

REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI CATANIA
COMUNE DI RAMACCA
LOCALITÀ POGGIO RESINA

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 23,46 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI

Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA

Nome file stampa:

FV.RMC01.PD.A.02.pdf

Codifica Regionale:

RS06REL0003A0

Scala:

-

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

FV.RMC01.PD.A.02

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY YELLOW S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00198 ROMA (RM)
P.IVA. 17378781003



E-WAY YELLOW S.R.L.
P.zza di San Lorenzo in Lucina, 4
00198 Roma
C.F./P.Iva 17378781003

Progettazione:

E-WAY YELLOW S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00198 ROMA (RM)
P.IVA. 17378781003



E-WAY YELLOW S.R.L.
P.zza di San Lorenzo in Lucina, 4
00198 Roma
C.F./P.Iva 17378781003

CODICE

REV. n.

DATA REV.

REDAZIONE

VERIFICA

VALIDAZIONE

FV.RMC01.PD.A.02

00

05/2024

A. Cauceglia

A.Bottone

A.Bottone

E-WAY YELLOW S.r.l.

Sede legale
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00198 ROMA (RM)
PEC: e-wayyellow@legalmail.it tel. +39 0694414500

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	7
3.1	Localizzazione Area Impianto.....	7
4	CARATTERI GEOLOGICI	9
4.1	Geologia Regionale.....	9
4.2	Geologia e litostratigrafia area parco	11
5	CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	14
5.1	Circolazione idrica sotterranea.....	14
6	GEOMORFOLOGIA	15
6.1	Caratteri geomorfologici e idrologici	15
6.2	Pericolosità geomorfologica.....	18
7	CARATTERI SISMICI.....	26
7.1	Normativa Vigente	26
7.2	Sismicità storica	26
7.3	Accelerazione orizzontale massima attesa a_g	28
7.4	Sorgenti Sismogenetiche	29
7.5	Definizione dell'azione sismica	31
7.6	Categoria Sismica Suolo di Fondazione	33
7.7	Coefficiente di amplificazione topografica.....	35
8	MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI RIFERIMENTO	36
8.1	Modello Geologico di riferimento	36
8.2	Modello geotecnico di riferimento.....	37
9.	CONCLUSIONI.....	39

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 - Inquadramento area di progetto su ortofoto</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2 - Carta geologica schematica dell'area di Ramacca (1:250.000).....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3 - Stralcio progetto CARG con ubicazione area parco</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4 - Panoramica area parco, la freccia rossa indica un'area di deflusso preferenziale perimetrale all'impianto ..</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5 – Panoramica area parco, la freccia rossa indica un'area di deflusso preferenziale parzialmente interferente con l'area d'impianto</i>	<i>17</i>
<i>Figura 6 - Linee di deflusso area impianto</i>	<i>18</i>
<i>Figura 7 - Pendenze area parco</i>	<i>20</i>
<i>Figura 8 - Pendenze area parco</i>	<i>20</i>
<i>Figura 9 - Inquadramento PAI area parco</i>	<i>21</i>
<i>Figura 10 - Inquadramento PAI cavidotto - primo tratto.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 11- Inquadramento PAI cavidotto - secondo tratto.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 12 - Inquadramento PAI cavidotto- terzo tratto</i>	<i>24</i>
<i>Figura 13- Inquadramento PAI cavidotto- quarto tratto</i>	<i>25</i>
<i>Figura 14 - Mappa di pericolosità sismica MPS04-S1</i>	<i>28</i>
<i>Figura 15- Sorgenti sismogeniche prossime l'areale di progetto (fonte: DISS 3.3.0)</i>	<i>30</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 - Caratteristiche dei complessi idrogeologici individuati in corrispondenza dell'area parco</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 5- Sismicità storica Comune di Ramacca (Fonte: Database Macrosismico Italiano).....</i>	<i>10</i>
<i>Tabella 6 – Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni</i>	<i>12</i>
<i>Tabella 7 - Caratteristiche sorgente sismogenetica Mazara-Belice</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 8 - Posizione spaziale parco</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 9- Parametri sismici calcolati per i diversi stati limite considerati per il sito di riferimento</i>	<i>20</i>
<i>Tabella 10- Coefficienti sismici calcolati per i diversi Stati Limite Considerati, Sito di riferimento 1</i>	<i>22</i>
<i>Tabella 11- Coefficienti sismici orizzontali e verticali (kh e kv), accelerazione massima e parametro beta per i diversi stati limite, Sito di riferimento 1</i>	<i>23</i>
<i>Tabella 13 - Parametri geotecnici unità litotecniche di progetto</i>	<i>27</i>

1 PREMESSA

IL PRESENTE ELABORATO È RIFERITO AL PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO, SITO IN RAMACCA (CT), LOCALITÀ POGGIO RESINA.

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza installata pari a 23464 kWp e presenta la seguente configurazione:

- Un generatore fotovoltaico suddiviso in 4 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici bifacciali aventi potenza unitaria pari a 710 Wp cadauno ed installati su strutture fisse;
- Una stazione integrata per la conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
- -Una cabina di raccolta e smistamento;
- Elettrodotto interno in cavo interrato per l'interconnessione delle Power Station di cui al punto 2, con la Cabina di cui al punto 3;
- Elettrodotto esterno in cavo interrato per l'interconnessione della cabina di raccolta con la stazione elettrica di trasformazione utente 30/150 kV;
- Elettrodotto in cavo interrato a 150 kV per il collegamento con la sezione a 150 kV della nuova stazione elettrica di trasformazione a 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla futura linea RTN a 380 kV "Chiamonte Gulfi-Ciminna", e relative opere di rete.

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way Yellow S.R.L., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4 – 00198 Roma (RM), P.IVA 17378781003.

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 632– Valguarnera). Di conseguenza, in mancanza di unità litostratigrafiche pienamente formalizzate e validate, la cartografia geologica e la



RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE	FV_RMC01_PD_A_02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	05/2024
PAGINA	6 di 40

ricostruzione litostratigrafica è stata redatta combinando i risultati emersi dalla mappatura in campo con il foglio CARG in scala 1:100.000 N°261 -Paternò

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1 Localizzazione Area Impianto

Le aree produttive di progetto sono situate nella Sicilia centrorientale, e coinvolgono esclusivamente il comune di Ramacca. Il terreno interessato dalle aree pannellate ricade in zona agricola E, ai sensi dello strumento urbanistico vigente: PRG del Comune di Ramacca. Trattasi di areale, caratterizzato da colline, vocato alla produzione agricola ad indirizzo cerealicolo e foraggero.

Tabella 1- Coordinate area di progetto

Coordinate Parco Agrovoltaico di Progetto – Comune di Ramacca							
UTM-WGS84 – FUSO 33		UTM-ED-50 – Fuso 33		Gauss Boaga		Quote altimetriche (m.s.l.m.)	
Est	Nord	Est	Nord	Est	Nord	195	
467412,105	4137569,28	467480,105	4137761,28	2487420,11	4137575,28		

Tabella 2- Riferimenti catastali area di progetto

Comune	Foglio	Particelle
Ramacca	133	80-81-82-83-84-86-113-114-134-135-136-159-160-161-162-163-255-256

