

REGIONE SICILIA

PROVINCIA DI AGRIGENTO

COMUNI DI ARAGONA E JOPPOLO GIANCAXIO

Oggetto:

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO EOLICO NEI
COMUNI DI ARAGONA E JOPPOLO GIANCAXIO COSTITUITO DA 6 AEROGENERATORI DI
POTENZA TOTALE PARI A 43.2 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

Sezione:

SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI

Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA

Nome file stampa:

EO.ARG01.PD.A.02.1.pdf

Codifica regionale:

RS06REL0002A0

Scala:

-

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

EO.ARG01.PD.A.02.1

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY GAMMA S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 17171361003



E-WAY GAMMA S.R.L.
Piazza San Lorenzo in Lucina, 4
00186 - Roma
C.F./P. Iva 17171361003

Progettista:

E-WAY GAMMA S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 17171361003



CODICE	REV. n.	DATA REV.	REDAZIONE	VERIFICA	VALIDAZIONE
EO.ARG01.PD.A.02.1	00	10/2023	A. Cauceglia	A. Bottone	A. Bottone

INDICE

1	PREMESSA.....	6
2	INTRODUZIONE	7
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	8
3.1	Localizzazione Impianto.....	8
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	10
4.1.1	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	10
4.1.2	Inquadramento Geologico Regionale	11
4.1.3	Geologia Area Parco.....	12
5	CARATTERI GEOMORFOLOGICI	15
5.1	Geomorfologia in area vasta	15
5.2	Geomorfologia Area Parco.....	18
5.3	Pericolosità geomorfologica.....	26
6	CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	35
7	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	37
7.1	Normativa Vigente	37
7.2	Sismicità del Comune di Aragona e Joppolo Giancaxio (AG)	37
7.3	Accelerazione orizzontale massima attesa ag	39
7.4	Sorgenti Sismogenetiche prossime l'area di progetto	42
7.5	Categoria Sismica Suolo di Fondazione	43
7.5	Coefficiente di amplificazione topografica.....	44
7.6	Definizione dell'azione sismica.....	45
8	MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI RIFERIMENTO.....	49
8.1	Modello Geologico di riferimento	49
8.2	Modello geotecnico di riferimento.....	52
9	SINTESI DELLE CRITICITA' PER LA COMPONENTE SUOLO-SOTTOSUOLO DI SUPPORTO ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE.....	54
9.1	Criticità per le coperture pedologiche – Componente SUOLO.....	54
9.2	Criticità geologiche e geomorfologiche - Componente SOTTOSUOLO	54
9.3	Criticità acque superficiali - Componente ACQUE	57



RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE

EO.ARG01.PD.A.02.1

REVISIONE
n.

00

DATA
REVISIONE

10/2023

PAGINA

3 di 59

9.4	Criticità acque sotterranee - Componente ACQUE	57
10	GIUDIZIO FINALE DI COMPATIBILITA'	58

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 - Inquadramento opere di progetto su ortofoto</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2 - Inquadramento opere di progetto su IGM (1:25.000)</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3- Stralcio Carta Geologica in scala 1: 250.000 (Lentini&Carbone, 2014) con ubicazione dell'area di impianto ..</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4 – Stralcio Foglio 260- Nicosia (scala 1:100.000) con ubicazione dell'area parco.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5 – Passaggio dal membro argilloso-pelitico al sovrastante membro arenaceo-pelitico della Fm. di Terravecchia. L'unità dei calcari di base poggiano in discordanza sulla Fm. di Terravecchia.</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6- Pendenze area parco</i>	<i>17</i>
<i>Figura 7 - Inquadramento Aerogeneratore WTG01 su IGM in scala 1:25.000</i>	<i>18</i>
<i>Figura 8 - Panoramica area di installazione aerogeneratore WTG01 (fonte: Google Earth).....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 9- Inquadramento aerogeneratore WTG02 su IGM in scala 1:25.000</i>	<i>20</i>
<i>Figura 10- Panoramica area di installazione aerogeneratore WTG02</i>	<i>21</i>
<i>Figura 11- Inquadramento aerogeneratore WTG03 su IGM in scala 1:25.000.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 12- Panoramica aerogeneratore WTG03 – Foto scattata lungo la strada di accesso all'aerogeneratore in cui è possibile osservare l'impluvio segnalato e la linea displuviale su cui sarà installato l'aerogeneratore</i>	<i>23</i>
<i>Figura 13- Inquadramento aerogeneratori di progetto su IGM in scala 1:25.000.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 14 - Panoramica ubicazione aerogeneratori WTG04- WTG05-WTG06. (Google Earth).....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 15- Modello di Pericolosità Sismica MPS04-S1, Progetto Esse1</i>	<i>39</i>

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 - Caratteristiche e coordinate degli aerogeneratori di progetto</i>	<i>8</i>
<i>Tabella 2 - Riferimenti catastali degli aerogeneratori</i>	<i>8</i>
<i>Tabella 3 - Caratteristiche geomorfologiche aerogeneratore WTG01</i>	<i>19</i>
<i>Tabella 4 -Caratteristiche geomorfologiche aerogeneratore WTG02</i>	<i>21</i>
<i>Tabella 5 - Caratteri geomorfologici WTG03</i>	<i>23</i>
<i>Tabella 6 – Disaggregazione con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni ID: 48509.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabella 7-Sorgenti Sismiche prossime l'area di progetto.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabella 8- Categoria sismica Suolo di fondazione.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabella 9- Categoria Topografica</i>	<i>44</i>
<i>Tabella 10- Probabilità di superamento PVR in funzione dello stato limite considerato</i>	<i>46</i>
<i>Tabella 11- Riferimenti spaziali per la definizione dell'azione sismica</i>	<i>47</i>
<i>Tabella 12- Parametri sismici calcolati per i diversi stati limite considerati</i>	<i>48</i>
<i>Tabella 13-Coefficienti sismici orizzontali e verticali, accelerazione massima e parametro beta per i diversi stati limite</i>	<i>48</i>

1 PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, ed opere di connessione annesse, denominato "Aragona-Joppolo Giancaxio", sito tra i Comuni di Aragona (AG) e Joppolo Giancaxio (AG).

In particolare, il progetto è relativo ad un impianto eolico di potenza totale pari a 43.2 MW e costituito da:

- n. 6 aerogeneratori di potenza nominale 7.2 MW, di diametro di rotore 162 m e di altezza al mozzo 119 m, assimilabili al tipo Vestas V162;
- n. 1 cabina di raccolta a misura in media tensione a 30 kV;
- linee elettriche in media tensione a 30 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione degli aerogeneratori alla cabina di raccolta e misura;
- una stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV utente;
- linee elettriche in media tensione a 30 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione della cabina di raccolta e misura e la stazione elettrica di utente;
- una sezione di impianto elettrico comune con altri impianti produttori, necessaria per la condivisione dello stallo in alta tensione a 150 kV, assegnato dal gestore della rete di trasmissione nazionale (RTN) all'interno della stazione elettrica della RTN denominata "FAVARA 220/150 kV";
- tutte le apparecchiature elettromeccaniche in alta tensione di competenza utente da installare all'interno della stazione elettrica della RTN "FAVARA 220/150 kV", in corrispondenza dello stallo assegnato;
- una linea elettrica in alta tensione a 150 kV in cavo interrato per l'interconnessione della sezione di impianto comune e la stazione elettrica della RTN "FAVARA 220/150 kV".

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-WAY GAMMA S.r.l., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina 4, 00186 Roma, P.IVA 17171361003.

2 INTRODUZIONE

Con riferimento al suddetto intervento progettuale la presente relazione è stata redatta principalmente con lo scopo di ricostruire i principali caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici al fine di individuare eventuali criticità e determinare se queste siano causa di condizioni di rischio tali da compromettere la fattibilità del suddetto intervento. La caratterizzazione dell'area di studio è inoltre indirizzata ad una corretta pianificazione delle indagini geognostiche propedeutiche ai successivi livelli di progettazione.

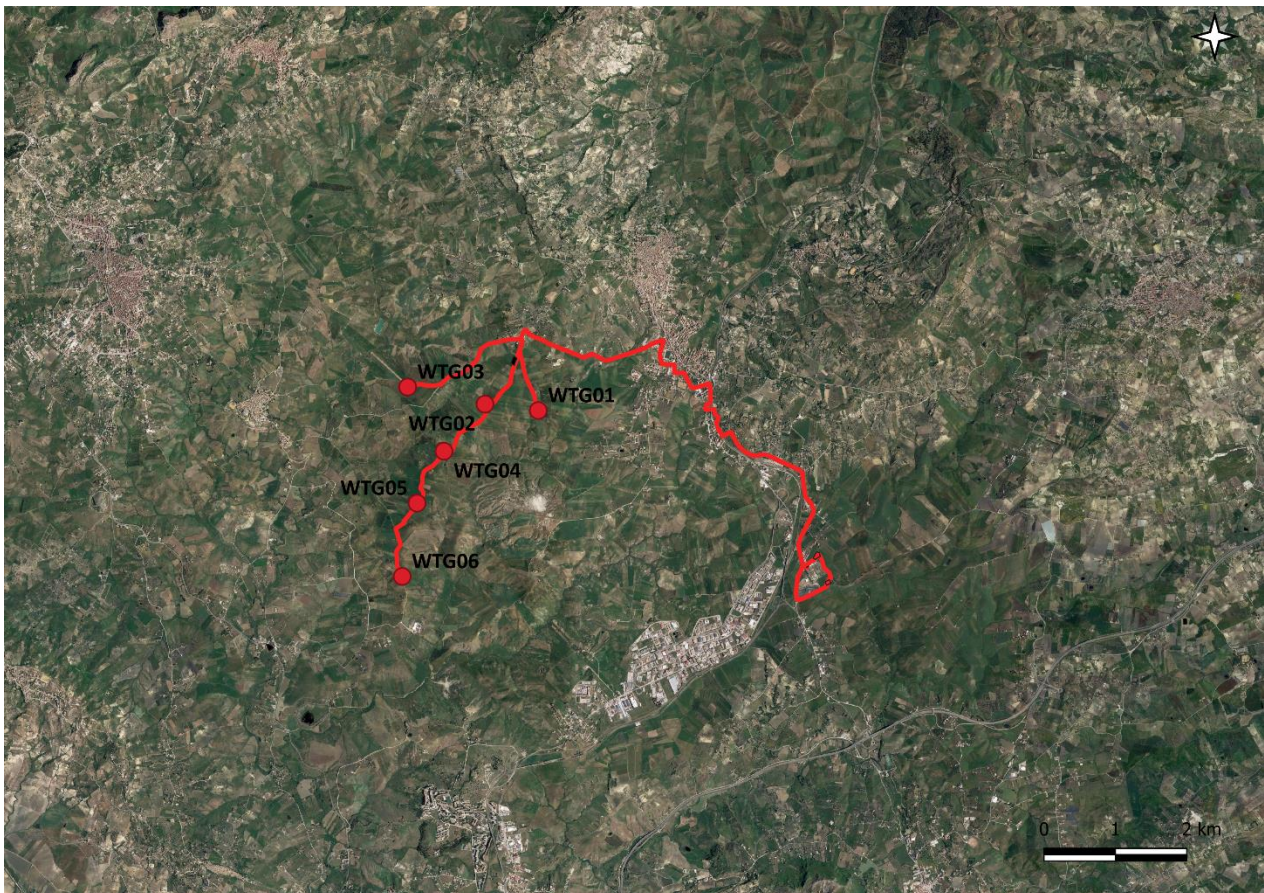


Figura 1 - Inquadramento opere di progetto su ortofoto

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1 Localizzazione Impianto

L'impianto eolico di progetto è situato nei Comuni di Aragona e Joppolo Giancaxio e si costituisce di n. 6 aerogeneratori, denominati rispettivamente da WTG01 a WTG06. L'area di interesse coinvolge terreni con destinazione prevalentemente di tipo agricola. Gli aerogeneratori hanno potenza nominale 7.2 MW per una potenza complessiva di 43.2 MW, con altezza al mozzo 119 m e diametro di rotore di 162 m. Le coordinate del parco eolico ed i riferimenti catastali dell'area di intervento sono riportati nelle tabelle a seguire.

