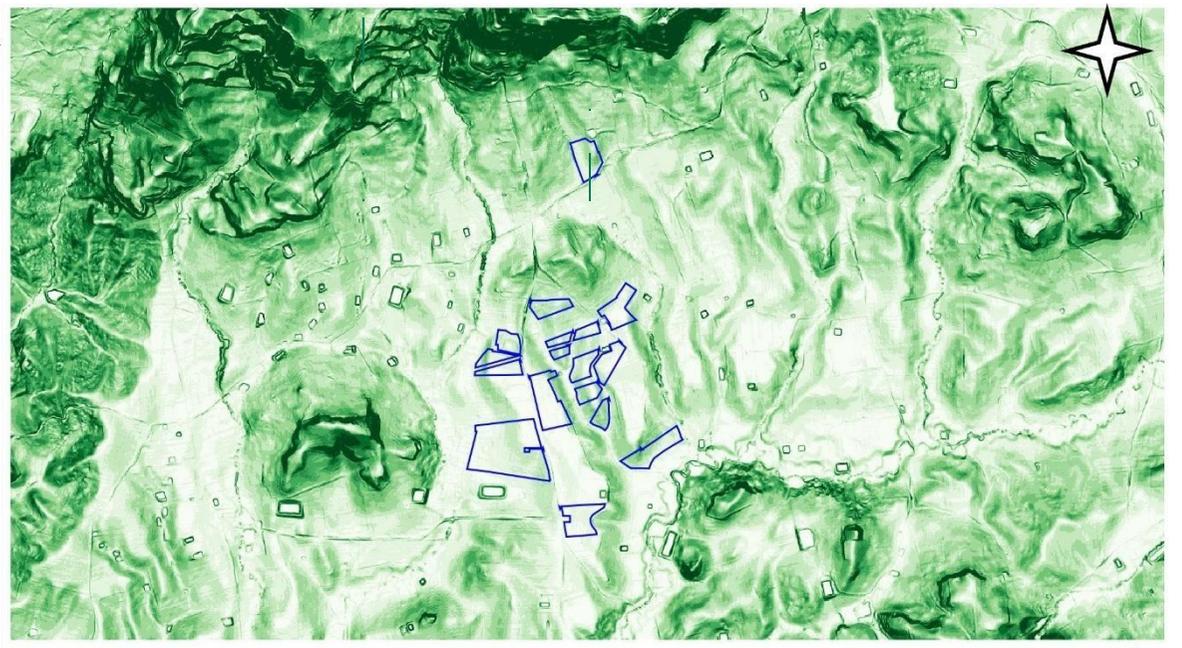
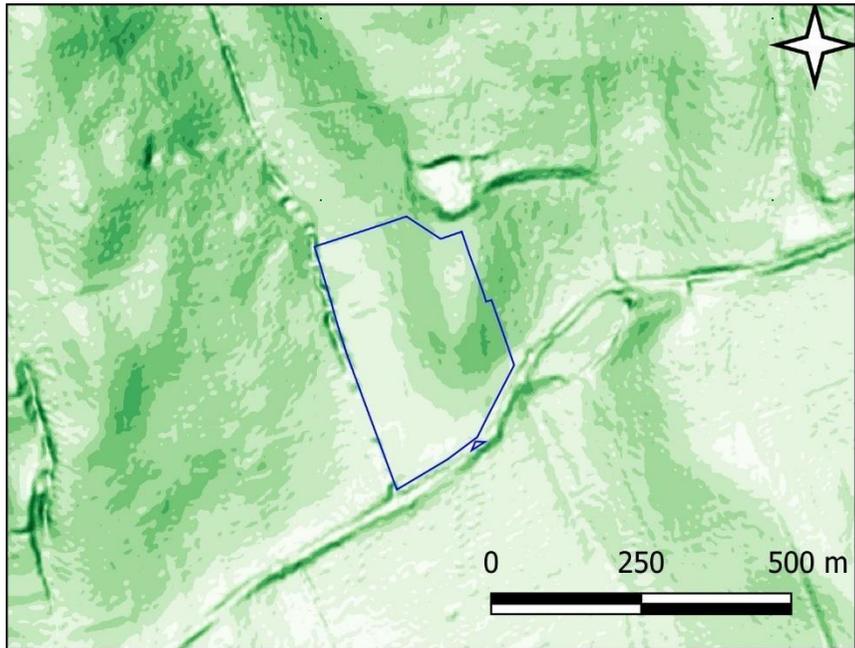