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

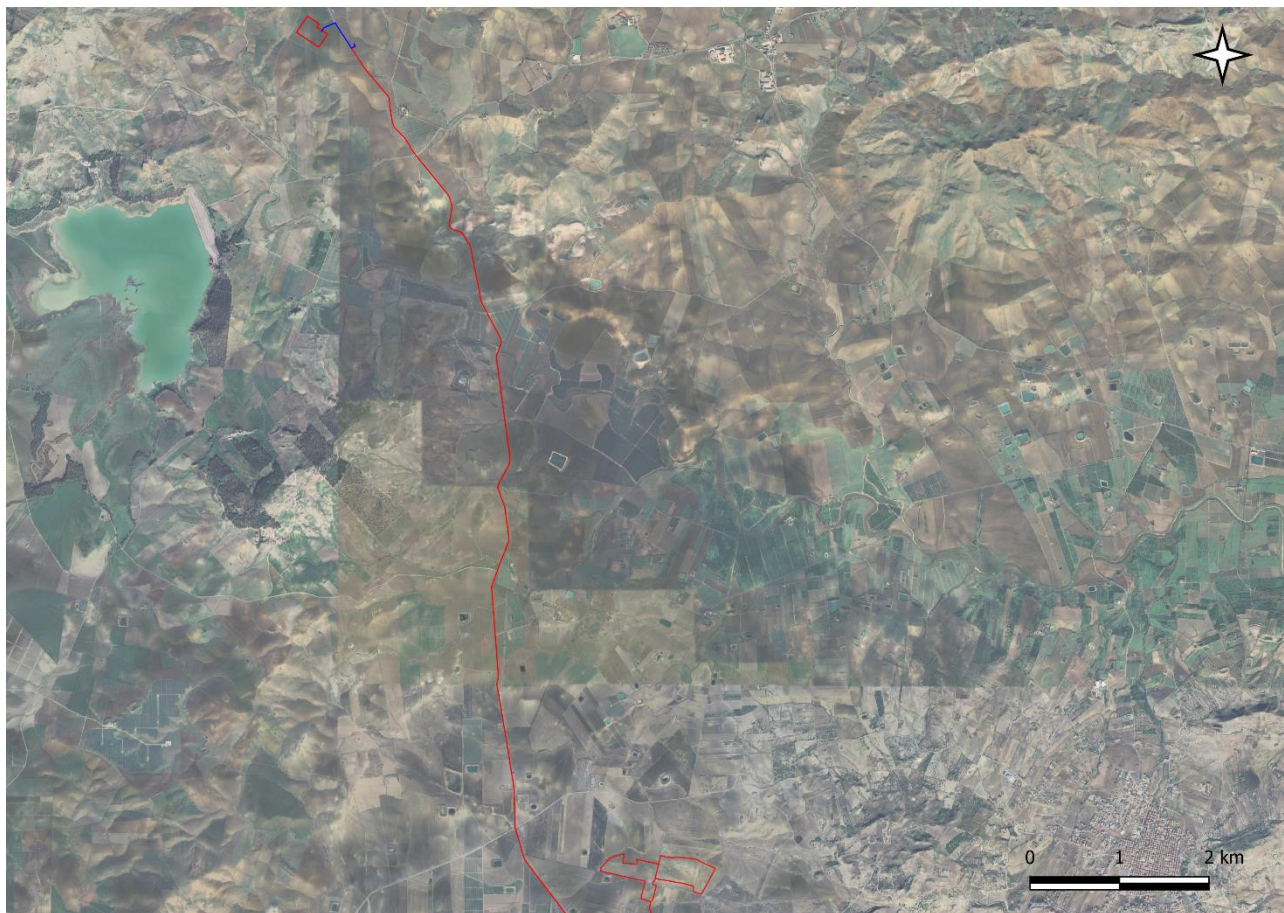


Figura 1 - Inquadramento area di progetto su ortofoto

4 CARATTERI GEOLOGICI

4.1 Geologia Regionale

La Sicilia presenta una conformazione geologica piuttosto complessa, connessa ai differenti processi geodinamici e morfo-evolutivi che si sono verificati nell'area durante il Quaternario quali l'attività vulcano-tettonica, le variazioni del livello marino e l'attività antropica. 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 Appenninico-Maghrebide**, affiorante nella porzione settentrionale dell'isola e costituita da sequenze meso-cenozoiche sia di piattaforma che di bacino, con le relative coperture flyschoidi mioceniche
- **la 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 ofiolitifere del Complesso Liguride

L'area di studio ricade, in particolare, nel settore centro- orientale della penisola siciliana, in corrispondenza del margine più orientale della Catena Appenninico-Maghrebide. Tale catena è costituita da un sistema a thrust pellicolare con vergenza verso SE e comprende sequenze meso-cenozoiche di piattaforma e bacino, con spesse coperture flyschoidi mioceniche, probabilmente appartenenti ad un paleo-margine afro-adriatico. La Catena Appenninico-Maghrebide è quindi costituita da una serie di falde più o meno alloctone, totalmente sovrapposte sul sistema a *thrust esterno*. Al suo interno, le Unità Sicilidi che ricoprono la porzione sommitale della pila risultano derivanti dal Bacino Alpino-Tetideo, che separava il margine europeo dal blocco panormide (Finetti et al. 2005; Carbone et al. 2010), e sono interpretabili come i resti di un cuneo d'accrescimento oceanico sovrascorso fino al raggiungimento dell'attuale fronte della catena. Ulteriori sequenze oceaniche, riconoscibili nelle unità tettoniche più esterne, sono invece riferibili al un dominio di crosta oceanica, che rappresenta la porzione subdotta dell'originario bacino ionico. La Catena Appenninico-Maghrebide è quindi una thrust and fold belt system sviluppatasi a partire dal Miocene inferiore, e costituita da successioni

sedimentarie meso- cenozoiche di ambiente marino L'intero sistema è caratterizzato, quindi, dalla presenza di numerose faglie inverse e transpressive. In particolare, la deformazione strutturale che ha interessato l'area in esame può essere schematizzata attraverso tre distinte fasi tettoniche: 1) Fase Trastensiva (Cretaceo-Eocene); 2) Fase Compressiva (Oligocene sup- Messiniano); 3) Fase Estensionale (Pliocene-Quaternario). Quest'ultima fase, in particolare, vede la riattivazione delle principali faglie preesistenti con movimenti normali ed è connessa ad importanti sollevamenti differenziali.

Il territorio in esame si inquadra geologicamente a cavallo tra la falda di Gela, l'avampaese ibleo ed il sistema di avanfossa Gela – Catania. Quest'area rientra nell'architettura dell'orogene appenninico-maghrebide, all'interno del quale sono riconoscibili gli elementi che caratterizzano i domini di avampaese-avanfossa e quelli di catena.

Nella fattispecie, l'area di catena è caratterizzata da una serie di falde di ricoprimento derivanti dalla deformazione di sequenze di distinti domini paleogeografici, localizzati tra il paleomargine africano e quello europeo ed ora impilati a formare la cosiddetta catena Appenninico-Maghrebide. Il sistema di thrust che costituisce le falde di ricoprimento è caratterizzato dall'originaria copertura meso-cenozoica, la quale rappresenta il risultato dei processi di delaminazione eocenica ed oligocenica del margine europeo, e dal sistema originatosi dalla deformazione post-miocenica del bordo interno della piattaforma carbonatica africana. In generale, l'areale è caratterizzato da un sistema di *thrust* pellicolari con vergenza a sud attraverso una serie di eventi tettonici che vanno dal Miocene inferiore al Pleistocene medio.

Nel Miocene medio, durante le fasi compressive, le sequenze oligo-mioceniche del Flysch Numidico, unitamente alle unità sicilidi sovrastanti, si sono scollate dal loro originale substrato di appartenenza e si sono accavallate sulle sequenze mesozoico-terziarie dell'Unità di Mt. Iudica. Quest'ultima è costituita da una successione meso-cenozoica calcareo-silico-marnosa con copertura oligo-miocenica di argille marnose ed arenarie glauconitiche. Successivamente alla messa in posto delle falde si è avuta la deposizione delle sequenze terrigene della Fm. di Terravecchia di età Tortoniana ed evaporitiche Messiniane.

Alla fine del Messiniano infatti, viene a crearsi un'area con circolazione ristretta che ha portato al progressivo abbassamento del livello del mare ed un ambiente evaporitico connesso alle successioni gessoso-solfifere. Le successioni della Fm. di Terravecchia, il complesso gessoso-solfifero ed i Trubi sono successivamente coinvolti dalle deformazioni tardive del Pliocene medio.