Tabella 1 - Caratteristiche e coordinate degli aerogeneratori di progetto

ID WTG	UTM WGS-84 E	UTM WGS-84 N
WTG01	376128	4138723
WTG02	375298	4138852
WTG03	374214	4139091
WTG04	374723	4138193
WTG05	374346	4137467
WTG06	374138	4136442

Tabella 2 - Riferimenti catastali degli aerogeneratori

ID WTG	Foglio	Particella	Comune
WTG01	68	34	Aragona (AG)
WTG02	163	72	
WTG03	66	49	
WTG04	71	124	
WTG05	11	67	Joppolo Giancaxio (AG)
WTG06	14	7	

Di seguito, viene riportato l'inquadramento delle opere di progetto su base cartografica IGM (scala 1:25.000)

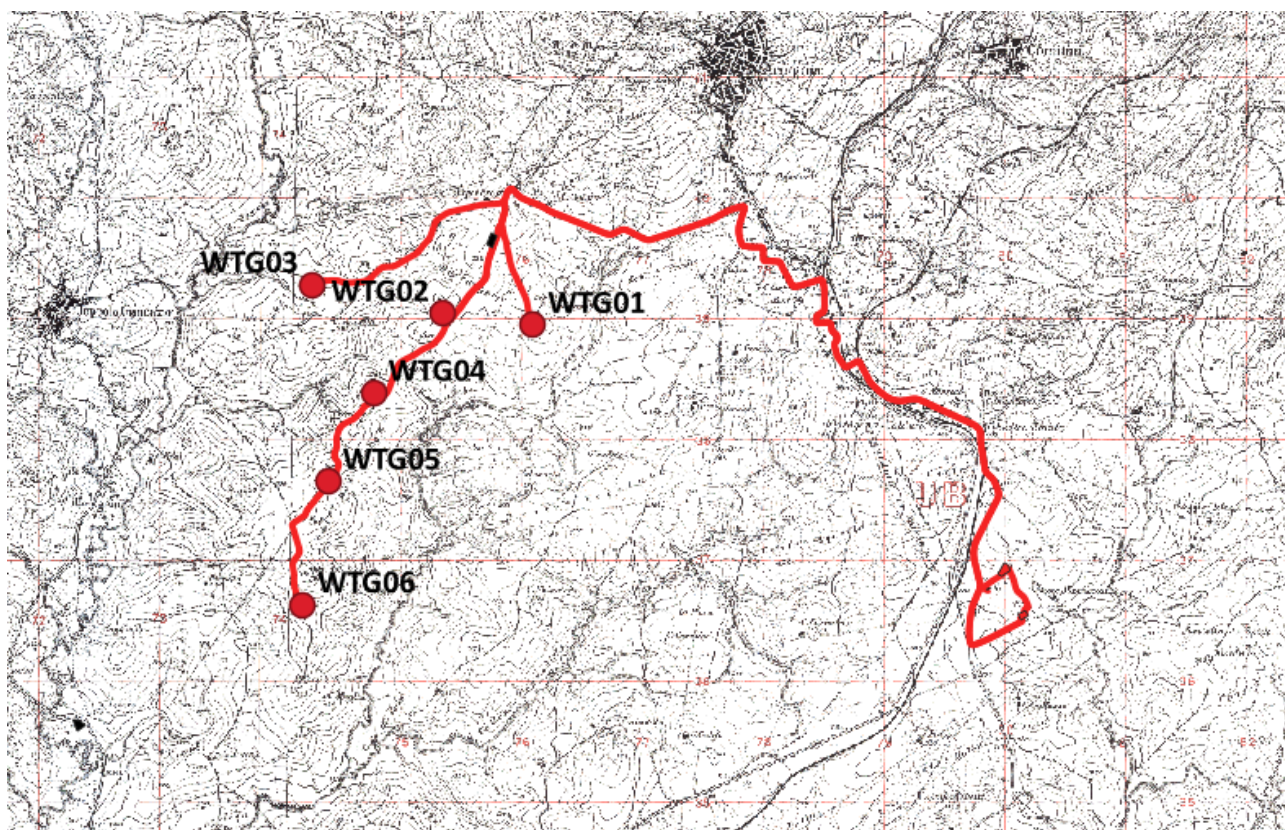


Figura 2 - Inquadramento opere di progetto su IGM (1:25.000)

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1.1 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 di riferimento 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, ed in particolare per l'area oggetto del presente studio, è stato considerato il Foglio 636- Agrigento.

E' possibile distinguere unità stratigrafico-deposizionali pre-evaporitiche, la cui deposizione è avvenuta prima della crisi di salinità del Messiniano, a cui segue la successione evaporitica – nota in letteratura come Serie Gessoso-Solfifera- sigillata dalle unità post-evaporitiche di chiusura del ciclo (*Trubi*):

1. Unità pre-evaporitiche:

- Complesso Argilloso-Marnoso
- Fm. di Terravecchia

2. Successione evaporitica:

- Unità delle marne Silicee (*Tripoli*), Messiniano
- Unità del Calcere di Base, Messiniano sup.
- Formazione di Pasquasia, Messiniano sup.

3. Unità post-evaporitiche:

- Unità dei calcari marnosi e marne (*Trubi*)

4. Formazioni Quaternarie:

- Alluvioni di fondovalle (Olocene)

Nel settore in esame, i terreni interessati dall'installazione delle opere di progetto sono tutti appartenenti alle successioni pre- ed evaporitiche, quest'ultime ascrivibili alla Fm. di Terravecchia ed al Complesso Argilloso-Marnoso

4.1.3 Geologia Area Parco

L'area oggetto del presente studio è ubicata in corrispondenza delle sequenze terrigene sin- e tardo-orogeno della Formazione di Terravecchia (Tortoniano superiore- Messiniano inferiore) e del Complesso Argilloso-marnoso. La Fm. di Terravecchia - istituita da Schmidt (1964, 1965) - si caratterizza per la presenza di brusche variazioni di facies, a cui sono associate differenti granulometrie oltre che spessori altamente variabili. A tal proposito occorre evidenziare che il passaggio da un'unità all'altra è difficilmente individuabile nell'area in esame in quanto l'estesa presenza di coltri di origine eluvio-colluviale tende ad occultare i terreni di substrato. In aggiunta, le due unità presentano sono costituite da sequenze di natura litologica simile. Di conseguenza non vengono a crearsi particolari processi di morfoselezione, tali da permettere l'identificazione in superficie del loro contatto.

In riferimento a ciò, le unità litostratigrafiche identificate dallo scrivente ai fini della risoluzione del *Modello Geologico di Riferimento* (MGR), derivano tuttavia dall'analisi incrociata di fonti cartografiche, dati di letteratura storici e dati di pozzo corroborati dal rilievo in campo e aerofotogrammetrico.

Nella Foglio 263 – Agrigento del progetto CARG, le unità di substrato corrispondenti con l'area parco sono identificate come Fm. di Terravecchia (M₄) e Complesso prevalentemente argilloso (M_{as}).

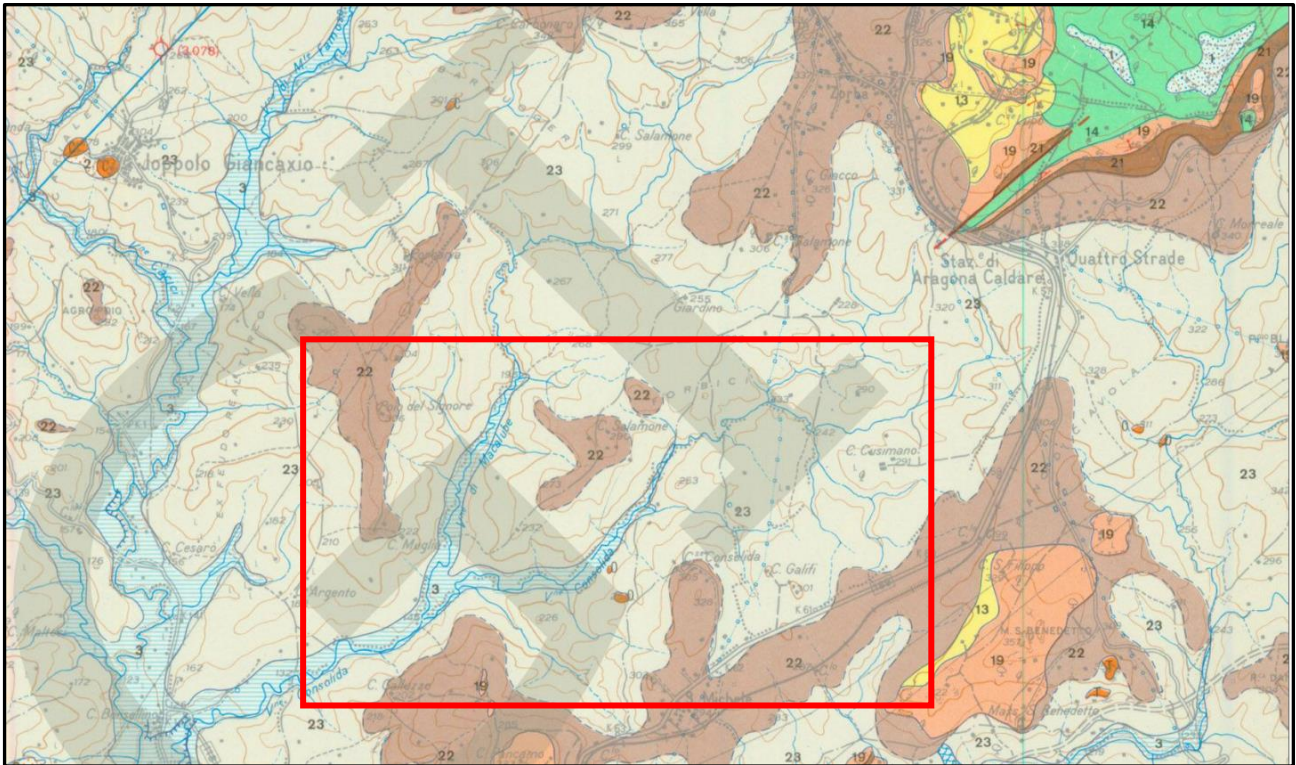


Figura 4 – Stralcio Foglio 636 Agrigento -CARG con ubicazione dell'area parco.

L'unità M₃, corrispondente alla successione silico-clastica della **Fm. di Terravecchia (Tortoniano inf., Messiniano inf.)**, è connessa alla formazione di bacini satellite (*piggy-back basins*) associati all'evoluzione dell'avanfossa di Caltanissetta ed al relativo sollevamento della catena retrostrante, con conseguente deposizione di sedimenti derivanti dallo smantellamento della stessa.

I caratteri sedimentologici della Fm. di Terravecchia suggeriscono un contesto deposizionale da fluvio-deltizio a marino. L'unità – come sopra accennato - è caratterizzata da una notevole variabilità di facies e di spessori, alle quali corrispondono evidenti variazioni morfologiche e fasce detritico-colluviali che mascherano localmente il substrato.

Le marcate variazioni laterali e verticali – in termini litologici, granulometrici e di spessore - hanno infatti consentito la separazione di tale formazione in unità omogenee di rango inferiore, all'interno delle quali sono

state riconosciute e descritte varie litofacies. In particolare, la formazione comprende dal basso verso l'alto stratigrafico:

- **I Membro conglomeratico:** conglomerati poligenici di colore rosso e grigio con clasti eterometrici di varia natura immersi in una matrice sabbiosa, localmente intervallati da livelli di sabbie grossolane con livelli ciottolosi. Talvolta gli intervalli conglomeratici si presentano variamente cementati che assumono – localmente- caratteristiche di materiali semi-lapidei. Il membro conglomeratico ha una geometria lenticolare ed il passaggio con il sovrastante membro sabbioso è graduale.
- **II Membro sabbioso-arenaceo:** caratterizzato da una sequenza sabbioso-arenacea costituita da sabbie, sabbie siltose, arenarie quarzose o clastico-carbonatiche di colore giallastro e grigiastro a grana medio grossa, talora micacee con interstrati pelitico-argillosi di spessore variabile da poche decine di centimetri ad un metro. La matrice è pelitico-argillosa ed il grado di cementazione variabile.
- **III Membro pelitico-argilloso:** marne argillose grigio-azzurre ed argille grigie con limo e frequenti intercalazioni di lenti e lamine sabbiose. Negli intervalli argillosi sono frequenti cristalli di gesso. In aggiunta, le argille presentano laminazioni parallele e oblique.

Nell'areale oggetto del presente studio affiorano le sole sequenze afferenti al **membro-pelitico argilloso**. Dal reperimento di dati di pozzo - perforati nei dintorni dell'area di impianto - è inoltre emersa la presenza di coperture eluvio-colluviali mantellanti la sequenza pelitico-argillosa della Fm. di Terravecchia ed il cui spessore varia da 1 ai 3 metri. Il **complesso argilloso-marnoso** invece è caratterizzato da un'alternanza di argille marnose ed argille sabbiose di colore grigio-azzurro contenenti olistoliti di varia dimensione e natura di età variabile dal Cretaceo al Miocene.

Nell'area parco il substrato di fondazione degli aerogeneratori di progetto è rappresentato sia delle litofacies argillose della Fm. di Terravecchia e dalla litofacies argillosa del Complesso argilloso-marnoso.

5 CARATTERI GEOMORFOLOGICI

5.1 Geomorfologia in area vasta

L'area oggetto del presente studio si localizza nel bacino idrografico S. Leone, situato nel settore centro-occidentale del versante meridionale della Sicilia ed esteso per circa 205 km². Tale settore è contraddistinto dall'esistenza di un paesaggio prevalentemente collinare posto a quote variabili dai 200 ai 300 m.s.l.m. e con pendenze variabili e funzione dell'ambito morfologico.

I rilievi collinari presentano profili arrotondati con versanti da poco a mediamente acclivi, fattori connessi prevalentemente a litotipi di natura coesiva, poco rigidi e notevolmente sensibili a fenomeni di modellamento da parte degli agenti esogeni.

L'idrografia superficiale è caratterizzata dalla presenza di solchi vallivi a struttura dendritica, con linee di *thalweg* principali orientate prevalentemente in direzione NW-SE, in quanto morfologicamente e tettonicamente controllate dall'assetto strutturale asimmetrico del territorio. Il regime idrologico è marcatamente torrentizio, con impluvi che si dipartono dai rilievi collinari ed incidono le successioni argillose, alimentando i valloni adiacenti ed i deflussi naturali nei asciutti risultano relativamente modesti. Spesso gli impluvi non rappresentano una continua rete di canali di ordine crescente, ma al contrario si limitano a brevi tratti. I suddetti canali talora creano solchi con profili a "V", percorsi da acque derivate da precipitazioni stagionali, la cui aliquota di ruscellamento supera notevolmente la controparte infiltrante a causa della scarsa permeabilità dei terreni affioranti. Di fatto, morfologie da ruscellamento concentrato e/o diffuso sono comuni nel bacino imbrifero considerato. La densità di drenaggio lungo i rilievi collinari decorrenti tra C.da Manicalunga e C.da Barrugeri con orientazione preferenziale N-S, risulta pertanto piuttosto elevata in quanto incide i terreni coesivi della litofacies argillosa del Fm. di Terravecchia e del Complesso argilloso-marnoso.