Figura 9 - Pendenze area parco

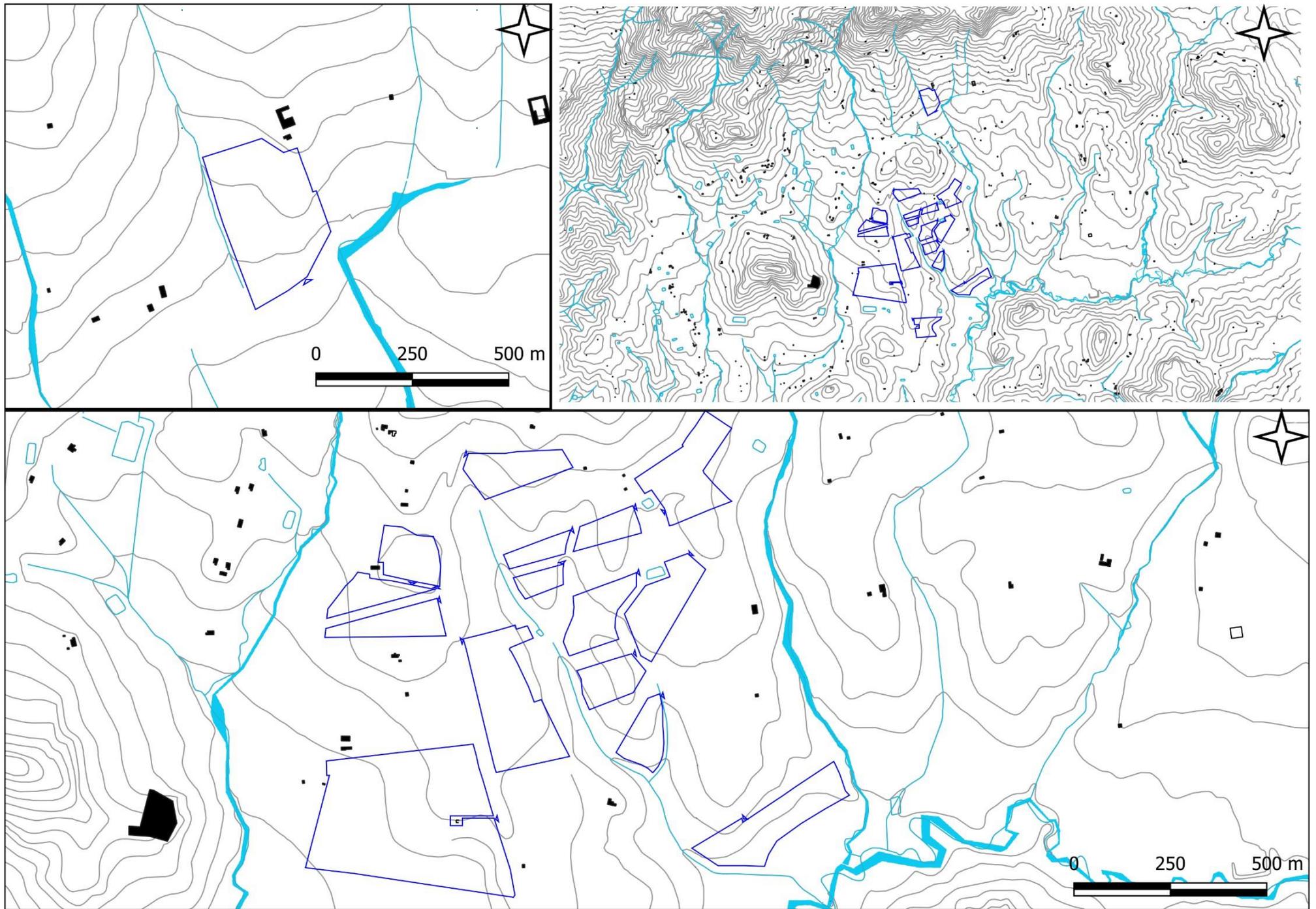


Figura 10 - Reticolo idrografico su CTR - Area impianto



Pericolosità Geomorfológica

- P0 - Pericolosità geomorfológica Bassa
- P1 - Pericolosità geomorfológica Moderata
- P2 - Pericolosità geomorfológica media
- P3 - (Pericolosità geomorfológica elevata
- P4 - Pericolosità geomorfológica molto elevata

*Figura 11 - Inquadramento parco fotovoltaico e cavidotto di progetto rispetto le aree a pericolosità geomorfológica del PAI*

## 7 CARATTERI SISMICI

### 7.1 Normativa Vigente

Le azioni sismiche di progetto vengono definite dalle Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC 2018 – D.M. 17/01/2018) e si definiscono a partire dalla Pericolosità Sismica di Base dell'area di indagine, funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale ed ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione  $S_e(T)$  con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR. I valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*c$  sono i parametri su sito rigido orizzontale che definiscono le forme spettrali per ciascuna probabilità di superamento PVR in un determinato periodo di riferimento.

### 7.2 Sismicità storica

La storia sismica del territorio in esame è stata analizzata attraverso la consultazione del Database Macrosismico Italiano DMI15 v.4.0., il quale sostituisce la precedente versione 3.0. considerando una copertura temporale maggiore – dalla fine del 2019 alla fine del 2020. Il set di dati di intensità macrosismica relativo i terremoti nel territorio italiano è quindi aggiornato alla finestra temporale 1000-2020 e sono raccolti in termini di gradi di intensità macrosismica.

#### 7.2.1 Sismicità Storica del Comune di Alcamo (TP)

Il comune di Cerignola è classificato come **zona sismica 2** dove possono verificarsi forti terremoti con valori di pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido pari a 0.25 g.