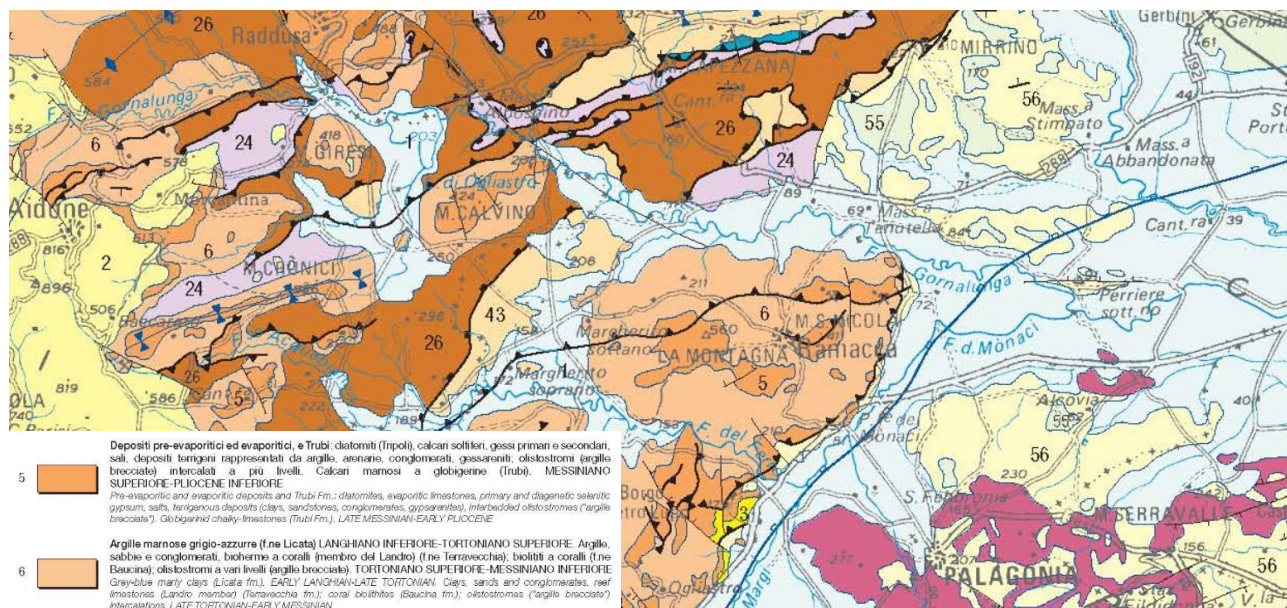


Figura 2 - Carta geologica schematica dell'area di Ramacca (1:250.000)

4.2 Geologia e litostratigrafia area parco

Il territorio comunale di Ramacca, collocato nel settore centro-orientale della Sicilia, si trova a ridosso dell'Avanfossa Gela-Catania, in un contesto in cui si ripete più volte la sovrapposizione dei cunei accrezionali che costituiscono le falde più avanzate della Catena Appenninico-Maghrebide descritte nel capitolo precedente. Gli accavallamenti portano il Flysch Numidico al di sopra delle sequenze dell'unità tettonica del Mt. Judica e di quelle tortoniane della Fm. di Terravecchia. Localmente – si ritrovano anche al di sopra delle più recenti sequenze evaporitiche.

L'unità tettonica del Mt. Judica – all'interno del quale si ritrova l'area parco – è caratterizzata da un successione a composizione argilloso-calcareo-arenacea, del Carnico, la quale passa verso l'alto ai calcari supra-triassici della Fm. Scillato i cui livelli alti si presentano nodulari per poi evolvere alle radiolariti del Giurassico-Cretacico. L'intervallo eocenico-oligocenico è costituito da una successione di marne e calcari marnosi rosati su cui poggia una successione torbidity-caratterizzata da facies prossimali ad argille marnose prevalenti e con arenarie glauconitiche.

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°261 – Paternò:

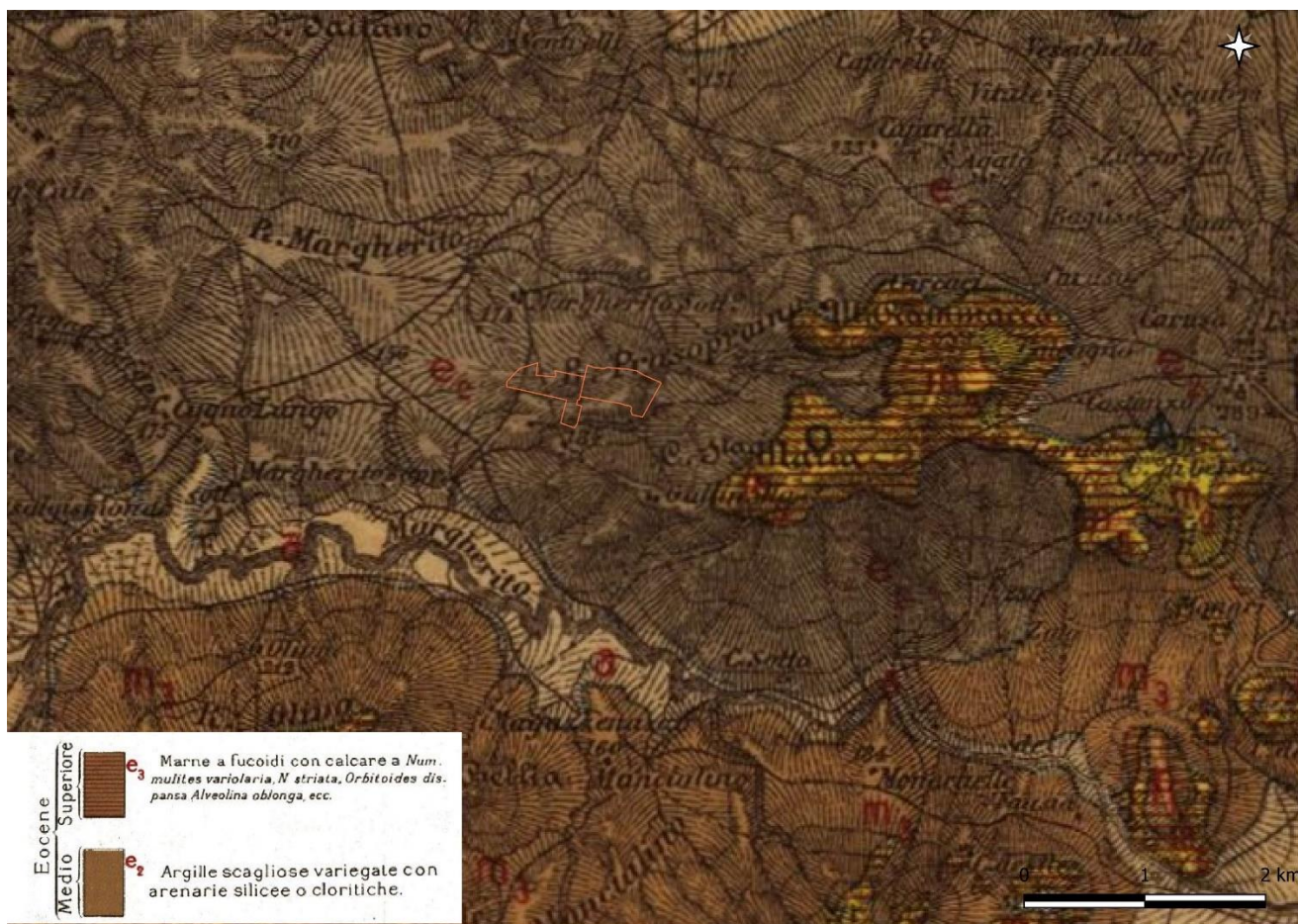


Figura 3 - Stralcio progetto CARG con ubicazione area parco

Come visibile dallo stralcio della carta geologica, l'area parco si ritrova in corrispondenza dell'unità litostratigrafica delle **Argille scagliose variegata** eoceniche. Si tratta di argille sovraconsolidate, fittamente scagliettate, a prismi a causa dei processi di tettonizzazione spinta, e di colore variabili dal grigio metallico al rosso vinaccia, a giacitura quasi ovunque caotica.