La conformazione morfologica tale per cui il bacino imbrifero considerato risulta fortemente inciso, oltre ad essere connessa alla presenza di terreni altamente suscettibili alla degradazione meteorica, è altresì associata al generale sollevamento connesso all'attività tettonica compressiva del *Sicilian Basal thrust* (Lavecchia et al., 2007). Ciò crea le condizioni per l'approfondimento dei bacini fluviali con conseguente ringiovanimento dei corsi d'acqua.

La morfogenesi dell'areale interessato dall'installazione degli aerogeneratori di progetto si esplica quindi attraverso l'azione principale delle acque di corrivazione, le quali operano in condizioni di sufficiente energia del rilievo creando una fitta rete di solchi e rivoli ad elevato grado di gerarchizzazione. **L'erosione areale e lineare**

risulta pertanto essere il fenomeno di maggiore incidenza lungo i tratti di versante considerati. Lungo i pendii sud e sud-est vergenti i processi di erosione accelerata evolvono generando morfologie di tipo calanchivo.

La principale dinamica evolutiva è quindi 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 favorendone la loro eventuale fluidificazione.

Per una miglior caratterizzazione dei fenomeni 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 e all'azione delle acque correnti superficiali** le quali determinano ruscellamenti diffusi e forme di erosione lineare. A tal proposito, uno dei parametri che influenza maggiormente la suscettibilità all'innesco di suddette fenomenologie, a parità di condizioni litotecniche e giacaturali, è la pendenza dei versanti.

La carta delle pendenze (Fig. 6) è stata realizzata mediante Modello Digitale di Terreno (DTM) con 2x2 m 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°, superfici pianeggianti
- 5° a 10°, versanti debolmente acclivi
- 15° a 20°, versanti moderatamente acclivi
- > 20°, versanti acclivi

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 e fessurate a causa di fenomeni fisico-meccanici e tettonici.

Dalla carta delle pendenze è emerso che le aree in corrispondenza delle quali saranno installati gli aerogeneratori di progetto mostrano valori di pendenza che si attestano sempre al di sotto dei 10°.

In aggiunta, dalla sovrapposizione tra la carta delle pendenze ed i dissesti cartografati nell'areale oggetto del presente studio è emerso che quest'ultimi si ritrovano in settori di versante aventi pendenze maggiori dei 10°. La maggior parte dei dissesti in esame interessa perlopiù le porzioni superficiali ed alterate della litofacies argilloso-pelitica della Fm. di Terravecchia, in corrispondenza della quale sono state identificate aree a franosità diffusa, scorrimenti e frane complesse e fenomeni di erosione accelerata che evolvono in morfologie calanchive e pseudo-calanchive. Nei versanti argillosi che superano queste la classe di pendenza 5-10° vengono a crearsi condizioni di stabilità critica, in particolare in corrispondenza di argille sovraconsolidate fessurate con resistenza al taglio ridotta a valori residui per fenomeni di rammollimento e rottura progressiva.

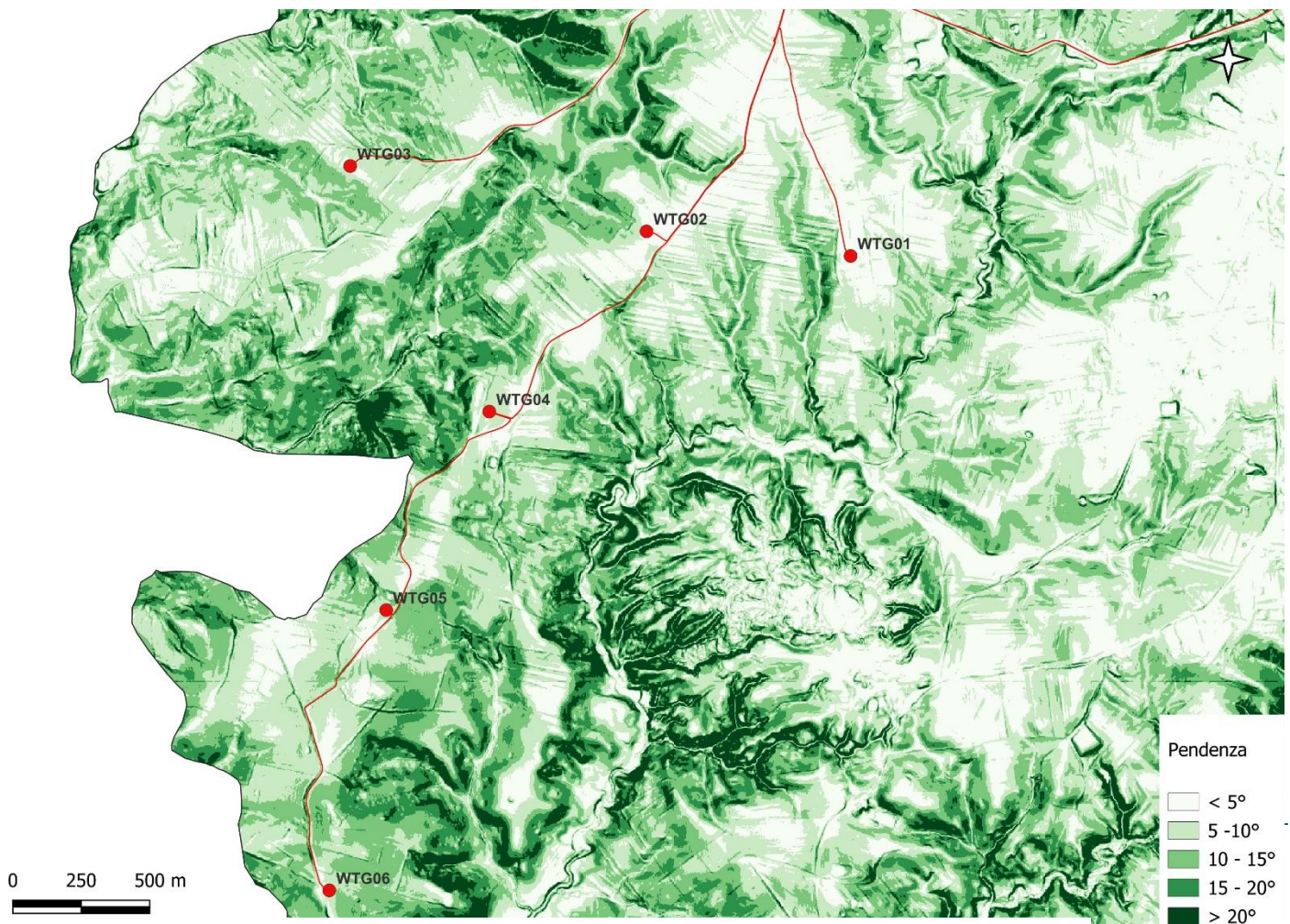


Figura 6- Pendenze area parco

5.2 Geomorfologia Area Parco

In riferimento a quanto descritto nei paragrafi precedenti, gli aerogeneratori di progetto risultano localizzati in corrispondenza di rilievi alto-collinari, la cui morfogenesi è connessa principalmente a dinamiche di versante con morfologie legate ad un dilavamento diffuso che produce profonde incisioni in corrispondenza dei terreni dotati di coesione e con maggiore suscettibilità ai processi di erosione. Per una miglior trattazione dei processi morfogenetici potenzialmente interferenti con le opere di progetto, di seguito viene riportata una caratterizzazione delle aree su cui insiste il parco, considerando tutte le eventuali criticità emerse dai rilievi in sito e dalla consultazione bibliografica:

AEROGENERATORE WTG01: l'aerogeneratore WTG01 è ubicato ad una quota di 298 m.s.l.m. lungo una superficie pianeggiante localizzata ad ovest dal vallone Scorsona. Il substrato è rappresentato dal complesso argilloso-marnoso tortoniano, affiorante poco più a sud lungo il crinale. Le pendenze si attestano attorno i 3° Dalla consultazione della cartografia IFFI e dalle perimetrazioni delPAI dell' AdB competente non sono state rilevate tuttavia interferenze con aree in frana. I rilievi aerofotogrammetrici, unitamente alla cartografia geomorfologica di campo hanno confermato l'assenza di fenomeni gravitativi in atto o potenziali in corrispondenza del punto turbina.

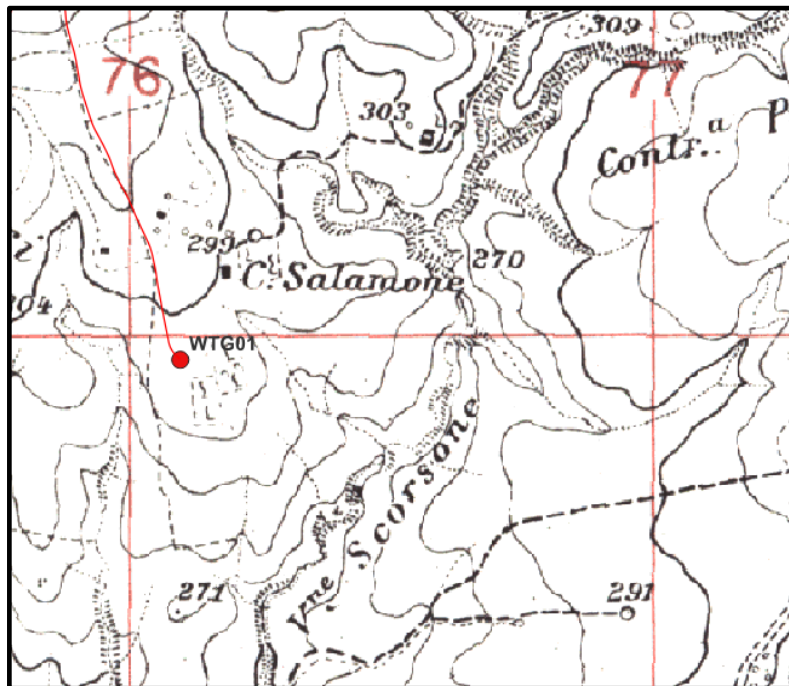


Figura 7 - Inquadramento Aerogeneratore WTG01 su IGM in scala 1:25.000



Figura 8 - Panoramica area di installazione aerogeneratore WTG01 (fonte: Google Earth)

Tabella 3 - Caratteristiche geomorfologiche aerogeneratore WTG01

ID TURBINA	Pendenza	Quota (m.s.l.m.)	Caratteri geomorfologici	Categoria Topografica	Dissesti
WTG01	3°	298	L'area di installazione lungo una superficie pianeggiante posta in corrispondenza della sequenza delle argille-marnose	T1	Nessun dissesto in atto/quiescente o relitto identificato in corrispondenza delle coltri di alterazione

AEROGENERATORE WTG02: ubicato a quota 304 m.s.l.m., lungo un rilievo collinare in C.da Barruggeri, delimitato da un'incisione con andamento N.S. L'aerogeneratore insiste sulla sommità del rilievo, corrispondente ad una linea displuviale di separazione tra due sottobacini. Lungo la sommità del rilievo -in corrispondenza del quale sarà installato l'aerogeneratore e le relative piazzole di montaggio e stoccaggio - la morfologia è in linea con l'assetto giaciturale del substrato argilloso ad andamento mammellonare. L'area di installazione presenta pendenze basse che si attestano attorno ai 2°. La regolarità della spianata sommitale è talora interrotta da linee di canalizzazione delle acque, le quali tuttavia non interferiscono con l'area di progetto. Dalla consultazione della cartografia IFFI e dalle perimetrazioni del PAI dell'AdB competente non sono state rilevate tuttavia interferenze con aree in frana. I rilievi aerofotogrammetrici, unitamente alla cartografia geomorfologica di campo hanno confermato l'assenza di fenomeni gravitativi in atto o potenziali in corrispondenza del punto turbina. Dinamiche ascrivibili principalmente a forme di erosione incanalata sono state infatti individuate nelle aree prospicienti, non interessate dalla realizzazione dell'aerogeneratore di progetto e dalle relative piazzole.