Nel territorio comunale sono riportati 23 eventi sismici avvenuti tra il 1907 ed il 1968:

*Tabella 6- Sismicità storica Comune di Alcamo (Fonte: Database Macrosismico Italiano)*

Anno	Area Epicentrale	$I_0$	$M_w$
1907	Tirreno Meridionale	5	4.14
1910	Isola di Ustica	5	4.16
1977	Monti Nebrodi	6-7	4.61
1980	Irpinia-Basilicata	10	6.81
1990	Sicilia sud-orientale		5.61
1909	Corleone	3-4	3.73
1910	Tirreno meridionale	5	4.48
1959	Piana di Catania	6.7	5.11
1981	Mazara del Vallo	6	4.93
1995	Isole Egadi	5	4.78

CODICE	FV.ALC01.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	27 di 45

1909	Camporeale	4	3.70
1968	Valle del Belice	5-6	4.61
1940	Tirreno meridionale	7-8	5.29
1954	Sicilia centro-occidentale	5-6	4.24
1968	Valle del Belice	6-7	5.10
1979	Tirreno meridionale		4.87
1976	Valle del Belice	5	4.41
1823	Valle del Belice	8	5.81
2002	Valle del Belice	6	5.92
1968	Irpinia-Basilicata	8	5.45
1968	Tavoliere delle Puglie	7	4.84
1968	Molise	8	5.37
1925	Tavoliere delle Puglie	10	6.41

### 7.3 Accelerazione orizzontale massima attesa $a_g$

Con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018 (D.M. 17/01/2018), all'OPCM 3274 e 3519/2006, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha redatto una mappa di pericolosità (Progetto Esse1) espressa in termini di accelerazione orizzontale massima con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi (Categoria A;  $V_s > 800$  m/s). Per l'area parco i valori di  $a_g$  sono compresi tra 0.150 e 0.175

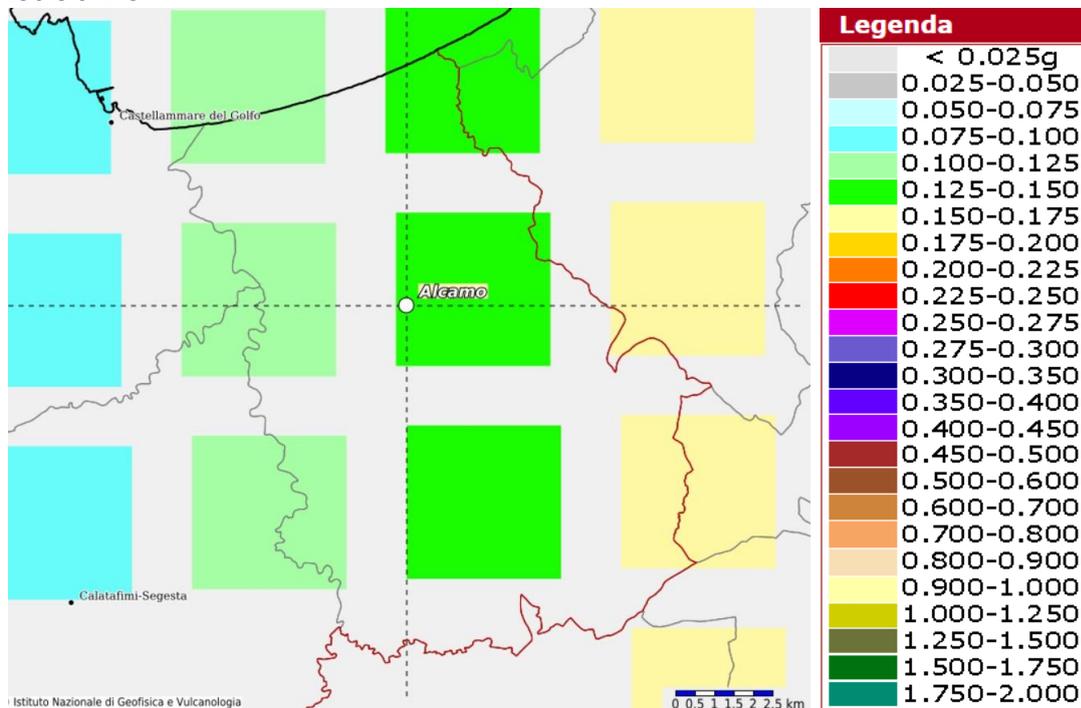


Figura 12 - Modello Pericolosità sismica MPS04-S1



## RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE	FV.ALC01.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	28 di 45

Per ogni singolo nodo della griglia in figura 10 è possibile analizzare il contributo delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza alla pericolosità del nodo della relativa  $a(g)$ . Per lo stesso nodo si otterranno anche i valori medi di M-D- $\epsilon$  (Magnitudo-Distanza-Epsilon). Di seguito sono riportati i valori di disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni per il nodo considerato.