L'aspetto generale degli affioramenti delle argille scagliose è caratterizzato, come detto precedentemente, da evidente caoticità dei terreni evidenziata da rapidi cambiamenti di colore: dal grigio scuro al chiaro, al rosso, al verde blastro, al vinaccia e da, anche, rapida cambiamenti locali di pendenza con argille nude affioranti, laddove la scagliettatura conferisce un aspetto dissestato al terreno.

La forte tettonizzazione e la conseguente scagliettatura hanno privato di plasticità queste argille che solo dopo lunghissima permanenza in acqua riacquistano un certo grado di coesione. Solo una lunga

antropizzazione di tipo agrario è riuscita, molto limitatamente, a produrre un modesto, sottile e facilmente erodibile, suolo sul quale le produzioni agricole sono molto scadenti per la pratica impossibilità dei vegetali di sviluppare le proprie radici. L'età di questi terreni è stata determinata con difficoltà per la scarsità delle faune fossili presenti e viene attribuita ad un periodo che va dal Cretaceo superiore all'Eocene inferiore. Esse sono, dunque, di deposizione più antica dei terreni oligomiocenici del Flysch Numidico sui quali sono sovrascorse.

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 l'unità delle argille scagliose eoceniche.

Le argille scagliose eoceniche possono essere considerate a tutti gli effetti un **Complesso Idrogeologico Argilloso**. Per ciò che concerne questo complesso idrogeologico, data la natura litologica di tale 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 fungono essenzialmente da acquiclude, tamponando le unità a permeabilità maggiore ascrivibili alle unità litoidi evaporitiche e arenacee.

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.

Tabella 3 - Caratteristiche dei complessi idrogeologici individuati in corrispondenza dell'area parco

Litotipo	Tipo di permeabilità	Grado di permeabilità	Coefficiente di permeabilità	Complesso Idrogeologico
Argille scagliose eoceniche	Impermeabile	da Bassa a nulla	$10^{-7} - 10^{-9}$	Complesso Idrogeologico Argilloso

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 1:5.000.

6 GEOMORFOLOGIA

6.1 Caratteri geomorfologici e idrologici

L'area d'impianto si localizza in corrispondenza di un versante collinare con esposizione a N-NE - ubicato in C.da Margherito Sottano – e compresa tra il crinale di C.zo Maria ad ovest ed il fiume Margherito a sud. Le quote raggiunte dall'area interessata dalla realizzazione del parco variano da circa 232 m.s.l.m. a circa 160 m.s.l.m. nelle zone di raccordo con il fondovalle a circa 570 m.s.l.m.

Il sito è quindi inserito in un contesto morfo-litologico caratterizzato da pendii argillosi con profili irregolari ed intensamente drenati. In aree con queste caratteristiche morfo-litologiche, i processi di alterazione del substrato risultano più intensi a causa della naturale predisposizione ai processi di disfacimento in condizioni subaeree.

Le unità litoidi dei rilievi limitrofi – non interferenti con l'area di progetto - risultano più resistenti ai processi di alterazione chimico-fisica. Ciò crea un contesto geomorfologico scomponibile in due distinte geometrie: una geometria ad elementi ripidi sommitali ed uno irregolare medio e basale, con un elevato rapporto alterazione/rimozione dei sedimenti. I pendii associati a quest'ultimo contesto – all'interno del quale si ritrova il parco fotovoltaico oggetto del presente studio- possono essere pertanto definiti pendii in erosione.

A riprova di quanto appena detto, il reticolo idrografico tende ad essere meno sviluppato laddove affiorano le unità lapidee e – di contro – le unità argillose risultano più incise. Quest'ultime infatti, avendo una ridotta capacità di trattenere le acque meteoriche favoriscono il loro deflusso superficiale, generando una rete di drenaggio piuttosto articolata.

Per una miglior caratterizzazione dei fattori geomorfologici che possono avere una particolare importanza ai fini dell'analisi della stabilità dell'area in esame, sia in termini di suscettibilità al dissesto che di risposta sismica locale, sono stati individuati i processi e le forme connesse a dinamiche gravitative di versante all'azione delle acque correnti superficiali le quali determinano ruscellamento diffusi e forme di erosione lineare.

A tal proposito, uno dei parametri che influenza maggiormente la suscettibilità all'innescio di suddette fenomenologie, a parità di condizioni litotecniche e giaciture, è la pendenza dei versanti.

La pendenze individuate (Fig.7) sono state calcolate a partire dal Modello Digitale di Terreno (DTM) con risoluzione 10x10 m ottenuto da Tinitaly (ingv.it) per considerazioni geomorfologiche a scala più ampia. La

scelta delle classi di pendenza deriva dal riconoscimento sperimentale di alcuni valori limite in funzione di specifiche finalità operative.

Per le considerazioni sulle classi di pendenza sono state definite le seguenti soglie:

- fino a 5°, aree sub-pianeggianti
- da 5° a 10°, pendenza bassa
- da 10° a 15°, pendenza medio-bassa
- da 20° a 25°, pendenza media
- dai 25 a 30°, pendenza medio-alta
- da 35° a 40°, pendenza elevata
- > 40°, pendenza molto elevata

Risulta opportuno osservare che una maggior inclinazione del versante favorisce l'erosione superficiale, con trasporto a valle del materiale detritico asportato dalle acque di corrivazione. Per contro, inclinazioni minori favoriscono i processi di weathering chimico-fisico del substrato roccioso con formazione di suolo, data la maggior permanenza delle acque di ristagno.

In genere per pendenze fino ai 10° non si hanno controindicazioni in termini di stabilità dei versanti. Nelle porzioni con pendenze fino ai 35° possono verificarsi stati di instabilità in litologie costituite da sabbie sciolte, argille e limi con basso grado di consistenza, soprattutto se in presenza di falda superficiale. Per classi di pendenza maggiore possono verificarsi dissesti anche in presenza di rocce poco cementate, alterate o fessurate a causa di fenomeni fisico-meccanici e tettonici.

L'area d'impianto si imposta su porzioni costituite da aree sub-pianeggianti (5-10°) ad aree a pendenza medio-bassa (15-20°). La variazione di acclività lungo l'intero profilo del versante è essenzialmente connessa, nella porzione medio- alta del pendio, ai fenomeni di dilavamento che creano superfici irregolari in funzione della direzione di deflusso superficiale delle acque, il cui gradiente idraulico non risulta comunque elevato. Sulla base delle considerazioni appena esposte è possibile pertanto identificare gli scenari connessi ai processi morfo-evolutivi imputabili all'attuale assetto geomorfologico:

- nei terreni argilloso-marnosi 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 limita i processi

d'infiltrazione, creando le condizioni necessarie per l'imbibizione delle porzioni pellicolari di terreno e favorendo pertanto la loro eventuale fluidificazione.

Nell'areale oggetto del presente studio sono infatti comuni evidenze morfologiche di erosione lineare accelerata connesse all'azione modellatrice delle acque (Fig. 4-5).



Figura 4 - Panoramica area parco, la freccia rossa indica un'area di deflusso preferenziale perimetrale all'impianto



Figura 5 – Panoramica area parco, la freccia rossa indica un'area di deflusso preferenziale parzialmente interferente con l'area d'impianto

Al fine di eludere l'insorgere di fenomeni erosivi spinti in corrispondenza dell'area d'impianto dovrà essere assicurata la corretta regimazione attraverso l'allontanamento delle acque poste a monte e circostanti l'area

d’impianto, mediante la realizzazione di fossi perimetrali in grado di convogliare le acque a valle secondo le naturali linee di sgrondo.