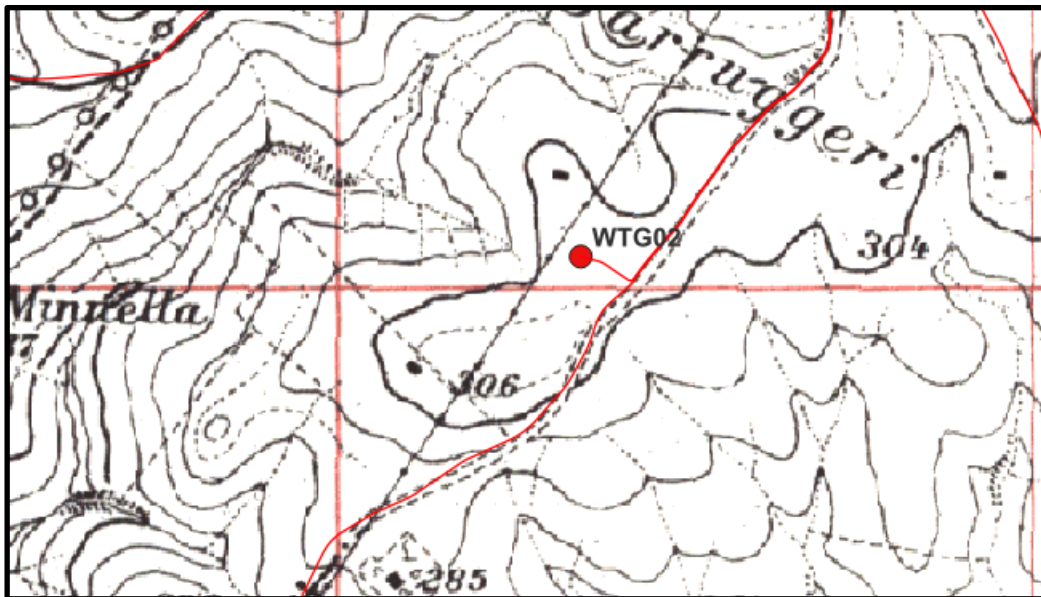


Figura 9- Inquadramento aerogeneratore WTG02 su IGM in scala 1:25.000



Figura 10- Panoramica area di installazione aerogeneratore WTG02

Tabella 4 -Caratteristiche geomorfologiche aerogeneratore WTG02

ID TURBINA	Pendenza	Quota (m.s.l.m.)	Caratteri geomorfologici	Categoria Topografica	Dissesti
WTG02	2°	304	L'area di installazione dell'aerogeneratore corrisponde alla sommità di un rilievo pianeggiante costituito da un substrato argilloso	T1	Nessun dissesto in atto/quiescente o relitto identificato in corrispondenza del punto turbina. Fenomeni di erosione incanalata sono stati identificati a valle dell'area di installazione dell'aerogeneratore, tuttavia non interferenti con lo stesso.

AEROGENERATORE WTG03: ubicato ad una quota di 277 m.s.l.m. lungo il rilievo collinare di Cont.da Cipolluzze esposto a NNW e con direzione N-S. L'aerogeneratore di progetto in particolare è ubicato lungo una linea displuviale coincidente con una porzione di versante fortemente inciso – data la natura argillosa dei terreni di substrato. A circa 150 m ad est ed ovest dal punto di installazione dell'aerogeneratore di progetto sono stati identificati due impluvi, i quali si dipartono dalla sommità del rilievo collinare e canalizzano le acque fino ad alimentare il Vallone di M. Famoso. Le pendenze in corrispondenza del punto d'installazione si attestano attorno ai 2.8°. Dalla consultazione della cartografia IFFI e dalle perimetrazioni del PAI dell'AdB competente infatti non sono state rilevate interferenze con aree in frana. I rilievi aerofotogrammetrici, unitamente alla cartografia geomorfologica di campo hanno confermato l'assenza di fenomeni gravitativi in atto o potenziali in corrispondenza del punto turbina. Dinamiche di dissesto, ascrivibili principalmente a forme di erosione accelerata sono state infatti individuate lungo l'impluvio segnalato in prossimità dell'aerogeneratore e nei settori a valle dello stesso.

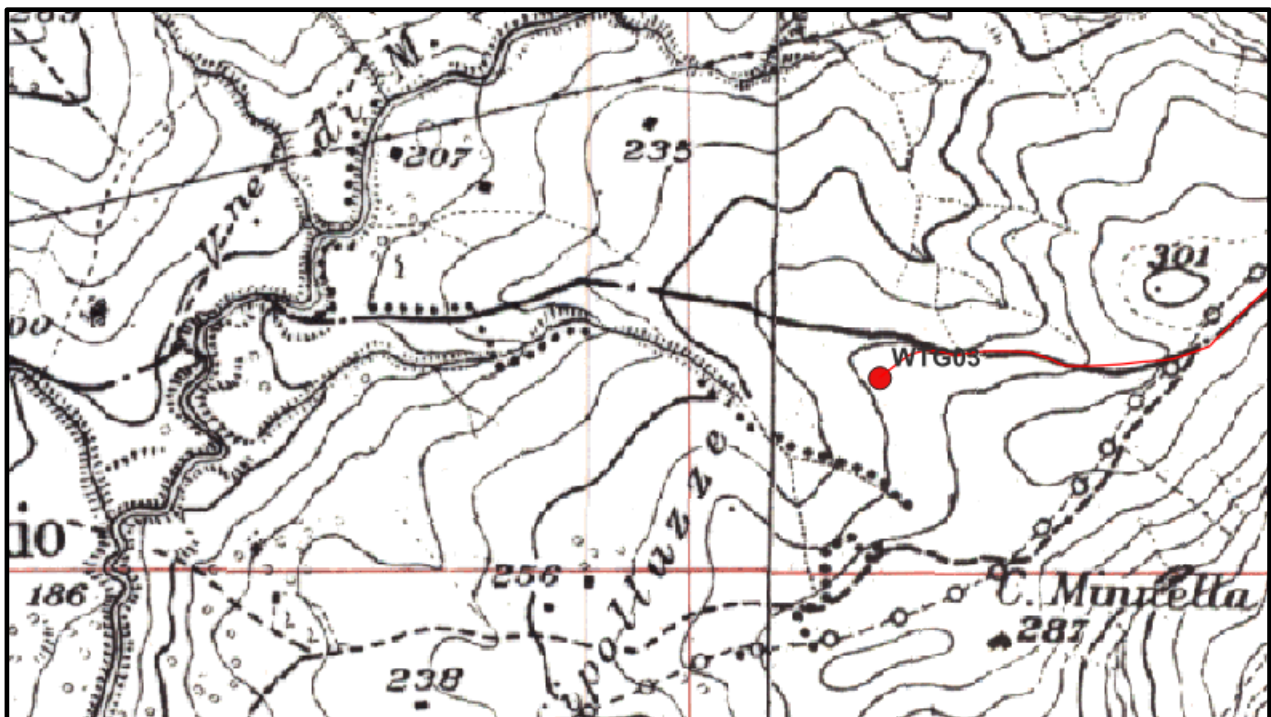


Figura 11- Inquadramento aerogeneratore WTG03 su IGM in scala 1:25.000

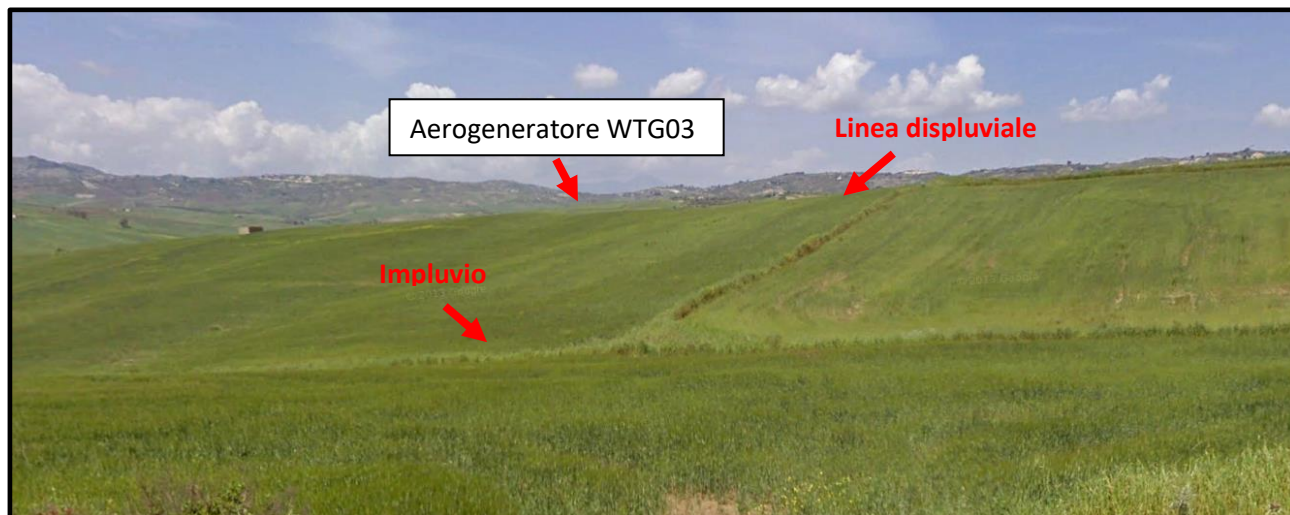


Figura 12- Panoramica aerogeneratore WTG03 – Foto scattata lungo la strada di accesso all’aerogeneratore in cui è possibile osservare l’impluvio segnalato e la linea displuviale su cui sarà installato l’aerogeneratore

Tabella 5 - Caratteri geomorfologici WTG03

ID TURBINA	Pendenza	Quota (m.s.l.m.)	Caratteri geomorfologici	Categoria Topografica	Dissesti
WTG03	2.8°	277	L’area di installazione dell’aerogeneratore si ritrova lungo un displuvio costituito dai terreni argillosi del complesso argilloso-marnoso	T1	Nessun dissesto in atto/quiescente o relitto identificato in corrispondenza del punto turbina. Fenomeni di erosione incanalata sono stati identificati nelle aree prospicienti il punto di installazione dell’aerogeneratore ma non interferenti con lo stesso.

AEROGENERATORE WTG04 – WTG05 e WTG06: gli aerogeneratori WTG04, WTG05 e WTG06 sono ubicati lungo un crinale con andamento N-S in corrispondenza del quale si ritrovano i terreni della litofacies argillosa della Fm. di Terravecchia. Le quote su cui si impostano gli aerogeneratori sono rispettivamente di 290, 299 e 280 m.s.l.m. Il crinale su cui verranno installati gli aerogeneratori è adiacente al Vallone Maccalube. In corrispondenza dei punti di installazione le pendenze risultano rispettivamente di 5°, 7° e 8°, si localizzano di fatto lungo la porzione sommitale e ad acclività bassa del crinale. In corrispondenza delle aree in cui si assiste ad un aumento della pendenza, ad esempio lungo i pendii di raccordo con il fondovalle, si identificano morfologie da erosione lineare che evolvono generando forme pseudo-calanchive. Tuttavia, suddetti lineamenti non interferiscono con gli aerogeneratori di progetto e le opere connesse in quanto quest'ultimi si ritrovano lungo uno spartiacque, esente da dinamiche sia di versante che di dilavamento ad opera delle acque meteoriche. Dalla cartografia ufficiale IFFI e dalle perimetrazioni del PAI dell'AdB territorialmente competente non sono tuttavia emerse interferenze dirette con aree in dissesto, né sono stati riconosciuti movimenti gravitativi in atto o potenziali tali da compromettere l'opera in progetto.

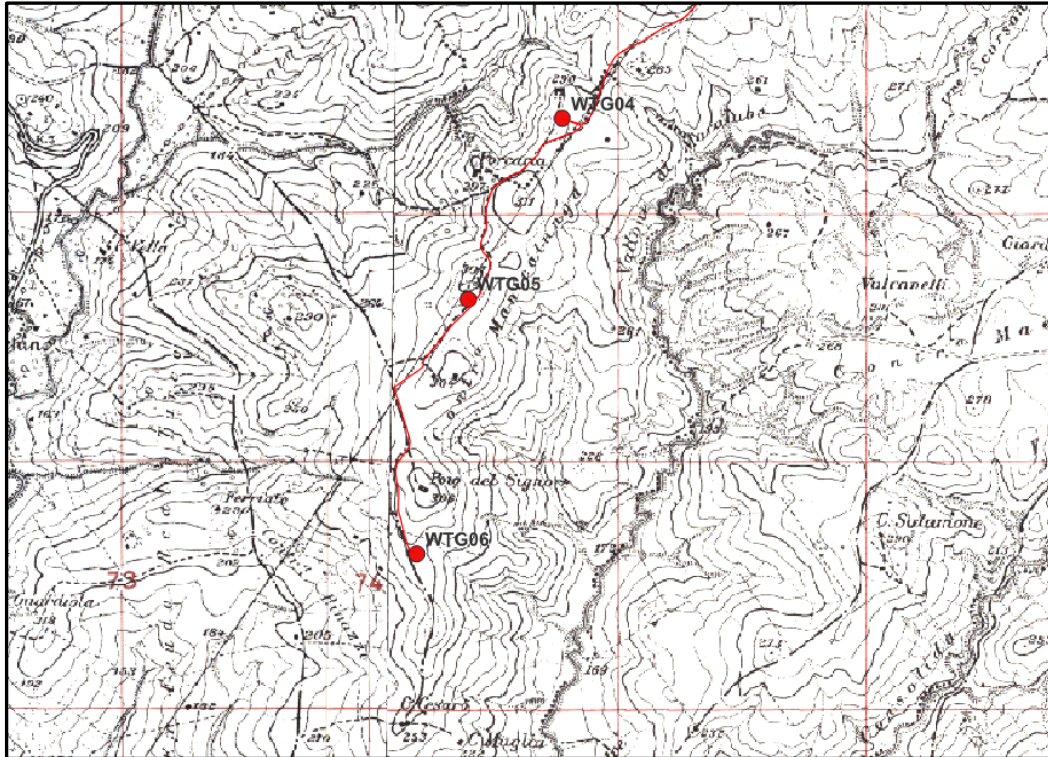


Figura 13- Inquadramento aerogeneratori di progetto su IGM in scala 1:25.000



Figura 14 - Panoramica ubicazione aerogeneratori WTG04- WTG05-WTG06. (Google Earth)

ID TURBINA	Pendenza	Quota (m.s.l.m.)	Caratteri geomorfologici	Categoria Topografica	Dissesti
WTG04	5°	290	L'area di installazione dell'aerogeneratore si ritrova lungo uno spartiacque, esente da dinamiche di versante. Il substrato è costituito dalle argille della Fm. di Terravecchia	T1	Nessun dissesto in atto/quiescente o relitto identificato in corrispondenza del punto turbina.