**RELAZIONE GEOLOGICA**

CODICE	FV.ALC01.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	30 di 45

<b>140-150</b>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<b>150-160</b>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<b>160-170</b>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<b>170-180</b>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<b>180-190</b>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

*Tabella 7-Valori medi di Magnitudo-Distanza-parametro Epsilon per i nodi considerati*

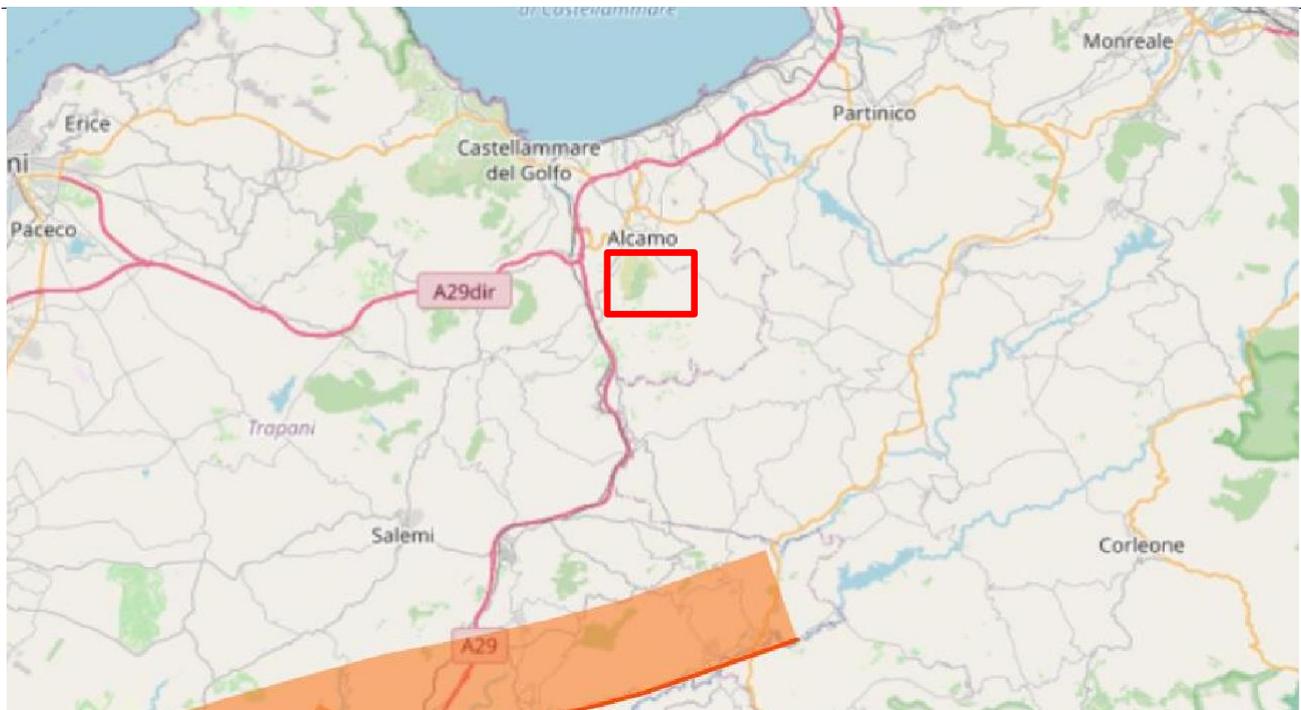
Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.08	13.4	0.783

CODICE	FV.ALC01.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	31 di 45

#### 7.4 Sorgenti Sismogenetiche

Al fine di analizzare le sorgenti sismogenetiche prossime all'area di progetto si è fatto riferimento al Database delle sorgenti sismogenetiche Italiane DISS 3.3.0 (Valensise & Pantosti, 2001). Suddetto Database è costituito da sorgenti sismogenetiche rappresentate nelle tre dimensioni, ottenute parametrizzando la geometria e la cinematica di grandi faglie attive ritenute in grado di generare terremoti di magnitudo (Mw) superiore a 5.5. Dalla consultazione del Database DISS è emerso che le sorgenti potenziali di generare eventi sismici con magnitudo > 5.5 sono associate sia a **sorgenti sismogenetiche individuali**, ovvero faglie note che hanno causato forti terremoti in passato ed in corrispondenza delle quali potrebbero avvenire, e **sorgenti sismogenetiche composite**, caratterizzate da un sistema di faglie esteso che in genere non ha terremoti associati ma sono state identificate sulla base di dati geologici e/o geofisici. Di seguito è riportato uno stralcio (Fig.12) delle sorgenti sismogenetiche prossime l'area di progetto, i cui parametri sono dettagliati in Tabella 8. Come visibile dai parametri esposti in tabella e reperiti dal Database DISS 3.3.0, la sorgente in oggetto è associata ad una fascia di deformazione con orientazione appenninica (NW-SE) connessa al sistema di thrust dell'area del Belice.