Figura 6 - Linee di deflusso area impianto

6.2 Pericolosità geomorfologica

La pericolosità nel Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico è stata intesa in termini relativi nell’ambito geomorfologico di studio, in quanto la sua valutazione è nata dal confronto delle diverse situazioni presenti nel contesto territoriale analizzato.

In tal senso, si è ottenuto un quadro generale delle condizioni a contorno che innescano processi di dissesto oltre che a delineare la situazione dei dissesti attuali che gravano sul territorio di Ramacca, di competenza dell’AdB della Regione Sicilia. La perimetrazione cartografica della pericolosità da frana coincide con la perimetrazione relativa al dissesto eccetto che per le frane da crollo “poiché per le rimanenti tipologie, l’areale eventualmente coinvolto nell’evoluzione del fenomeno risulta, in assenza di informazioni sufficienti

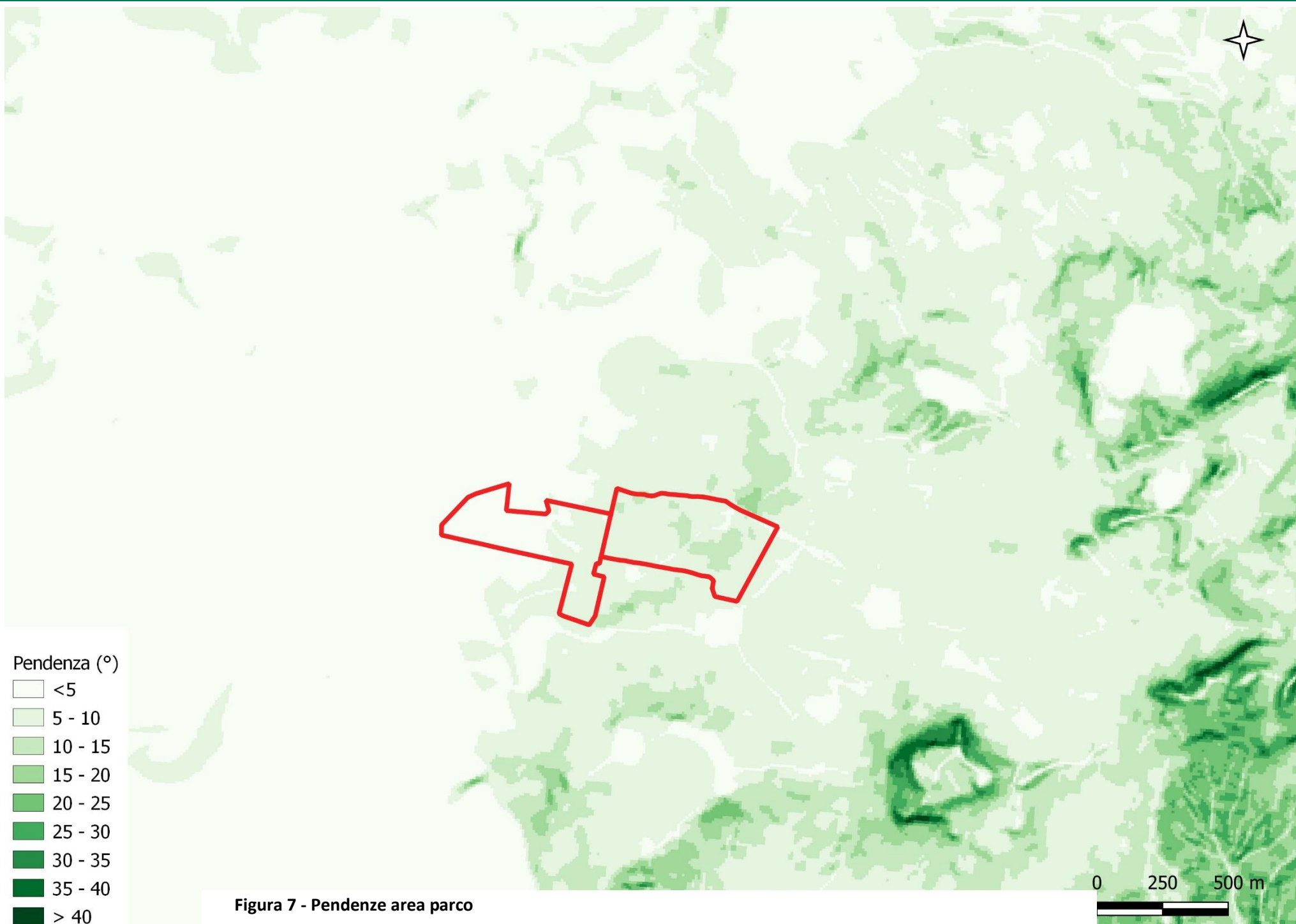
(litologia, pendenza, soglie pluviometriche etc.), difficile da stimare.” In aggiunta, prevede l’utilizzo di altri parametri (ed. velocità, magnitudo, estensione, attività, distribuzione, cinematisimo, danno etc.) incrociati e messi a confronto al fine di giungere alla definizione di un elaborato di sintesi finale.

In particolare, nell’areale di studio la pericolosità da frana è caratterizzata da classi di pericolosità media (P2), perimetrate principalmente lungo C.zzo S.Maria ascrivibili ad aree con fenomeno superficiali diffusi e/o movimenti complessi che interessano principalmente le coltri eluvio-colluviali delle successioni argillose.

Sulla scorta di quanto appena esposto, si ritiene opportuno sottolineare tuttavia che **le opere in progetto non interferiscono direttamente con zone perimetrate dal PAI** dell’ AdB della Regione Sicilia, se non per un breve tratto a Pericolosità Media (P2) riferibile ad una porzione di territorio interessata da evidenti fenomeni di erosione incanalata che interessano parte del tracciato del cavidotto di progetto.

A tal proposito l’art. 22 delle NTA del PAI dell’AdB di competenza in corrispondenza di aree a pericolosità geomorfologica media consente “ *l’attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali, attuativi e di settore, sia per gli elementi esistenti sia per quelli di nuova realizzazione, purchè corredati da indagini geologiche, geotecniche effettuate ai sensi della normativa vigente ed estese ad un ambito morfologico significativo, individuabile nel contesto del bacino di ordine inferiore in cui ricade l’intervento*”. In riferimento a ciò, per il tratto di cavidotto interessato da tale perimetrazione, a livello comunale non sono rinvenibili prescrizioni circa la suddetta interferenza. Tuttavia, rispetto a quanto disciplinato dal PAI dell’AdB della Regione Sicilia si evidenzia che il tratto di cavidotto interessato dall’interferenza sopra citata si attesterà su viabilità esistente, pertanto la sua messa in opera – data l’entità esigua degli scavi – non determinerà una variazione sostanziale del regime delle acque, né tantomeno aumenti di carico e mutamenti delle condizioni di drenaggio, fattori che contribuiscono all’aumento degli sforzi tangenziali mobilitati. In virtù di tali considerazioni, l’assetto geomorfologico e idrografico non verrà perturbato dall’opera in progetto e verrà quindi mantenuta una condizione di stabilità idrogeologica.

Nelle figure seguenti sono riportati gli inquadramenti delle opere di progetto rispetto le perimetrazioni del PAI dell’AdB della Regione Sicilia.