ID TURBINA	Pendenza	Quota (m.s.l.m.)	Caratteri geomorfologici	Categoria Topografica	Dissesti
WTG05	7°	299	L'area di installazione dell'aerogeneratore si ritrova lungo uno spartiacque, esente da dinamiche di versante. Il substrato è costituito dalle argille della Fm. di Terravecchia	T1	Nessun dissesto in atto/quiescente o relitto identificato in corrispondenza del punto turbina.

ID TURBINA	Pendenza	Quota (m.s.l.m.)	Caratteri geomorfologici	Categoria Topografica	Dissesti
WTG06	8°	280	L'area di installazione dell'aerogeneratore si ritrova lungo uno spartiacque, esente da dinamiche di versante. Il substrato è costituito dalle argille della Fm. di Terravecchia	T1	Nessun dissesto in atto/quiescente o relitto identificato in corrispondenza del punto turbina.

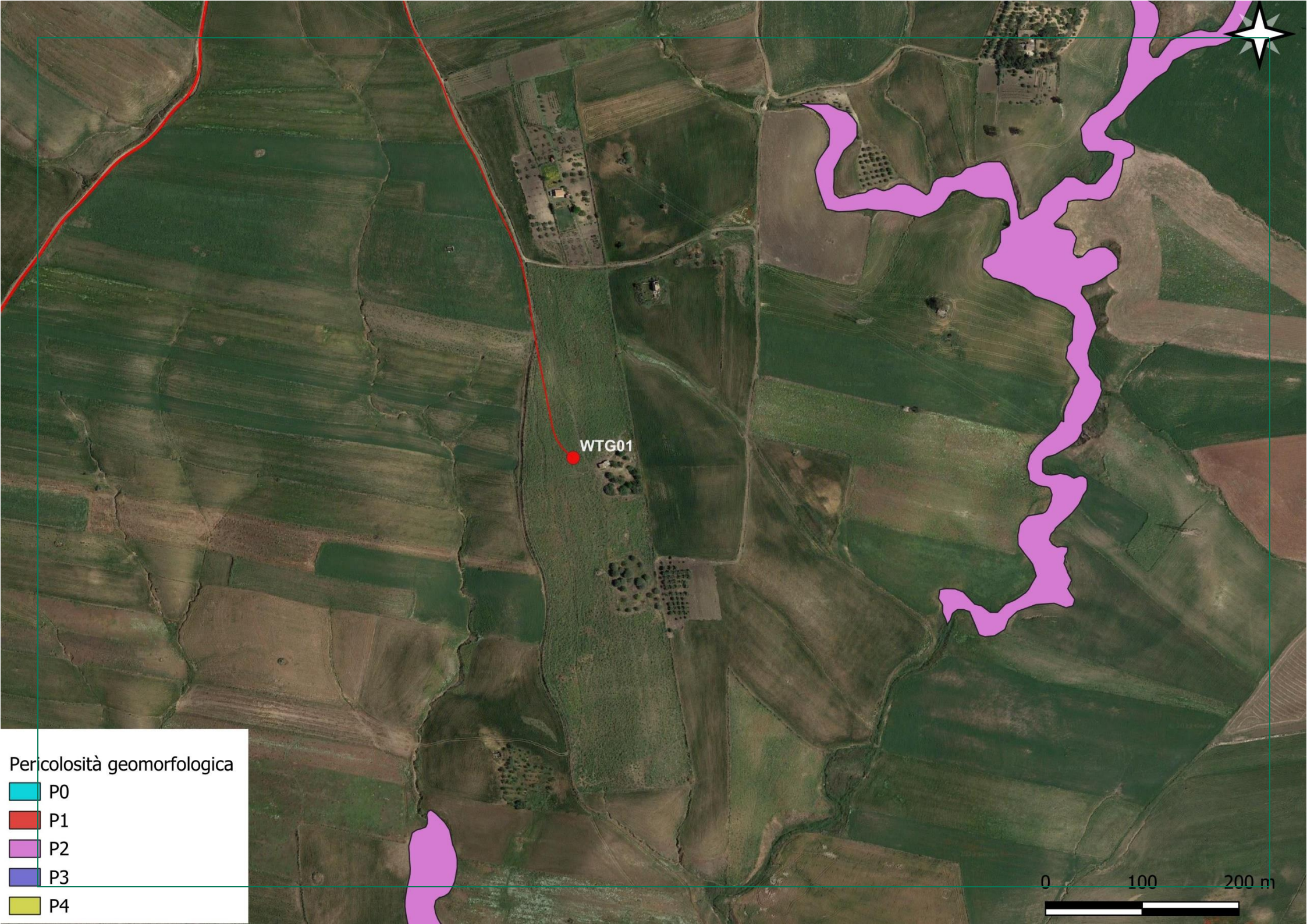
5.3 Pericolosità geomorfologica

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 Petralia Sottana, 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,

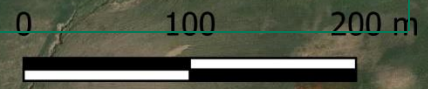
magnitudo, estensione, attività, distribuzione, cinematismo, danno etc.) incrociati e messi a confronto al fine di giungere alla definizione di un elaborato di sintesi finale. In riferimento a ciò, si ritiene opportuno sottolineare che **gli aerogeneratori di progetto non interferiscono direttamente con zone perimetrate dal PAI dell'AdB del Bacino Idrografico della Regione Sicilia**. Pertanto le stesse possono ritenersi compatibili con la normativa vigente in materia di rischio idrogeologico. Dall'analisi cartografica è emersa tuttavia un'interferenza tra le perimetrazioni del P.A.I. dell'AdB territorialmente competente con parte del tracciato del cavidotto di progetto in località Manicalunga. Nella fattispecie delle aree a pericolosità geomorfologica elevata (P3), l'art.21, comma 3, lett. i delle sopracitate norme, nelle aree a Pericolosità "Molto Elevata" (P4) ed "Elevata" (P3) *consente, previa verifica di compatibilità, la realizzazione di nuovi interventi infrastrutturali e nuove opere pubbliche a condizione che sia incontrovertibilmente dimostrata e dichiarata l'assenza di alternative di localizzazione e purchè sia compatibile con la pericolosità dell'area*. In riferimento 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.

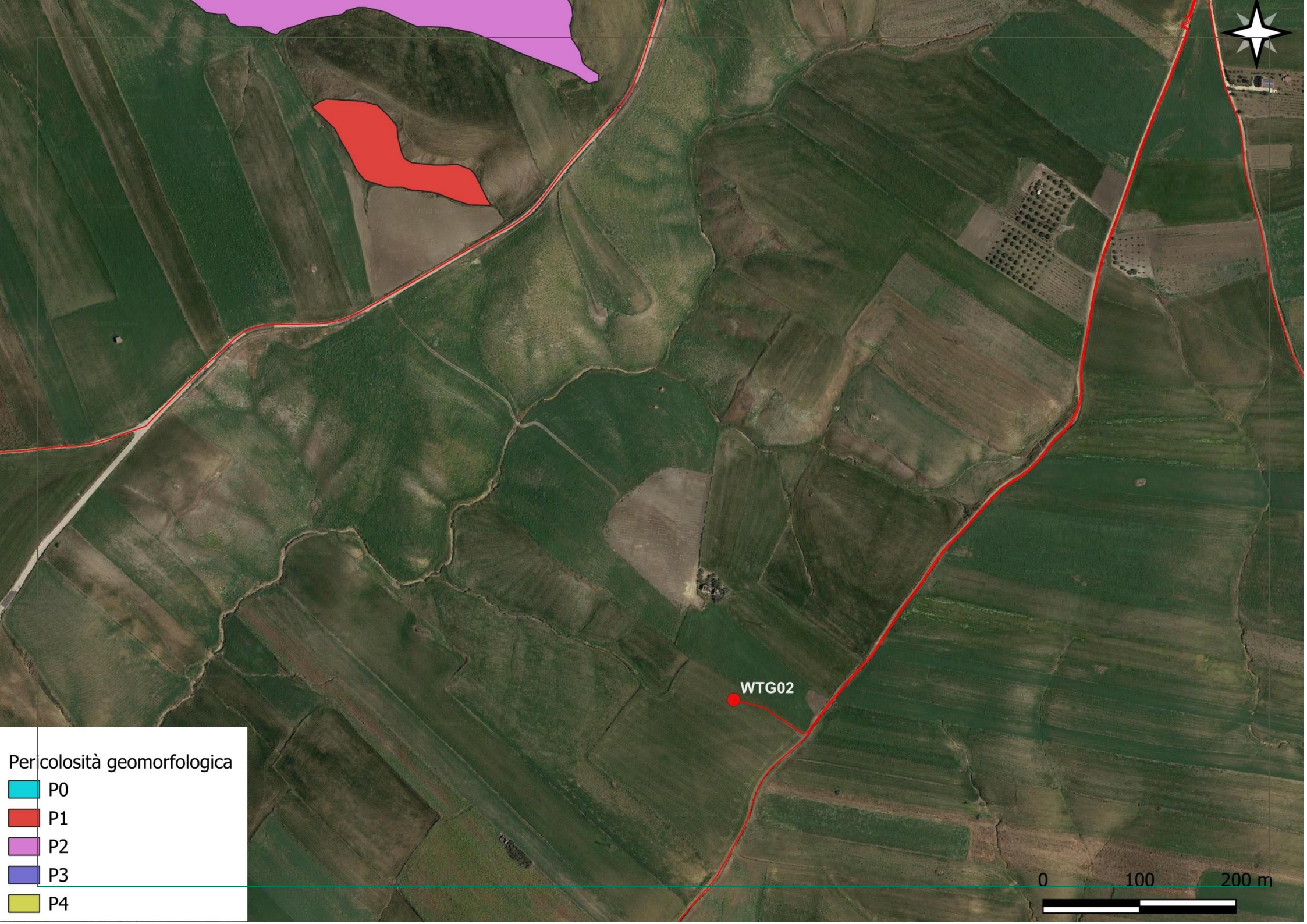
Nelle figure seguenti sono riportati gli inquadramenti delle opere di progetto rispetto le perimetrazioni del PAI dell'AdB della Regione Sicilia:



Pericolosità geomorfologica

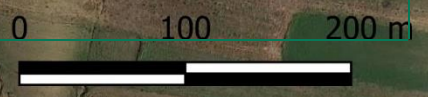
- P0
- P1
- P2
- P3
- P4

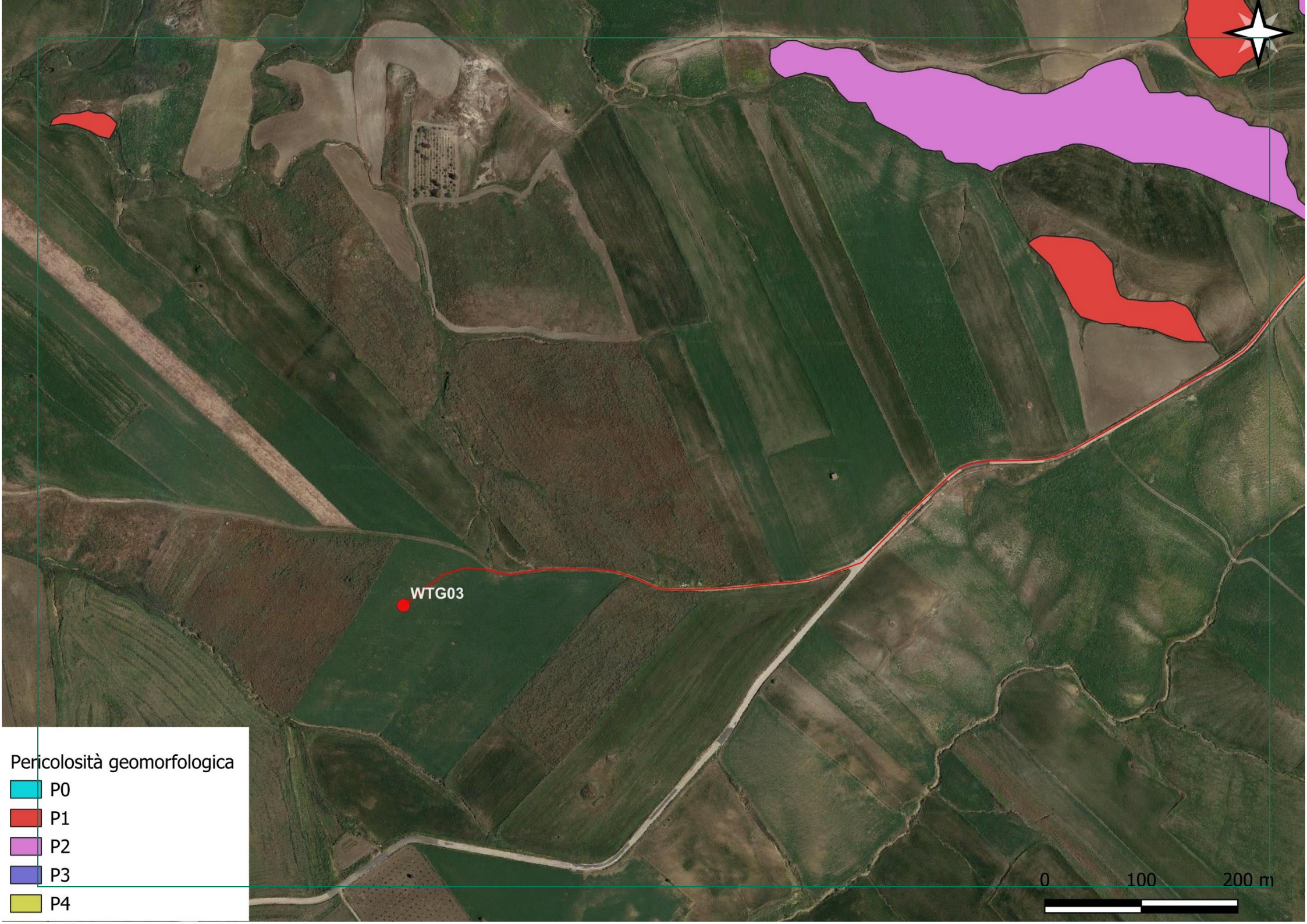




Pericolosità geomorfologica

- P0
- P1
- P2
- P3
- P4





WTG03

0 100 200 m

Pericolosità geomorfologica

- P0
- P1
- P2
- P3
- P4



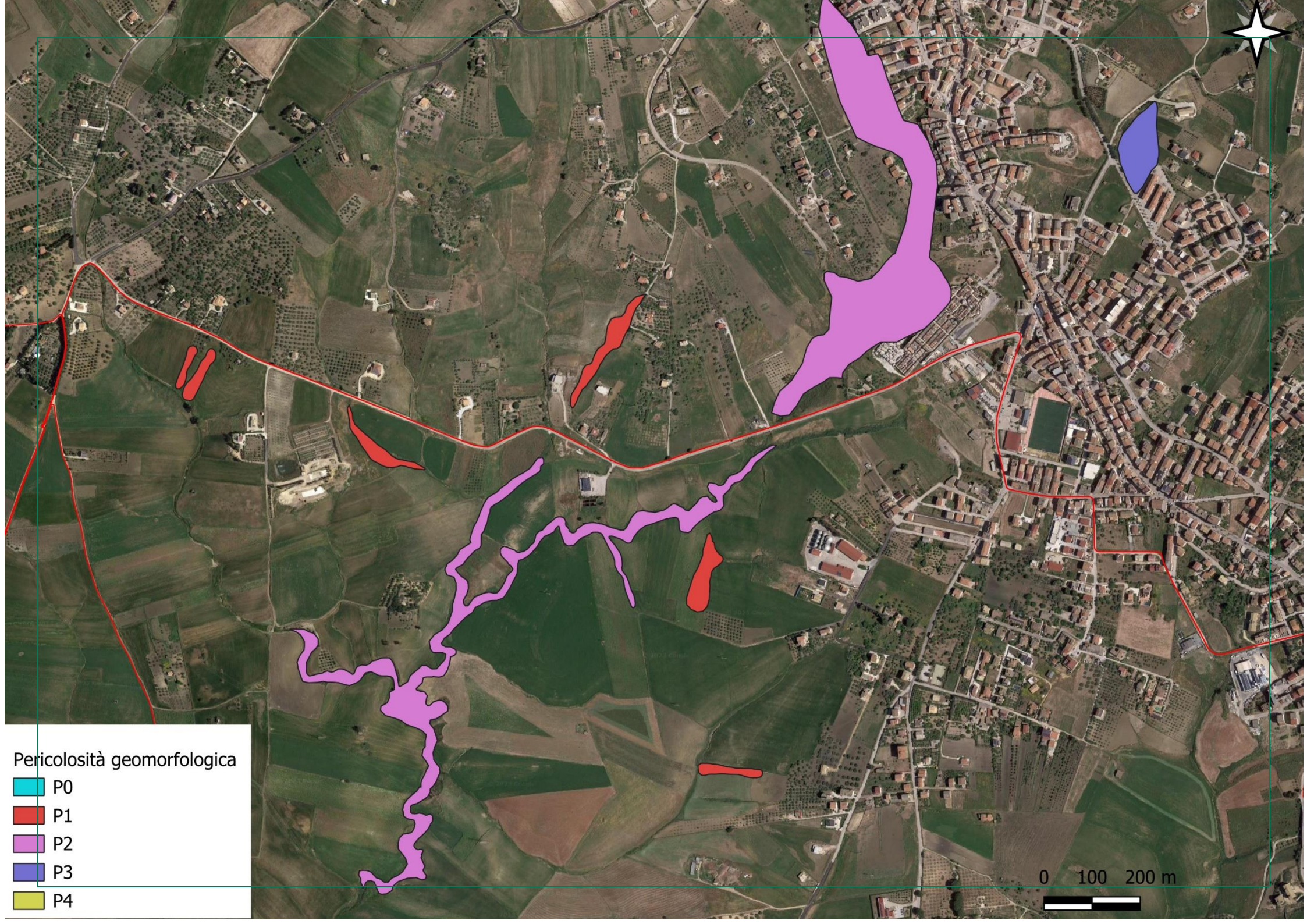
Pericolosità geomorfologica

- P0
- P1
- P2
- P3
- P4

WTG04

WTG05

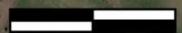
0 100 200 m

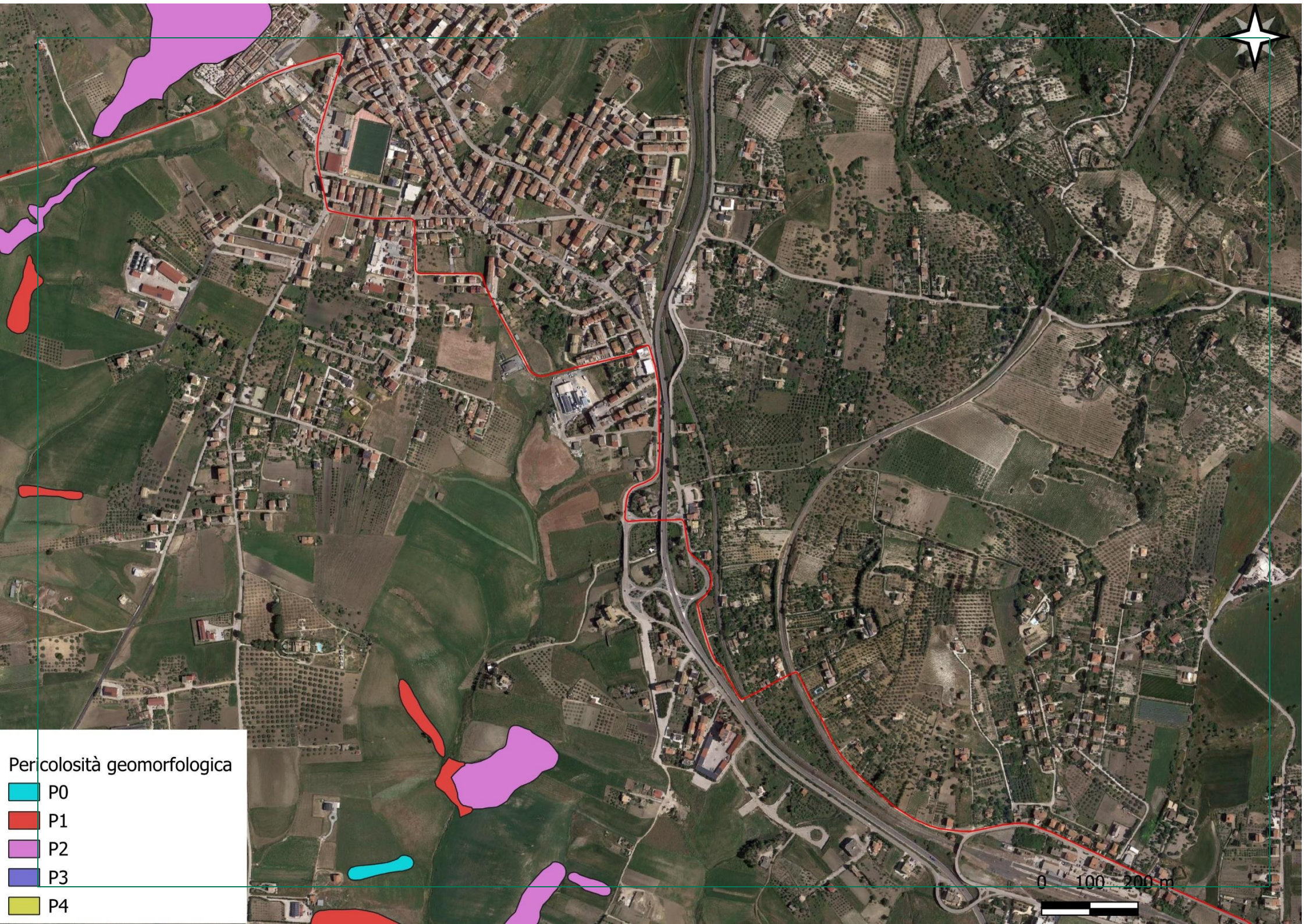


Pericolosità geomorfologica

- P0
- P1
- P2
- P3
- P4

0 100 200 m





Pericolosità geomorfologica

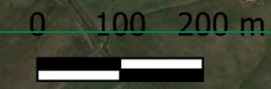
- P0
- P1
- P2
- P3
- P4

0 100 200 m



Pericolosità geomorfologica

- P0
- P1
- P2
- P3
- P4



6 CARATTERI IDROGEOLOGICI

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, le opere di progetto interessano il membro pelitico-argilloso e arenaceo-pelitico della Fm. di Terravecchia ed il complesso argilloso-marnoso tortoniano. Entrambe le litofacies – pur essendo riconosciute formalmente come due unità litostratigrafiche distinte – possono essere considerate a tutti gli effetti – da un punto di vista strettamente idrogeologico – come un insieme di termini litologici simili, aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, e pertanto possono essere raggruppate in un unico complesso idrogeologico, qui denominato **Complesso Idrogeologico Argilloso**.

Tale complesso presenta valori di infiltrazione efficace scarsi ed un coefficiente di infiltrazione potenziale di circa 10-20%, con conseguenti valori elevati di ruscellamento superficiale. La circolazione idrica sotterranea risulta esigua in quanto i valori di K risultano molto bassi, attestandosi attorno ai 10^{-9} – 10^{-10} m/s.

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 modesta entità che viene a crearsi entro le fessure degli orizzonti sovraconsolidati e/o alterati, oppure in corrispondenza delle coltri eluvio-colluviali, il cui il carattere sciolto favorisce accumuli idrici.

In particolare per le coltri di alterazione ed eluvio-colluviali rilevate in pozzi adiacenti l'area di progetto, ubicati in corrispondenza di aree a bassa pendenza – essendo zone in cui i processi pedogenetici sono favoriti – vengono a crearsi porzioni areate con permeabilità per porosità piuttosto elevata. Pertanto, in occasione di periodi particolarmente piovosi è potenziale il verificarsi di una circolazione sub-superficiale per saturazione della coltre argillosa alterata e/o degli accumuli eluvio-colluviali.

Le locali variazioni eteropiche di facies possono inoltre condizionare la circolazione idrica sotterranea. rese localmente permeabili da processi di weathering chimico e fisico. Le lenti sabbioso-conglomeratiche registrate lungo la successione del membro pelitico-argilloso della Fm. di Terravecchia possono tuttavia rappresentare orizzonti saturi di spessore limitato.

Sulla scorta di tali considerazioni, dal quadro idrogeologico descritto pertanto è potenziale **l'assenza di accumuli idrici significativi nei livelli superficiali, oltre che eventuali falde idriche interagenti con le opere di progetto ricadenti nel complesso idrogeologico argilloso**. Tuttavia, in fase esecutiva sarà verificata l'eventuale presenza e relativa profondità della falda in corrispondenza del complesso idrogeologico arenaceo attraverso opportune indagini geognostiche.

7 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

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 e sono 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 del Comune di Aragona e Joppolo Giancaxio (AG)

La storia sismica del territorio di Aragona (AG) e di Joppolo Giancaxio (AG) è stata analizzata attraverso la consultazione 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 ai terremoti nel territorio italiano è quindi aggiornato nella finestra temporale 1000- 2020 e sono raccolti in termini di gradi di intensità macrosismica.

Nel territorio comunale di Aragona sono riportati 7 eventi sismici avvenuti tra il 1897 ed il 2005, di cui quello con intensità maggiore (6.95 e 6.41 Mw) sono riferiti agli eventi del 1905 e 1968 con epicentro in Calabria Centrale e Valle del Belice.

Tabella 1 – Storia Sismica Comune di Aragona (AG)

Evento	Anno	Mese	Giorno	Area Epicentrale	I_0	MW
1	1897	05	15	Tirreno Meridionale	5	4.52
2	1905	09	08	Calabria centrale	10-11	6.95
3	1959	12	23	Piana di Catania	6-7	5.11
4	1968	01	15	Valle del Belice	10	6.41
5	1995	04	11	Sicilia Centrale	3-4	4.03

6	2004	05	05	Isole Eolie	5	5.42
7	2005	11	21	Sicilia Centrale	4	4.56

Tabella 2 – Storia Sismica Comune di Joppolo Giancaxio (AG)

Evento	Anno	Mese	Giorno	Area Epicentrale	I_0	MW
1	1968	01	15	Valle del Belice	10	6.41
2	2004	05	05	Isole Eolie		5.42
3	2005	11	21	Sicilia Centrale		4.56

Aragona e Joppolo Giancaxio sono entrambe classificate 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 0.25g.

Ai sensi dell'OPCM 3274/2003 è stato adottato uno studio aggiornato di pericolosità di riferimento per tutto il territorio italiano, dotando le regioni di un modello di pericolosità attraverso l'introduzione di intervalli di accelerazione (a_g) di picco su terreno rigido con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni da assegnare a 4 zone sismiche.

Joppolo Giancaxio ed Aragona rientrano tra i comuni per i quali $0.25g > a(g) > 0.15g$. Tali valori di pericolosità non ha però influenza sulla progettazione con l'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni in quanto la definizione dell'azione sismica di riferimento avviene tramite un approccio *sito dipendente* e non più *zona dipendente*, i cui valori di pericolosità sismica di base vengono definiti mediante punti su una maglia quadrata 5x5 estesa in tutto il territorio italiano.