*Figura 13- Sorgenti sismogenetiche individuali e composite prossime l'areale di progetto (fonte: DISS 3.3.0)*



**Tabella 8 - Caratteristiche sorgente sismogenetica Mazara-Belice**

ID SORGENTE	TIPOLOGIA SORGENTE	DISTANZA DA AREA IMPIANTO	MAGNITUDO max	STRIKE	SLIP RATE (mm/anno)
ITCS021 – Mazara-Belice	Sorgente Sismogenica Composita	20 km	6.1	260	0.1000-0.5000

## 7.5 Definizione dell'azione sismica

Le azioni sismiche di progetto sono valutate in base ai diversi stati limite considerati e vengono definiti a partire dalla pericolosità sismica di base del sito oggetto di studio. Nei confronti delle azioni sismiche, gli stati limite vengono individuati riferendosi alla costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali e non strutturali. Per ciò che concerne gli stati limite di esercizio (SLE), questi sono:

**Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso non deve subire danni e interruzioni d'uso significative.

**Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione subisce danni tali da non mettere a rischio utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

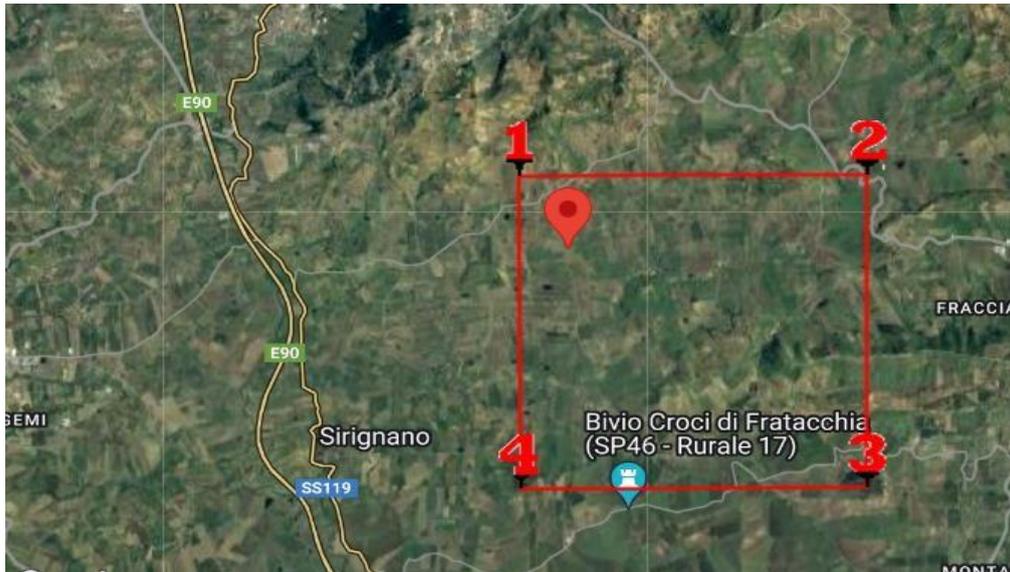
Per ciò che riguarda gli stati limite ultimi (SLU), questi sono:

**Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici, danni dei componenti strutturali ed una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali.

**Stato Limite di Prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali 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.

Ai sensi delle NTC 2018 per ogni opera bisogna indicare i valori di accelerazione di picco con relativo spettro di risposta elastico, individuato sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto ed in funzione della vita nominale dell'opera. Considerando una Vita Nominale di 30 anni ed una Classe D'Uso I ( $C_u = 0.7$ ) si ottiene un periodo di riferimento  $V_r$  pari a 30. I parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$ , riferiti a suolo rigido con morfologia orizzontale da utilizzare per la definizione dell'azione sismica del sito di progetto sono stati calcolati mediante

il software Geostru. Sulla base di questi dati è possibile ricavare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali e verticali del moto per gli stati limite (SLE e SLU) in funzione della categoria topografica e di sottosuolo. Pertanto, il coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$  varierà in funzione della categoria di sottosuolo, il coefficiente di amplificazione sarà funzione della categoria topografica per il sito di riferimento.



*Figura 14 - Maglia del reticolo di riferimento per la definizione dell'azione sismica*

*Tabella 9 - Posizione spaziale area parco*

**Posizione spaziale  
area parco  
fotovoltaico**

<i>Città</i>	Alcamo
<i>Provincia</i>	Trapani
<i>Regione</i>	Sicilia
<i>Latitudine</i>	37.920909°
<i>Longitudine</i>	12.993300°
<i>Vita Nominale</i>	30
<i>Classe Edificio</i>	I

I valori dei Parametri in Tab.16 per la definizione dell'azione sismica sono stati calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia del reticolo di riferimento contenente il

punto in esame (Fig. 18), utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove:

p - il valore del parametro di interesse nel punto in esame;

$p_i$  - valore del parametro di interesse nell' $i$ -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;

$d_i$  - distanza del punto in esame dall' $i$ -esimo punto della maglia;

**Tabella 10- Parametri sismici calcolati per i diversi stati limite considerati per il Sito di riferimento 1**

Stati Limite	Tr (anni)	$a_g$ (g)	F0	Tc* (s)
Operatività (SLO)	30	0.035	2.335	0.204
Danno (SLD)	35	0.038	2.338	0.214
Salvaguardia Vita (SLV)	332	0.124	2.374	0.287
Prevenzione Collasso (SLC)	682	0.169	2.424	0.392
Periodo di riferimento per l'azione sismica			35	