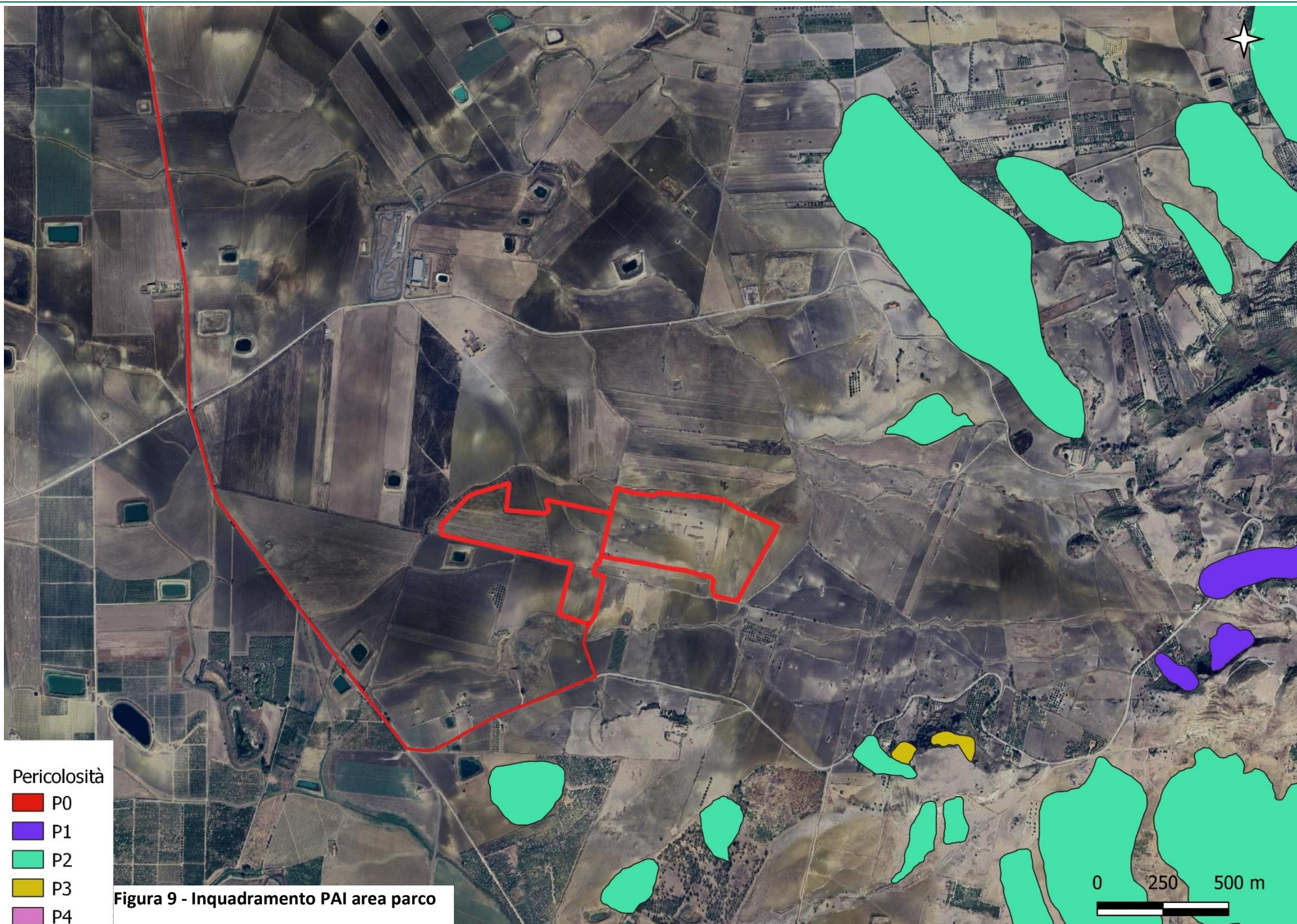


Figura 9 - Inquadramento PAI area parco

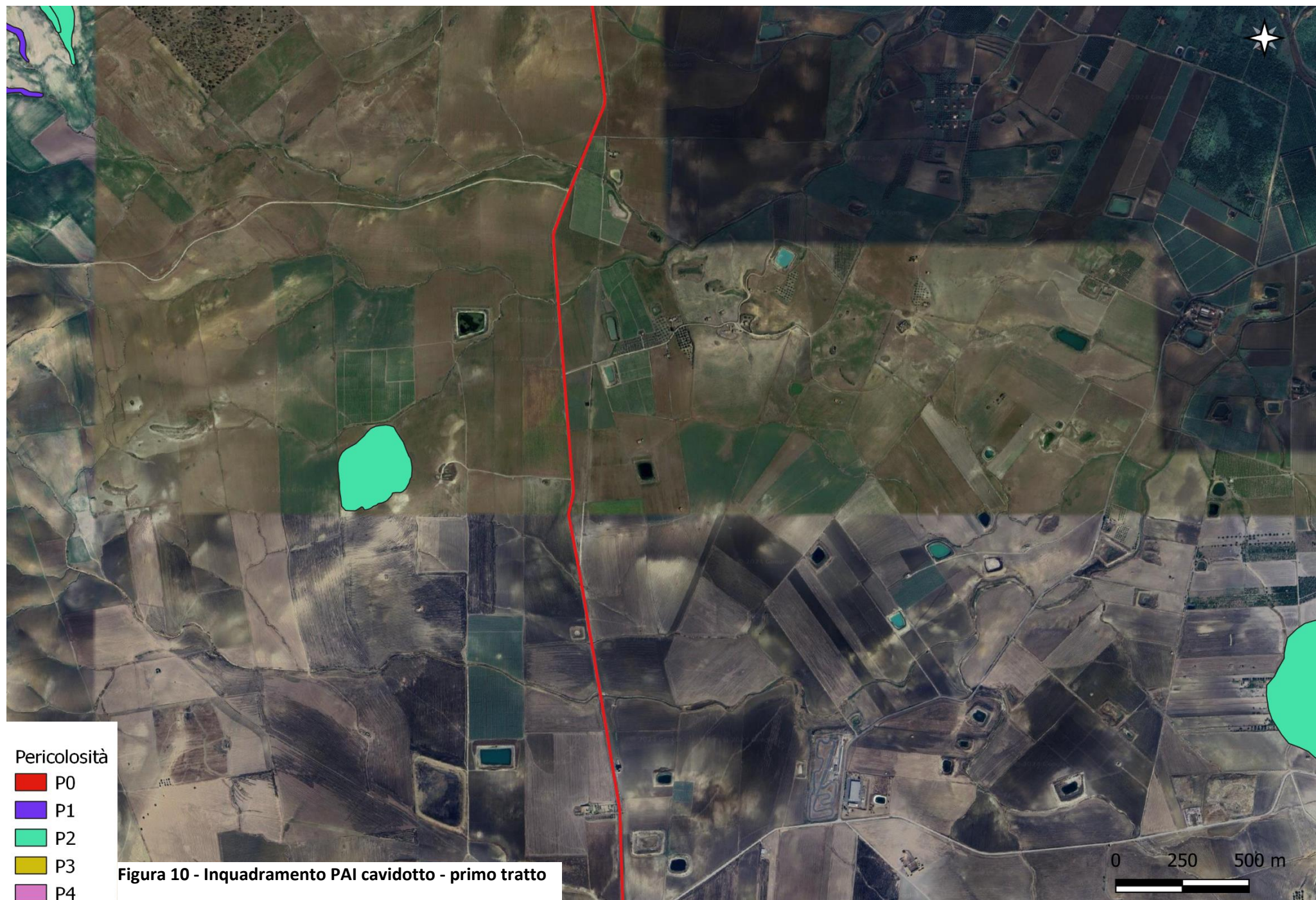


Figura 10 - Inquadramento PAI cavidotto - primo tratto

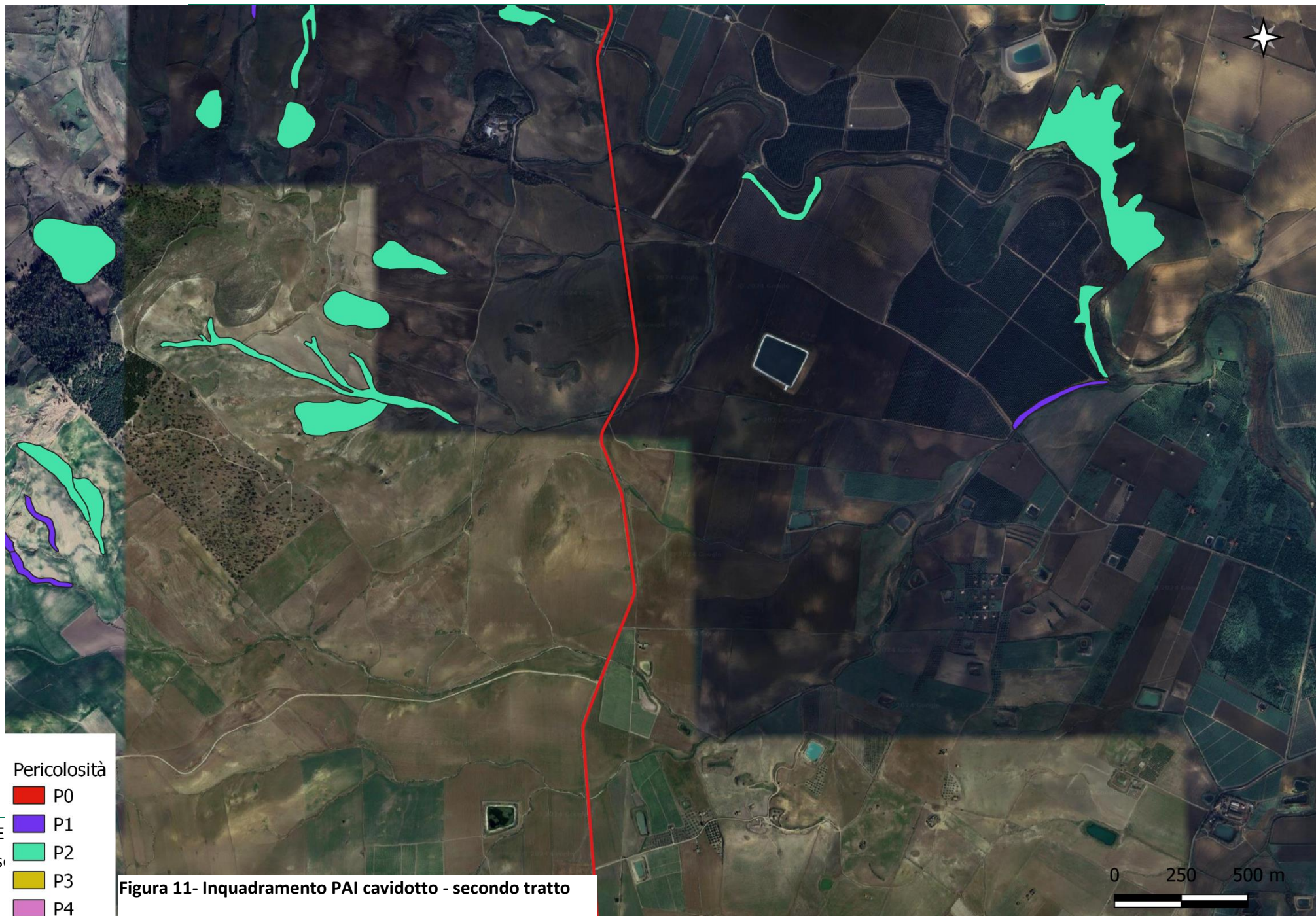




Figura 12 - Inquadramento PAI cavidotto- terzo tratto



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 Ramacca (CT)

Il comune di Ramacca 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 28 eventi sismici avvenuti tra il 1818 ed il 2016:

Tabella 4- Sismicità storica Comune di Ramacca (Fonte: Database Macrosismico Italiano)

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7		1818	03	01	02	45	Monti Iblei	24	7-8	5.57
4		1892	01	22	23	47	Monti Iblei	26	5	4.41
5		1894	11	16	17	52	Calabria meridionale	303	9	6.12
4		1898	11	03	05	59	Calatino	48	5-6	4.51
NF		1905	09	08	01	43	Calabria centrale	895	10-11	6.95
NF		1908	12	10	06	20	Monti Peloritani	64	7	5.11
6		1908	12	28	04	20 2	Stretto di Messina	772	11	7.10
NF		1911	10	29	06	49	Mineo	11	5	4.16
3		1912	12	22	08	05	Stretto di Messina	56	5-6	4.68