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 3274/2'3 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 il territorio di Aragona e Joppolo Giancaxio i valori di a_g indicati sono compresi tra 0.050 e 0.075 (Fig.18)

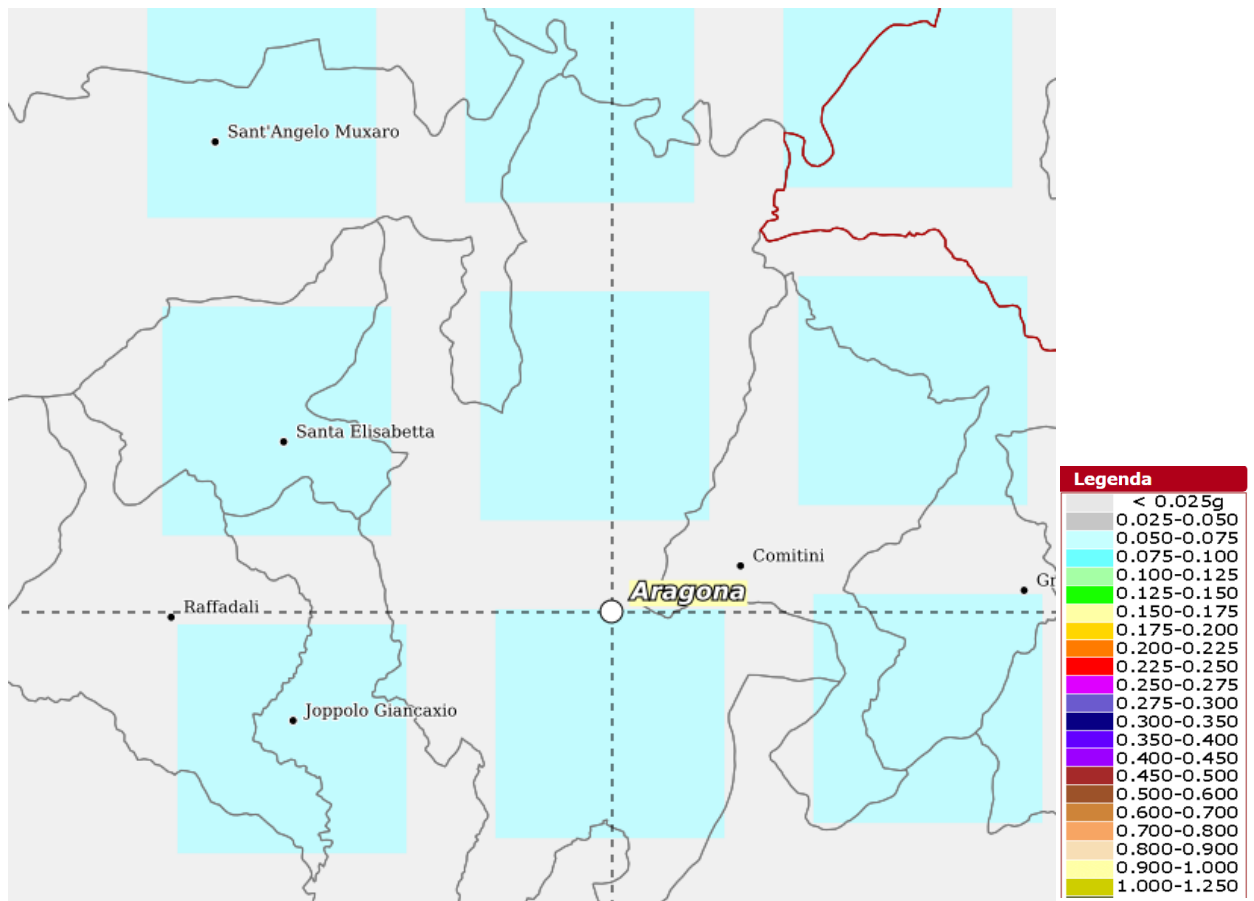


Figura 15- Modello di Pericolosità Sismica MPS04-S1, Progetto Esse1

Tabella 6 – Disaggregazione con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni ID: 48509

DISAGGREGAZIONE DI PGA CON PROBABILITA' DI ECCE DENZA DEL 10% in 50 ANNI

Distanza (km)	Magnitudo (MW)										
	3.5-4	4-4.5	4.5-5	5.0-5.5	5.5-6	6.0-6.5	6.5-7	7.0-7.5	7.5-8	8-8.5	8.5-9
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.2130	0.2130	0.7960	1.0500	0.1910	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	1.1100	1.1100	4.6100	6.6000	1.2200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.9840	0.9840	5.8900	9.0700	1.6900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0928	0.0928	2.9400	6.1200	1.2300	0.0856	0.0845	0.0153	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.8070	2.9800	1.0900	0.7920	0.8270	0.1540	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0964	1.2400	0.9770	1.1800	1.3200	0.2570	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0047	0.7030	0.9040	1.3000	1.5700	0.3160	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4730	0.7740	1.2300	1.5800	0.3310	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2910	0.5890	1.0300	1.4000	0.3040	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1440	0.4280	0.8140	0.4150	0.2650	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0498	0.2120	0.4150	1.1800	0.1470	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0143	0.0766	0.1490	0.6380	0.0572	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.0394	0.1090	0.2420	0.0455	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0259	0.1180	0.1890	0.0540	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.171	0.1030	0.2180	0.0576	0.0000	0.0000

Tabella 8 - Valori medi per la coppia Magnitudo-Distanza (M-R)

Valori Medi

Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.75	79.5	1.71

Al fine di individuare i contributi delle diverse sorgenti sismogenetiche alla pericolosità del sito oggetto del presente studio sono stati presi in considerazione i valori di disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Tab. 7-8).

È stata presa in considerazione la forma di disaggregazione tridimensionale per la terna Magnitudo-Distanza-Epsilon (M-R-ε), ovvero il contributo delle singole sorgenti sismogenetiche capaci di generare terremoti di magnitudo M ad una distanza R. Il parametro ε rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento, considerato in scala logaritmica, devia il valore mediano predetto da una data legge di attenuazione.

In particolare, in questo caso vengono disaggregati i valori mediani di scuotimento espressi in termini di accelerazione orizzontale di picco (PGA) corrispondenti ad un periodo di ritorno di 50 anni. Ciò porta alla determinazione di un *terremoto di scenario*, inteso come evento sismico che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito. Il calcolo del contributo, U, di ciascuna terna M-R- ε è dato dalla seguente formula:

$$U (m_1 < M < m_2, r_1 < R < r_2, \epsilon_1 < E < \epsilon_2 | y^*) = \frac{\sum_{i=1}^{N_s} u_i \int_{m_1}^{m_2} \int_{r_1}^{r_2} \int_{\epsilon_1}^{\epsilon_2} f(m) f(r) f(\epsilon) P[Y > y^* | m, r, \epsilon] dr dm d\epsilon}{\lambda_{y^*}}$$

u_i = numero medio annuo di terremoti con $m > m_{min}$ per ognuna delle N_s sorgenti sismogenetiche;

λ_{y^*} = tasso medio annuo di eccedenza di un prefissato valore, y^* , di un dato parametro di scuotimento Y;

$F_M(m)$ = funzione densità di probabilità della magnitudo;

$f_R(r)$ = funzione densità di probabilità della distanza;

$f_\epsilon(\epsilon)$ = funzione densità di probabilità del numero di deviazioni standard ε, per cui il logaritmo dello scuotimento devia dal logaritmo del valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R;

$P[Y > y^* | m, r, \epsilon]$ = probabilità di eccedenza di un dato valore di scuotimento, y^* , dati m, r, ε

L'analisi di disaggregazione della terna M-R-ε viene effettuata per i siti corrispondenti ai nodi E-WAY LAND S.R.L. si riserva la proprietà di questo documento e ne vieta la riproduzione e la divulgazione a terzi se non espressamente autorizzati.

della griglia utilizzata per la mappa del territorio nazionale (**Modello MPS04-S1- Progetto Esse1**), di cui è visibile un esempio in Fig.7. Il nodo della griglia analizzato per l'area oggetto del presente studio è quello con **ID: 48509**

Dai dati di disaggregazione di pericolosità sismica è emerso che il maggior contributo alla pericolosità (9-11%) è dato da eventi localizzati entro 60-70 km con magnitudo (M_w) comprese tra 5.5 e 6. Gli eventi di magnitudo più elevata compresa tra 7 e 7.5, localizzati tra i 70 ed i 90 km dal nodo della griglia considerato, contribuiscono alla pericolosità con una percentuale esigua (<2%).

7.4 Sorgenti Sismogenetiche prossime l'area di progetto

Al fine di analizzare le sorgenti sismogenetiche prossime l'area di progetto, si è fatto riferimento al Database delle sorgenti sismogenetiche italiane DISS (Valensise & Pantosti, 2001). Tale database contiene le sorgenti sismogenetiche rappresentate nelle tre dimensioni ed ottenute parametrizzando la geometria e la cinematica di grandi faglie attive ritenute in grado di generare terremoti di magnitudo (M_w) > 5.5. Dalla consultazione del Database DISS è emerso che le sorgenti potenziali di generare eventi sismici con magnitudo maggiori > 5.5 sono connesse al sistema di faglie associate al fronte dei thrust del sistema a fold-and-thrust belt della catena Siculo-Maghrebide con profondità epicentrali < 10 km.

Tabella 7-Sorgenti Sismiche prossime l'area di progetto

Sorgente	DISS-ID	$M_{w_{max}}$	D_{min}^*	D_{max}^*	Direzione (°)	Immersione (°)	Distanza dall'area di progetto**
Sciacca-Gela	ITCS-006	7.2	2	10	260-320	20-40	3-5 km
Gela-Catania	ITCS-029	7.1	3	10	225-260	20-40	60-70 km

7.5 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

Tabella 8- Categoria sismica Suolo di fondazione

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	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	Depositati 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

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

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

Per depositi con profondità H del substrato > 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio è definita dal parametro $V_{S_{30}}$. Quest'ultimo parametro si ottiene ponendo H=30m considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Nel caso dell'area oggetto di studio sono state prese in considerazione sismostratigrafie da dati bibliografici sulle porzioni adiacenti l'area di progetto ed aventi caratteristiche litostratigrafiche e geomorfologiche simili, per cui in questa fase si può assumere una **categoria sismica di suolo di tipo B**. Nelle successive fasi progettuali verrà accertato il reale valore di V_{Seq} per la definizione della categoria sismica del suolo di fondazione.

Suolo di tipo 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.

7.5 Coefficiente di amplificazione topografica

In riferimento alla definizione di Categoria Topografica, il D.M. 17/01/2018 prevede la classificazione indicata in Tabella 9. Ai fini della definizione della Categoria Topografica, sono stati considerati i lotti di terreno interessati dall'installazione dell'impianto, ognuno dei quali ricade in categoria topografica **T1**

Tabella 9- Categoria Topografica

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

7.6 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 rigidità 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 rigidità 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.

Le probabilità di superamento nel periodo P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 10- Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{VR} . Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
<i>SLO</i>	81%
<i>SLD</i>	63%
<i>SLV</i>	10%
<i>SLC</i>	5%

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 11- Riferimenti spaziali per la definizione dell'azione sismica

Posizione spaziale sito

<i>Città</i>	Aragona
<i>Provincia</i>	Agrigento
<i>Regione</i>	Sicilia
<i>Latitudine</i>	37.375137
<i>Longitudine</i>	13.580284
<i>Vita Nominale</i>	30
<i>Classe Edificio</i>	I

I valori dei Parametri 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:

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

nella quale:

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;

Coefficienti Sismici	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss Amplificazione Stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
Cc Coeff. Categoria Sottosuolo	1,52	1,51	1,33	1,30
St Amplificazione Topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabella 12- Parametri sismici calcolati per i diversi stati limite considerati

Stati Limite	Tr (anni)	a_g (g)	F0	Tc* (s)
Operatività (SLO)	30	0.020	2.525	0.196
Danno (SLD)	35	0.022	2.507	0.204
Salvaguardia Vita (SLV)	332	0.052	2.529	0.382
Prevenzione Collasso (SLC)	682	0.065	2.598	0.427
Periodo di riferimento per l'azione sismica			35	

Tabella 13-Coefficienti sismici orizzontali e verticali, accelerazione massima e parametro beta per i diversi stati limite

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.005	0.005	0.013	0.016
kv	0.002	0.003	0.006	0.008
Amax (m/s ²)	0.236	0.256	0.616	0.768
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

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 degli aerogeneratori sono legate alla presenza di depositi silicoclastici ascrivibili alla Fm. di Terravecchia ed al Complesso Argilloso-Marnoso. La prima unità litostratigrafica si caratterizza per la presenza di un membro argilloso-pelitico con locali livelli sabbiosi. Di contro l'unità del complesso argilloso-marnoso è rappresentata da sequenze di argille grigio-azzurre con presenza di olistoliti di età e dimensione variabili. Le unità sopracitate rappresentano pertanto il substrato di fondazione rilevato in corrispondenza degli aerogeneratori di progetto. Il passaggio tra le due litofacies è difficilmente individuabile in superficie data l'omogeneità litologica. Non vengono a crearsi pertanto fenomeni di morfoselezione tali da marcare il passaggio tra le due sequenze.

A seguito dei rilievi effettuati 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 terreno vegetale bruno-nerastro con inclusi comuni frammenti lapidei. 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:

Aerogeneratore WTG01	<i>Stratigrafia di progetto preliminare</i>
	Coltre eluvio-colluviale (1-3 m)
	Argille del complesso argilloso-marnoso
Aerogeneratore WTG02	<i>Stratigrafia di progetto preliminare</i>
	Coltre eluvio-colluviale (1-3 m)
	Argille del complesso argilloso-marnoso
Aerogeneratore WTG03	<i>Stratigrafia di progetto preliminare</i>
	Argille alterate (1-3 m)
	Argille del complesso argilloso-marnoso
Aerogeneratore WTG04	<i>Stratigrafia di progetto preliminare</i>
	Coltre eluvio-colluviale (1-3 m)
	Facies argilloso-pelitica – Fm. di Terravecchia
Aerogeneratore WTG05	<i>Stratigrafia di progetto preliminare</i>
	Coltre eluvio-colluviale (1-3 m)
	Facies argilloso-pelitica – Fm. di Terravecchia
Aerogeneratore WTG06	<i>Stratigrafia di progetto preliminare</i>
	Coltre eluvio-colluviale (1-3 m)
	Facies argilloso-pelitica – Fm. di Terravecchia

Le caratteristiche geomorfologiche dell'areale di progetto si caratterizzano per la presenza di morfologie fortemente dipendenti dall'assetto litologico-strutturale. Gli aerogeneratori di progetto sono localizzati lungo rilievi collinari che fungono da spartiacque per il deflusso delle acque di corrivazione, pertanto esenti da dinamiche di versante. Le morfologie dolci sono da amputare alla litofacies argilloso-pelitica. In quest'ultimi 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 per quanto riguarda l'area parco. Per il cavidotto di progetto è stata identificata un'interferenza con un'area a

Pericolosità Geomorfológica Elevata (P3), per la quale tuttavia verrà garantita una condizione di stabilità geomorfologica in quanto la parte di cavodotto 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.

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. Risulta doveroso osservare 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. Le aree di installazione delle turbine tuttavia si ritrovano in aree di displuvio, le quali fungono da spartiacque naturali, esenti quindi da dinamiche di versante e – in aggiunta – poco o scarsamente interessate dall'azione delle acque di corrivazione. Per cui si escludono, in prima analisi, particolari criticità da un punto di vista geomorfologico in quanto gli aerogeneratori di progetto saranno installati su superfici a bassa pendenza sulla sommità di rilievi collinari. Ai sensi delle NTC 2018 tutte le aree di installazione degli aerogeneratori ricadono quindi in Categoria Topografica T1 – escluse da studi di stabilità del versante.

In fase esecutiva saranno comunque rese 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.

Per ciò che concerne le **caratteristiche idrogeologiche**, è stato individuato un unico complesso idrogeologico, denominato *complesso idrogeologico argilloso* caratterizzato da sequenze di natura prevalentemente argillosa e subordinatamente pelitico e sabbiosa, caratterizzate da permeabilità primaria che si attesta su valori molto bassi. Le unità costituenti tale complesso possono quindi essere considerate impermeabili. Tuttavia, risulta opportuno evidenziare che le coltri d'alterazione (orizzonti argillosi alterati) nonché gli orizzonti sovraconsolidati, dotati quindi di una permeabilità secondaria per fessurazione, oltre che le locali variazioni granulometrica (e.g. livelli sabbiosi intercalati alle sequenze argillose), possono accogliere quantitativi d'acqua – seppur esigui – tali da consentire la formazione di una circolazione idrica sub-superficiale, in particolare durante periodi piovosi. Sono stati documentati infatti livelli saturi entro i primi

3-4 metri, ascrivibili alla porzione alterata degli orizzonti argillosi che presentano un leggero incremento di permeabilità a causa dell'incipiente pedogenizzazione.

Ciò avviene principalmente in aree in cui le acque di prima pioggia riescono ad infiltrarsi e l'aliquota di dilavamento diminuisce nettamente, ovvero in corrispondenza di superfici a bassa pendenza. Tuttavia, pur essendo possibile e documentata una circolazione idrica epidermica, non sono presenti accumuli idrici significativi, oltre che eventuali falde idriche interagenti con le opere fondali, in quanto queste risultano allocate in terreni impermeabili. Di conseguenza la vulnerabilità idrogeologica può essere considerata da bassa a nulla.

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 geostruutturali.

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 verranno forniti in termini di "valori caratteristici", in adempimento alla vigente normativa, calcolando la media dei valori più cautelativi forniti dai dati reperiti e riassunti ed 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 sono riportati per le unità litotecniche di appoggio fondale, escludendo le unità di copertura (Terreni eluvio-colluviali) in quanto da bypassare nell'applicazione dei carichi e/o non interferenti con le opere di progetto. Attraverso comparazioni effettuate con le risultanze di prove geognostiche eseguite in aree limitrofe di caratteristiche omogenee con il sito investigato, si possono assumere i seguenti parametri geomeccanici:

Unità Litotecnica Argilloso-Marnosa U.L.T.1	Comportamento meccanico	<i>Peso di volume naturale (γ_n) kN/mc</i>	<i>Angolo di attrito (°)</i>	Coesione non drenata (Cu) kPa
Aerogeneratori WTG01-WTG02- WTG03	Coesivo	17-18	17-22°	40-60

Unità Litotecnica Argilloso-pelitica U.L.T.2	Comportamento meccanico	<i>Peso di volume naturale (γ_n) kN/mc</i>	<i>Angolo di attrito (°)</i>	Coesione non drenata (Cu) kPa
Aerogeneratori WTG04-WTG05- WTG06	Coesivo	18-20	20°-22°	50-60

Per quel che concerne la tipologia di fondazioni da adottare, alla luce della variabilità litologica dei terreni di sedime, si potranno adottare sia fondazioni dirette che profonde. Ciò sarà valutato in fase esecutiva anche alla luce degli approfondimenti di indagine che verranno eseguiti. Laddove, le condizioni geolitologiche e morfologiche dovessero essere esenti da particolari problematiche, potrebbero adottarsi fondazioni di tipo continuo e dirette aventi sezione a T rovescia in c.a. posate sullo stesso piano per motivi di sicurezza in zona sismica.

9 SINTESI DELLE CRITICITA' PER LA COMPONENTE SUOLO-SOTTOSUOLO DI SUPPORTO ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

9.1 Criticità per le coperture pedologiche – Componente SUOLO

Durante la fase di cantierizzazione le operazioni di scotico superficiale non determineranno una perdita di terreno vegetale, nonostante la sua asportazione per la realizzazione delle opere di progetto. Infatti il terreno vegetale verrà impiegato per il rinterro delle aree limitate alle fondazioni degli aerogeneratori di progetto. Durante le operazioni di scavo dovrà essere garantita pertanto la separazione degli orizzonti di terreno vegetale dal substrato mineralizzato.

9.2 Criticità geologiche e geomorfologiche - Componente SOTTOSUOLO

Le criticità riguardanti l'assetto geologico e geomorfologico, pur essendo passabili di trattazione a sé stante, risultano connesse e consequenziali. Pur non essendo state rilevate interferenze critiche con aree in dissesto o interessate da fenomeni di erosione accelerata in corrispondenza delle aree di installazione degli aerogeneratori di progetto, le maggiori criticità sono ascrivibili alle possibili mobilitazioni delle coltri eluvio-colluviali e degli orizzonti argillosi alterati in seguito agli sbancamenti per la realizzazione delle opere fondali, della viabilità di progetto e delle piazzole di montaggio e stoccaggio delle pale. Le coltri eluvio-colluviali, così come gli orizzonti argillosi alterati – specialmente quando localizzati in aree a pendenze superiori ai 10° - possono essere considerati dei geomateriali predisponenti all'innesco di fenomeni franosi, in particolare se gli scavi interessano la parte basale della coltre mantellante il bedrock. Un ruolo importante nell'innesco di tali fenomenologie è dato dalla presenza di acqua che satura le coltri detritico-colluviali, in larga parte durante i mesi invernali e primaverili.

Risulta comunque opportuno considerare che le opere di progetto determineranno un rilevante aumento dei carichi gravanti nel sottosuolo, in particolare laddove il substrato di fondazione è costituito dalle sequenze argillose della Fm. di Terravecchia. La modellazione geotecnica di dettaglio quindi – oltre a garantire il mancato superamento delle soglie per l'innesco dei cedimenti delle fondazioni, mediante la stima della capacità portante degli stessi ai sensi delle NTC2018 – dovrà verificare la stabilità complessiva dei pendii lungo i quali saranno installati gli aerogeneratori.

Nella tabella seguente sono evidenziate le criticità di natura geologica e geomorfologica per la componente sottosuolo relativa ad ogni aerogeneratore di progetto:

Criticità geologiche e geomorfologiche	<i>Area parco</i>	<i>Cavidotto di Progetto</i>
Aree soggette a crolli di massi, delimitate a partire dall'estensione della falda di detrito e alla distanza raggiunta dai massi secondo dati storici		
Aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti da depositi superficiali		
Aree di frana quiescente		
Aree a franosità superficiale attiva diffusa		
Aree a pericolosità per grandi frane complesse		
Aree in erosione accelerata		
Aree interessate da trasporto in massa e flusso di detrito su conoide		
Aree a pericolosità potenziale legata ad orientazione sfavorevole della stratificazione in roccia debole		
Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno		
Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno		
Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo		
Aree estrattive o dismesse non ancora recuperate		
Aree di possibile ristagno, torbose e paludose		

Aree prevalentemente limoso-argillose		
Aree con disomogeneità tessiturali laterali e verticali		
Aree con riporti di materiale, aree colmate		

Per ciò che concerne la pericolosità sismica, gli effetti di sito o di amplificazione sismica locale- che interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese, sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali.

I fattori che possono determinare amplificazione sismica locale sono di seguito riportati e sono stati evidenziati quelli che interessano le aree di installazione degli aerogeneratori di progetto.

Scenari di Pericolosità Sismica	<i>Area Parco</i>	<i>Cavidotto di Progetto</i>
Zone caratterizzate da movimenti franosi attivi		
Zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti		
Zone potenzialmente franose		
Zone caratterizzate da movimenti franosi inattivi		
Zone con terreni particolarmente scadenti		
Zone di ciglio su pareti sub-verticali		
Zone di raccordo fra coperture detritiche ed il substrato roccioso		
Zona con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti		
Zona con presenza di coltri detritiche di alterazione del substrato roccioso e/o coperture colluviali		
Contatti tettonici e faglie		

9.3 Criticità acque superficiali - Componente ACQUE

Gli aerogeneratori di progetto non interesseranno direttamente i corsi d'acqua superficiali esistenti, data la loro ubicazione lungo aree di crinale o in corrispondenza delle fasce medio-alte dei versanti.

Non sono state rilevate problematiche relative lo scorrimento di acque selvagge su aree sbancate e/o superfici di nuova realizzazione. Durante le fasi di cantierizzazione le superfici esposte se non adeguatamente protette sono tali da generare fenomenologie di erosione lineare che possono evolvere in forme più severe formando veri e propri solchi. Tale propensione è riferibile principalmente alle litofacies argillose ed alle coltri che mantellano i costoni arenacei. Per tali ragioni risulta di fondamentale importanza la corretta regimazione delle acque per evitare l'insorgere di fenomeni erosivi sia in corrispondenza dei punti di realizzazione delle turbine e delle relative piazzole che lungo i tracciati viari di nuova realizzazione.

9.4 Criticità acque sotterranee - Componente ACQUE

Gli aerogeneratori di progetto sono ubicati sia in corrispondenza di litologie aventi permeabilità da bassa a medio-bassa, ovvero in corrispondenza del complesso idrogeologico argilloso, che in corrispondenza di terreni aventi una maggior permeabilità e quindi con elevato potenziale di accumulo di acqua e circolazione idrica superficiale e profonda, sebbene non esistano pozzi o sorgenti nelle vicinanze del sito prescelto. Bisogna sottolineare tuttavia che tali falde – qualora presenti – risulterebbero di entità esigua in quanto non sono stati identificati acquiferi e bacini idrogeologici di particolare interesse, anche attraverso il confronto con le perimetrazioni del Piano di Tutela delle Acque della Regione Sicilia.

10 GIUDIZIO FINALE DI COMPATIBILITA'

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 1:5000

2- Carta Geomorfologica in scala 1:5000

3- Carta Idrogeologica in scala 1:5000

4 – Carta delle indagini geognostiche in scala 1:5000, da effettuare in fase di progettazione esecutiva

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

- a. dalla litofacies argillosa della Fm. di Terravecchia e dal Complesso Argilloso-Marnoso, come evidenziato dalla Carta Geologica
- b. dalla stabilità di tutte le opere di progetto, in quanto ubicate in aree geomorfologicamente esenti da dinamiche di versante.
- c. dall'assenza di falde idriche utilizzate di modesta entità, data la natura impermeabile del complesso idrogeologico argilloso che interessa l'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 basse pendenze 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;

Per quanto attiene le aree di sedime in esame classificate dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico adottato dall'Autorità di Bacino della Basilicata, non sono emerse interferenze con aree a rischio e pericolosità geomorfologica, ad eccezione di un tratto di cavidotto interferente parzialmente con un'area a rischio moderato (R1). Tuttavia, per le aree a rischio moderato l'apparato normativo a corredo del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico non preclude la possibilità di realizzare nuovi interventi. Dunque, essendo

il cavidotto di progetto un'opera di entità esigua in termini di profondità di scavo e perturbazione degli equilibri idro-geomorfologici, e per di più attestato su viabilità esistenti, lo stesso può ritenersi compatibile con quanto disciplinato dall'AdB territorialmente competente.