**Tabella 11- Coefficienti sismici calcolati per i diversi Stati Limite Considerati, Sito di riferimento 1**

Coefficienti Sismici	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss Amplificazione Stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,45
Cc Coeff. Categoria Sottosuolo	1,78	1,75	1,58	1,56
St Amplificazione Topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

**Tabella 12- Coefficienti sismici orizzontali e verticali ( $k_h$  e  $k_v$ ), accelerazione massima e parametro beta per i diversi stati limite, Sito di riferimento 1**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_h$	0.010	0.012	0.045	0.059
$k_v$	0.005	0.006	0.022	0.029
$A_{max}$ (m/s <sup>2</sup> )	0.513	0.565	1.831	2.405

Beta

0.2

0.2

0.24

0.240

## 7.2 Categoria Sismica Suolo di Fondazione

Il D.M. 17/01/2018 ha introdotto la nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica.

Tra le importanti novità relative alle metodologie di calcolo delle strutture è stato introdotto l'uso dei coefficienti per la determinazione dello spettro di risposta elastica, dipendente dalla classificazione dei suoli, i quali vengono ripartiti nelle cinque categorie definite in Tab.8 e distinte sulla base dei parametri  $V_{Seq}$ , NSPT o  $C_u$

Il parametro  $V_{Seq}$  è definito dalla seguente formula:

$$V_{Seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

Per depositi con profondità  $H$  del substrato  $> 30$  m, la velocità equivalente delle onde di taglio è definita dal parametro  $V_{s30}$ . Quest'ultimo parametro si ottiene ponendo  $H=30$ m considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

### Categoria

### Descrizione

- | Categoria | Descrizione  |
|-----------|--|
| <b>A</b>  | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio $> 800$ m/s eventualmente comprendenti in superficie terreni con caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 metri  |
| <b>B</b>  | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche e da valori di velocità equivalente comprese tra 360 m/s e 800 m/s   |
| <b>C</b>  | Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con a profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s |

- D** Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra i 100 m/s e 180 m/s
- E** Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite dalle categorie C e/o D, con profondità del substrato non superiore a 30 metri

Nel caso dell'area oggetto di studio sono state prese in considerazione sismostratigrafie da dati acquisiti dallo scrivente su porzioni prossime l'area di progetto ed aventi medesime caratteristiche litostratigrafiche e geomorfologiche, per cui in questa fase si può assumere una **categoria sismica di suolo di tipo C**. Nelle successive fasi progettuali verrà accertato il valore di  $V_{Seq}$  per la definizione della categoria sismica del suolo di fondazione.

**Suolo di tipo C:** Rocce e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche e da valori di velocità equivalente comprese tra 360 m/s e 800 m/s.

### 7.3 Coefficiente di amplificazione topografica

In riferimento alla definizione di Categoria Topografica, il D.M. 17/01/2018 prevede la classificazione indicata in Tabella 32. Sulla base delle condizioni topografiche, gli aerogeneratori di progetto ricadono tutti in **Categoria Topografica T1**. Nella figura seguente è riportata la carta delle pendenze con il calcolo puntuale della pendenza in corrispondenza degli aerogeneratori di progetto.

Tabella 13- Categoria Topografica ai sensi delle NTC 2018

Categoria	Caratteristiche Superficie Topografica	$S_T$
T1	Superficie Pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$	1.0

CODICE	FV.ALC01.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	37 di 45

T2	Pendii con inclinazione media $\geq$ 15°	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media pari a 15°	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

## 8 MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

### 8.1 Modello Geologico di riferimento

Accertate le principali caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area interessata dalla progettazione è possibile elaborare il modello geologico di riferimento (MGR) cui far riferimento secondo quanto richiesto dalle NTC 2018.

Il modello geologico di riferimento (MGR) identifica le principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche locali con particolare attenzione ai potenziali rischi derivanti e/o connessi alla progettazione. Dal confronto dei dati cartografici e bibliografici condotti nel presente studio, unitamente al rilievo in sito, è stato possibile realizzare un modello geologico di sottosuolo per ciascuna delle aree principali coinvolte nel progetto:

Le **caratteristiche geologico-litostratigrafiche** in corrispondenza dell'area parco sono legate alla presenza di depositi terrigeni ascrivibili alla Fm. di Terravecchia, la quale contiene un membro conglomeratico ed uno argilloso-pelitico. La litofacies conglomeratica interessa i sottocampi B e C. I restanti sottocampi si impostano sul membro pelitico-argilloso di suddetta formazione.