F		1924	08	17	21	40	Monti Iblei	22	5	4.74
NF		1947	05	11	06	32 1	Calabria centrale	254	8	5.70
5-6		1959	12	23	09	29	Piana di Catania	108	6-7	5.11
5		1967	10	31	21	08 0	Monti Nebrodi	60	8	5.33
3		1980	01	23	21		Monti Iblei	122	5-6	4.39
5-6		1990	12	13	00	24 2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
4		1990	12	16	13	50 2	Ionio meridionale	105		4.38
NF		1997	07	30	16	06 3	Monti Iblei	45	5	4.45
3		1998	01	10	08	45 1	Etna - Versante sud-occidentale	44	6-7	3.96
4		2000	11	05	17	26 2	Etna - Versante meridionale	70	5-6	3.85
NF		2001	01	09	02	51 5	Etna - Zafferana Etnea	104	6	3.73
NF		2004	05	05	13	39 4	Isole Eolie	641		5.42
2		2004	12	30	04	04 5	Monti Iblei	48	4	3.82
NF		2006	05	20	07	05 5	Etna - Versante sud-occidentale	27	6	3.91
3		2006	12	19	14	58 0	Etna - Versante nord-occidentale	28	6	4.19
NF		2009	12	19	09	01 1	Etna - Maletto	64	6	4.39
3-4		2011	05	06	15	12 3	Etna - Versante nord-occidentale	25	5-6	4.31
NF		2011	10	09	08	28 2	Monti Iblei	26	4	3.47
3		2016	02	08	15	35 4	Monti Iblei	58	5-6	4.44

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 0.175 e 0.200

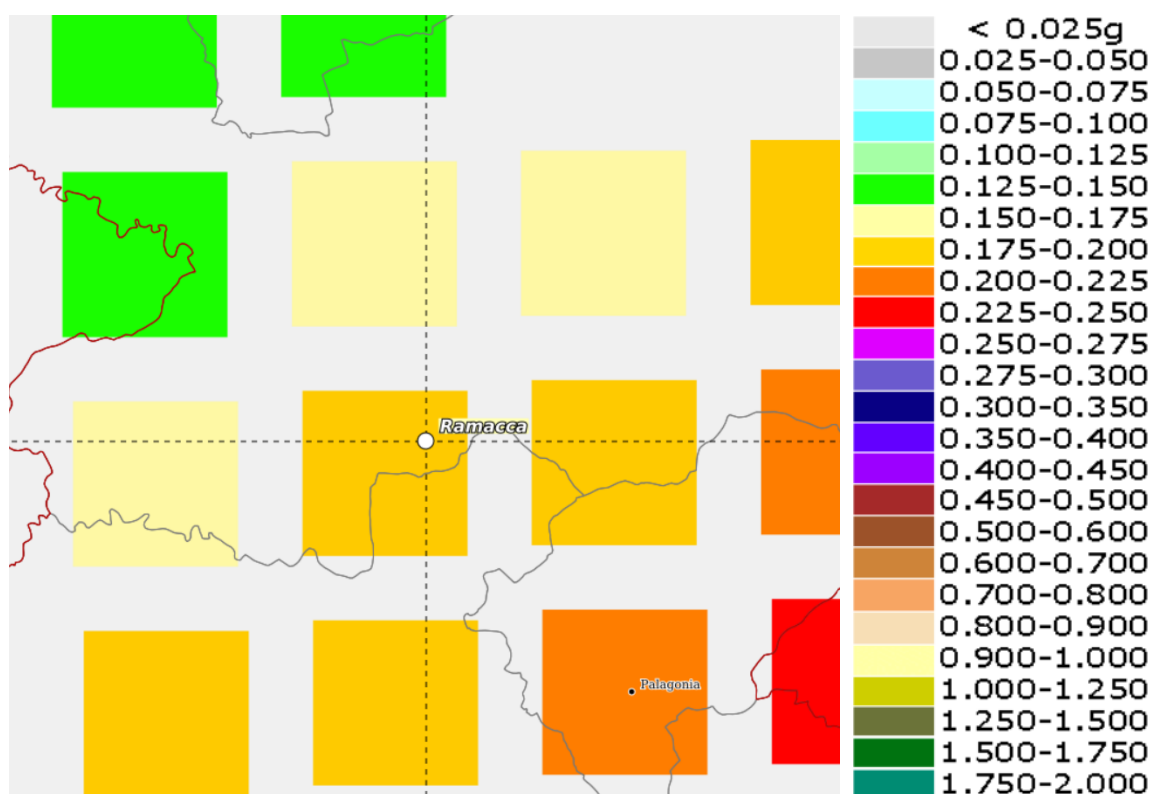


Figura 14 - Mappa di pericolosità sismica MPS04-S1

Per ogni singolo nodo della griglia in figura 14 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- ϵ (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.

Tabella 5 – Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.6190	2.1300	2.6900	2.7000	2.2200	1.5400	0.9290	0.1290	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.5900	3.2100	6.0400	8.4000	9.3000	8.4200	6.3700	0.9980	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.1300	1.2200	3.1100	5.1000	6.4100	6.4400	1.1800	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0616	0.8430	2.2100	3.6600	4.6300	0.9630	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0934	0.7210	1.6200	2.4900	0.5740	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0134	0.1330	0.4600	0.8590	0.2160	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0109	0.0865	0.2040	0.0560	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0161	0.0641	0.0194	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0031	0.0378	0.0132	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0245	0.0106	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0125	0.0077	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0049	0.0050	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0025	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 6.36 ; distanza = 21.2 ; epsilon = 0.982

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 (M_w) 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

E-WAY YELLOW S.r.l. si riserva la proprietà di questo documento e ne vieta la riproduzione e la divulgazione a terzi se non espressamente autorizzati.

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.15) delle sorgenti sismogenetiche prossime l'area di progetto, i cui parametri sono dettagliati in Tabella 6. 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 di Gela-Catania.



Figura 15- Sorgenti sismogeniche prossime l'areale di progetto (fonte: DISS 3.3.0)

Tabella 6 - Caratteristiche sorgente sismogenetica Gela-Catania

ID SORGENTE	TIPOLOGIA SORGENTE	DISTANZA DA AREA IMPIANTO	MAGNITUDO max	STRIKE	SLIP RATE (mm/anno)
ITCS029 – Gela-Catania	Sorgente Sismogenica Composita	0 km	7.1	225-260	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.

Tabella 7 - Posizione spaziale parco

Posizione spaziale area parco fotovoltaico	
<i>Città</i>	Ramacca
<i>Provincia</i>	Catania
<i>Regione</i>	Sicilia
<i>Latitudine</i>	37.383851
<i>Longitudine</i>	14.631999
<i>Vita Nominale</i>	30
<i>Classe Edificio</i>	I

I valori dei Parametri in Tab.7 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 , 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 8- Parametri sismici calcolati per i diversi stati limite considerati per il sito di riferimento

Stati Limite	Tr (anni)	a _g (g)	F0	Tc* (s)
Operatività (SLO)	30	0.038	2.528	0.248
Danno (SLD)	35	0.041	2.517	0.258
Salvaguardia Vita (SLV)	332	0.130	2.427	0.403
Prevenzione Collasso (SLC)	682	0.191	2.411	0.454
Periodo di riferimento per l'azione sismica		35		

Tabella 9- 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	1,42
Cc Coeff. Categoria Sottosuolo	1,66	1,64	1,42	1,36
St Amplificazione Topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabella 10- Coefficienti sismici orizzontali e verticali (kh e kv), accelerazione massima e parametro beta per i diversi stati limite, Sito di riferimento 1

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
Kh	0.012	0.012	0.047	0.065
Kv	0.006	0.006	0.023	0.033
Amax (m/s ²)	0.566	0.609	1.919	2.665
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

7.6 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:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{si}}}$$

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**

- | | |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A | 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 | 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 |
| C | Depositi 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 la 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: Depositi 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

7.7 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, il parco agrivoltaico di progetto ricade interamente in **Categoria Topografica T1**.

Tabella 11-

Categoria	Caratteristiche Superficie Topografica	S_T
T1	Superficie Pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $\geq 15^\circ$	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 silicoclastici di età eocenica ascrivibili all'unità delle argille scagliose. Si tratta di una successione caotica di argille con struttura a scaglie e fissili a causa degli stress tettonici subiti durante le fasi compressive della tettonica appenninica compressiva. Tale successione affiora in un'areale piuttosto ampio all'interno del territorio comunale di Ramacca e rappresentano il substrato di fondazione dell'impianto di progetto.

Le **caratteristiche geomorfologiche** dell'areale di progetto si caratterizzano per la presenza di morfologie fortemente dipendenti dall'assetto litologico-strutturale. In particolare, le unità coesive a comportamento plastico creano morfologie dolci ed ondulate, tipiche di aree caratterizzate da sedimenti argillosi.

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. Risulta opportuno considerare che, seppure tali litologie sono predisposte a movimenti gravitativi, l'area oggetto del presente studio si ritrova in un settore con acclività basse. Non vengono quindi a crearsi gradienti topografici tali da innescare fenomenologie franose di notevole entità.

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, per quanto riguarda l'area parco** 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. 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 scarsa in quanto ricadente all'interno di un *complesso idrogeologico argilloso* caratterizzato da termini argilloso-pelitici, i cui valori di permeabilità risultano essere piuttosto bassi. Le coltri d'alterazione sulle unità argillose nell'area in esame tuttavia 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. 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 geostrutturali.

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.

Ai fini progettuali-geotecnici risulta quindi schematizzabile, per l'area di progetto, un modello geotecnico composto dall'unità litotecnica argillosa, a comportamento prevalentemente coesivo, è rappresentata da argille limose e argille marnose di colore grigio e grigio-verdastro a struttura scagliosa o con frequenti livelli di sabbie limose grigie, passaggi di marne argillose grigio- verdastre e locali intercalazioni di arenarie medio-fini grigie e giallastre, in strati da sottili a medi. I parametri fisico-meccanici rappresentativi del comportamento litotecnico medio dell'unità possono essere riassunti come segue:

Tabella 12 - Parametri geotecnici unità litotecniche di progetto

Unità Litotecnica	<i>Caratteristiche Geotecniche</i>	<i>Litologia</i>	<i>Peso di volume naturale (γ_n) kN/mc</i>	<i>Coesione efficace c' kPa</i>	<i>Angolo di attrito ($^\circ$)</i>	<i>Coesione non drenata (Cu) kPa</i>
Unità Litotecnica Argillosa	Unità a comportamento coesivo	Successione argillosa costituita da argille, argille limose a struttura scagliosa	19.5 – 20.5	10-20	20-25°	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 redatti dallo scrivente degli elaborati cartografici relativi all'individuazione perimetrale dell'area di sedime delle opere in progetto così riassumibili:

1-Carta Geologica in scala 1:5.000

2-Carta Geomorfologica in scala 1:5.000

3-Carta Idrogeologica in scala 1:5.000

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

- a.** dall'unità delle argille scagliose di età eocenica
- 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, ad eccezione di un tratto del cavidotto di progetto, ricadente in area a Pericolosità Geomorfologica Media (P2) non si prevede un aumento degli sforzi tangenziali mobilitati data l'entità estremamente superficiale degli scavi.
- 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.