Il passaggio tra le due litofacies è marcato oltre che da una netta variazione delle pendenze, laddove affiorano i termini argillosi, anche dalla presenza aree più intensamente incise e interessate da un consistente deflusso superficiale. A seguito dei rilievi effettuati in sito e dei dati reperiti in letteratura, in corrispondenza degli areali interessati dal presente intervento è stata altresì accertata la presenza di coltri superficiali di terreno di spessore variabile da 1 ai 3 m. Tali coltri superficiali di terreno, da bypassare nell'applicazione dei carichi, sono costituite da un primo orizzonte di suolo vegetale e da un secondo orizzonte saprolitico di alterazione del sottostante substrato. Risulta opportuno specificare che un quadro senza dubbio più esatto e preciso delle caratteristiche litostratigrafiche locali del sottosuolo sarà possibile solo in fase esecutiva, a seguito dell'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo. Pertanto, in tale fase è stata assegnata schematicamente la seguente successione stratigrafica:

Area Parco –	Stratigrafia
Sottocampo A-B-C-D-E-F-G-H-I	Coltre eluvio-colluviale (1-3 metri)
	Argille sabbiose – Fm. di Terravecchia

Area Parco –	Stratigrafia
Sottocampo B-C	Coltre eluvio-colluviale (1-3 metri)
	Conglomerati – Fm. di Terravecchia

Le **caratteristiche geomorfologiche** dell'areale di progetto si caratterizzano per la presenza di morfologie fortemente dipendenti dall'assetto litologico-strutturale. Le unità a comportamento meccanico fragile (litofacies conglomeratica – Fm. di Terravecchia) presentano una risposta diversa all'azione degli agenti esogeni rispetto alle unità coesive a comportamento plastico. Ciò predispone l'areale a processi di erosione selettiva, in corrispondenza dei quali è possibile identificare brusche variazioni di pendenza e linee di drenaggio preferenziali, impostatesi preferenzialmente lungo le aree di contatto tra litologie a diverso comportamento meccanico. Morfologie più dolci ed ondulate sono invece da imputare alla presenza dei sedimenti argillosi della litofacies coesiva della Fm. di Terravecchia. Bisogna osservare, a tal proposito, che suddette morfologie sono riconducibili alle aree d'installazione di gran parte dei sottocampi.

Tuttavia, la dinamica evolutiva è principalmente da riferirsi a processi denudazionali causati dallo smantellamento delle porzioni tenere di substrato ad opera delle acque ruscellanti ed incanalate. Il carattere impermeabile di suddette litologie limitando l'infiltrazione, crea le condizioni necessarie per l'imbibizione delle porzioni pellicolari di terreno, favorendone pertanto la loro eventuale fluidificazione.

Il presente studio ha ritenuto fondamentale investigare eventuali interferenze con le aree a pericolosità geomorfologica censite dal PAI dell'AdB territorialmente competente. In riferimento a ciò, **non sono state identificate interferenze con aree a pericolosità geomorfologica, sia per quanto riguarda l'area parco che per il cavidotto di progetto.** Lo scrivente ha ritenuto importante anche la consultazione della cartografia IFFI (Inventario Fenomeni Franosi), a seguito della quale non sono state individuate frane attive o quiescenti interferenti con le opere in progetto.

Bisogna osservare, tuttavia, che nell'areale considerato i movimenti franosi coinvolgono le unità argillose di imposta del presente impianto. Come già detto in precedenza – data la loro bassa permeabilità - risulta pertanto possibile l'instaurarsi di un notevole deflusso superficiale a seguito di eventi piovosi di elevata entità nelle aree a pendenza più elevata.

CODICE	FV.ALC01.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	40 di 45

In fase esecutiva saranno opportune valutazioni più approfondite per la valutazione delle condizioni di stabilità del sito attraverso modelli numerici volti a quantificare il fattore di sicurezza per l'area investigata, anche attraverso ulteriori indagini geognostiche puntuali volte ad una migliore caratterizzazione geologico-tecnica del pendio.

**Le caratteristiche idrogeologiche** dell'areale di progetto sono caratterizzate da una circolazione idrica sotterranea influenzata soprattutto dai rapporti reciproci tra i termini conglomeratici ed argillosi della Fm. di Terravecchia. Nello specifico, in corrispondenza degli aerogeneratori è stato individuato un *complesso idrogeologico conglomeratico-sabbioso*, caratterizzato da valori di permeabilità elevati, ed un *complesso idrogeologico argilloso* caratterizzato da termini argilloso-pelitici, caratterizzati da valori di permeabilità bassi. Le coltri d'alterazione sulle unità argillose nell'area in esame possono essere dotate di una permeabilità secondaria per eventuale fessurazione. Di conseguenza nei periodi piovosi è probabile l'instaurarsi di manifestazioni idriche superficiali con formazione di falde sospese non permanenti. Tuttavia, ai fini del presente studio la **vulnerabilità idrogeologica** può essere considerata da bassa a scarsa poiché l'area parco insiste principalmente su terreni impermeabili.

## 8.2 Modello geotecnico di riferimento

Accertato l'assetto litostratigrafico areale di massima è possibile procedere alla modellazione geotecnica preliminare riferita all'attuale fase progettuale definitiva, al fine di valutare la qualità geotecnica dell'ammasso fondale in riferimento alla tipologia di opere previste.

Fermo restando la modellazione geotecnica esecutiva di dettaglio che dovrà essere effettuata nelle successive fasi esecutive, si è proceduto all'estrapolazione dei principali parametri geotecnici del suolo da considerare per la progettazione. La parametrizzazione di seguito fornita deriva dalla correlazione con dati di archivio e bibliografici reperiti. Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche, si fa qui esplicito riferimento ai valori del parametro fisico-meccanici ottenuto dalle analisi di laboratorio geotecnico eseguite su campioni prelevati in terreni delle stesse formazioni presenti nell'area di studio ed in analoghe condizioni geostrukturali.

Tuttavia, si precisa che i valori dei parametri di seguito riportati sono puramente indicativi e che l'accertamento dei caratteri geo-meccanici dei terreni affioranti nell'area di ubicazione del parco verrà eseguito in maniera puntuale attraverso indagini dirette ed indirette, da eseguirsi in fase di progettazione esecutiva.

I parametri geotecnici determinati sono stati forniti in termini di “valori caratteristici”, in adempimento alla vigente normativa, calcolando la media dei valori più cautelativi forniti dai dati reperiti e riassunti nella tabella 14. Nel corso della presente caratterizzazione si è reso adeguato adottare la seguente relazione:

$$V_k \sim V_m$$

il cui valore caratteristico del singolo parametro può essere assunto pari al valore medio, come riportato dalle NTC 2018, quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Ai fini progettuali-geotecnici risulta quindi schematizzabile, per l’area di progetto, un modello litotecnico composto dalle unità litotecniche (ULT) riportate in tabella. A tal riguardo, i parametri geotecnici ricavati per le unità litotecniche ULT1 e ULT2 sono stati desunti da letteratura scientifica e da prove effettuate sulle medesime unità litostratigrafiche interessate dal presente progetto.

**Tabella 14 - Parametri geotecnici unità litotecniche di progetto**

<b>Unità Litotecnica</b>	<i>Caratteristiche Geotecniche</i>	<i>Litologia</i>	<i>Peso di volume naturale (<math>\gamma_n</math>)</i> <i>kN/mc</i>	<i>Angolo di attrito (<math>^\circ</math>)</i>	<i>Coesione non drenata (Cu)</i> <i>KN/m<sup>3</sup></i>
Unità Litotecnica U.T.1	Unità a comportamento granulare	Depositi più o meno cementati costituiti da conglomerati ed arenarie con locali livelli ben addensati di sabbie e ghiaie	18.5 – 21	23-38°	9.90



## RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE	FV.ALC01.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	42 di 45

Unità Litotecnica U.T.2	Unità a comportamento coesivo	Depositi caratterizzati da argille e argille- sabbiose talora anche sabbie argillose con grado di consistenza elevato	19.5-20.5	20-28°	100-200
----------------------------	-------------------------------------	---	-----------	--------	---------

## 9. CONCLUSIONI

Al fine di permettere agli organi competenti di formulare un accurato parere e quindi una corretta valutazione ed interpretazione delle problematiche riguardanti gli aspetti geomorfologici dell'area d'intervento, sono stati redatte dallo scrivente degli elaborati cartografici relativi all'individuazione perimetrale dell'area di sedime delle opere in progetto così riassumibili:

- 1-Carta Geologica in scala 1:10.000
- 2-Carta Geomorfologica in scala 1:10.000
- 3-Carta Idrogeologica in scala 1:10.000

Dal confronto di queste carte tematiche risulta che l'area oggetto del presente studio è caratterizzata da:

- a. dalla formazione di Terravecchia ed in particolare dalla litofacies pelitico-argillosa e conglomeratica di suddetta unità, così come evidenziato dalla carta geologica.
- b. dalla stabilità di tutte le opere di progetto, in quanto ubicate in aree geomorfologicamente esenti da aree a pericolosità geomorfologica, così come confermato dalle perimetrazioni del PAI dell'AdB competente e dal censimento dei fenomeni franosi del Progetto IFFI.
- c. dall'assenza di falde idriche utilizzate di modesta entità, data la natura impermeabile del complesso idrogeologico argilloso che interessa gran parte dell'area parco.

Di conseguenza si può affermare che l'area d'intervento è stabile ed idonea alle operazioni in progetto. E' da sottolineare infatti che i manufatti da realizzare si inseriscono in un contesto morfologico caratterizzato da morfologie blande e non necessitano di interventi di sostanziale modificazione della geometria dell'area. I lavori previsti non apporteranno sostanziali variazioni all'attuale conformazione orografica dell'area, né tantomeno creeranno neo-superfici esposte ad elevata pendenza, potenziali sedi d'innesto di movimenti franosi, e quindi determinare un aumento della pericolosità da frana. La loro tipologia inoltre non apporterà variazioni tali da indurre fenomeni di denudazione e modifiche nella circolazione naturale e nel regime delle acque superficiali e sotterranee.

Sulla scorta di quanto appena esposto si può esprimere un parere favorevole alla fattibilità dell'intervento di progetto non essendo presenti criticità vincolanti da un punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico.