



COD. SAMBU.CZ.IT.SIA.09.PRCIV.00.

**ENERGIA LEVANTE S.R.L.**



FILE TIPO D

## PROCEDURA DI VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE

### PROGETTO DEFINITIVO

**IMPIANTO EOLICO "SAMBUCELLO" DI POTENZA 50 MW DA REALIZZARE NEL TERRITORIO DEI COMUNI DI MARCELLINARA, MAIDA E CARAFFA DI CATANZARO IN PROVNCIA DI CATANZARO**



Titolo Elaborato:

**RELAZIONE GEOLOGICA SISMICA (in modalità preliminare)**

Formato

Scala

**A4**

-

Codice Elaborato:

Identificativo	Provincia	Nazione	Procedura	Settore	Tipo Elaborato	Revisione	Numero Progressivo
<b>SAMBU.</b>	<b>CZ.</b>	<b>IT.</b>	<b>SIA.</b>	<b>09.</b>	<b>PRCIV.</b>	<b>00.</b>	<b>106</b>

Committente:

**ENERGIA LEVANTE S.R.L.**



Via L. Gaurico n°9/11 - Regus Eur - 4° piano - 00143 Roma (Italia)  
P.IVA 10240591007 - REA RM1219825 - Tel. (+39) 0654832107  
E\_Mail: sserenewables.com - PEC: energialevantesrl@legalmail.it

Progettazione:



via Don Minzoni 95 87036 Rende (CS)  
Pec: e.cosrl@legalmail.it

Codice Progetto

N° Revisione

Data revisione

Redazione Interna

Redazione Esterna

CZ\_22\_03/AU-VIA

00

luglio 2023

E.co Srl

No

## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	3
1.1	BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....	4
2	CARATTERI GEOLOGICI LOCALI .....	8
2.1	ARGILLE LIMOSE.....	8
2.2	SABBIE ED ARENARIE .....	8
2.3	CONGLOMERATI E SABBIE .....	9
2.4	ALLUVIONI .....	10
2.5	SEDIME FONDAZIONI WTG.....	10
3	CARATTERI GEOMORFOLOGICI LOCALI.....	12
3.1	WTG2B .....	14
3.2	WTG3 .....	15
3.3	WTG4 .....	16
3.4	WTG5 .....	18
3.5	WTG6 .....	20
3.6	WTG8 .....	21
3.7	WTG9 .....	22
3.8	WTG10 .....	24
3.9	WTG11 .....	25
3.10	WTG12 .....	27
4	VINCOLI GEOLOGICI .....	29
4.1	RISCHIO-PERICOLOSITA' DA FRANA PAI .....	29
4.2	RISCHIO PERICOLOSITA' IDRAULICA PAI .....	30
4.3	INQUADRAMENTO PGRA.....	31
5	CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	32
6	SISMICITA' DELL'AREA .....	33
6.1	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO .....	34
6.1.1	MASW M1 .....	35
6.1.2	MASW M2 .....	36
6.1.3	MASW M3 .....	36
7	CAMPAGNA D'INDAGINI.....	37
7.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI .....	38
7.1.1	SONDAGGIO S1 .....	39
7.1.2	SONDAGGIO S2 .....	42
7.1.3	SONDAGGIO S3 .....	45
8	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	48

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Caratteristiche dimensionali aerogeneratori.....	5
Figura 2 - Ubicazione WTG.....	5
Figura 3 - Planimetria di ubicazione dell'area parco su ortofoto.....	6
Figura 4 - Planimetria di ubicazione dell'area parco su CTR.....	7
Figura 5 - Affioramenti delle argille limose. ....	8
Figura 6 - Affioramenti delle sabbie. ....	9
Figura 7 - Affioramenti delle arenarie. ....	9
Figura 8 - Affioramenti dei conglomerati e sabbie. ....	10
Figura 9 - Stralcio carta geologico-strutturale. ....	11
Figura 10 - Stralcio carta delle pendenze. ....	12
Figura 11 - Evidenze di fenomeni di erosivi. ....	13
Figura 12 - Evidenze di fenomeni gravitativi.....	13
Figura 13 - Stralcio carta geomorfologica. ....	13
Figura 14 - Stralcio perimetrazioni rischio-pericolosità PAI frana.....	30
Figura 15 - Stralcio perimetrazioni rischio-pericolosità PAI idraulico. ....	31
Figura 16 - Stralcio carta d'inquadramento PGRA.....	31
Figura 17 - Stralcio carta idrogeologica. ....	32
Figura 18 - Database of Individual Seismogenic Sources – DISS 3.3.0. ....	33
Figura 19: Parametro di scuotimento sismico della macrozona di intervento, espressa in termini di accelerazione massima del suolo (amax) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi. Fonte INGV.....	33
Figura 20 - Ubicazione indagini sismiche MASW.....	35
Figura 21 - Planimetria di ubicazione delle indagini. ....	37

## 1 PREMESSA

Il presente studio geologico è stato redatto su incarico della Società "Energia Levante S.r.l.", società di "SSE Renewables", al fine di caratterizzare i terreni interessati dalla costruzione e successivo esercizio di un impianto alimentato da fonte eolica (di seguito WF) denominato "Sambucello", e delle relative opere di connessione alla Rete Elettrica Nazionale, da realizzarsi nei territori comunali di Marcellinara, Maida e Caraffa di Catanzaro in provincia di Catanzaro.

Lo studio di fattibilità è stato redatto sulla scorta dei sopralluoghi condotti in sito nonché, sulla base delle indagini preliminari eseguite nell'area.

Delle varie proposte esaminate, la committenza ha comunicato di voler procedere in direzione della soluzione progettuale riguardante l'installazione di n°10 aerogeneratori (di seguito WTG) modello SIEMENS Gamesa SG 5.0 - 145 di cui di seguito si riportano i dati riguardanti l'ubicazione:

### COORDINATE DELLE WTG

<b>WIND FARM:</b>	<b>Sambucello</b>	<b>ISSUED BY:</b>	<b>WIND RESOURCE DEPT.</b>
<b>N°. TURBINE:</b>	<b>10</b>	<b>PROJECT SUPERVISOR.:</b>	<b>JC</b>
<b>TIPO TURBINE</b>	<b>SG5.0-145</b>	<b>REFERENCE:</b>	<b>CO-Sambucello-09</b>
<b>HUB HEIGHT (m):</b>	<b>102.5</b>	<b>DATE OF ISSUANCE:</b>	<b>5/24/2022</b>

#### COORDINATE SYSTEM

<b>Proiezione</b>	UTM
<b>Datum</b>	WGS84
<b>Zona</b>	33

Energia Levante S.r.l.



No. (*)	Easting (m)	Northing (m)	Altitude (m)	Comune
2B	624524	4307273	199.70	Marcellinara (CZ)
3	624213	4306630	245.00	Marcellinara (CZ)
4	624957	4306723	263.53	Marcellinara (CZ)
5	625320	4307749	225.00	Marcellinara (CZ)
6	625974	4307593	295.95	Marcellinara (CZ)
8	626322	4306823	330.00	Marcellinara (CZ)
9	624856	4305860	243.00	Maida (CZ)
10	625456	4305784	274.00	Maida (CZ)
11	626633	4305939	300.18	Caraffa di Catanzaro (CZ)
12	627259	4306067	329.00	Caraffa di Catanzaro (CZ)

Scopo del presente studio preliminare è quello di verificare le caratteristiche geologico-tecniche, geomorfologiche, idrogeologiche e la pericolosità sismica di base del sito, al fine di valutarne la compatibilità geologica con gli interventi in progetto.

Quanto di seguito riportato costituisce una prima analisi delle caratteristiche geologico-tecniche dell'area di studio, risultato di una serie di sopralluoghi effettuati in campo ad integrazione di dati bibliografici, di un accurato rilevamento geologico-geomorfologico dei vari siti di progetto e di un loro intorno significativo nonché delle indagini geognostiche e geofisiche preliminari eseguite.

Nella successiva fase progettuale, così come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e dalla Circolare esplicativa del 21 gennaio 2019 n° 7 C.S.LL.PP e dalla normativa in materia di autorizzazioni sismiche della Regione Calabria verrà progettato ed eseguito un corposo piano di indagini geognostiche e geofisiche, al fine di definire con precisione il modello geologico-geotecnico dell'area e consentire quindi una progettazione in fase esecutiva coerente alla realtà.

Per quanto attiene alle indagini eseguite, così come richiesto nell'elaborato GD249 961-EN\_R1- "Preliminary geotechnical study specifications for basic wind farm projects" fornito dalla committenza, sono stati eseguiti:

- **n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo** spinti fino alla profondità di 30 metri, con esecuzione di **prove penetrometriche in foro SPT** ogni due metri fino al raggiungimento del presunto rifiuto strumentale, **prelievo di campioni di terreno indisturbati** sottoposti ad **analisi e prove geotecniche di laboratorio, ed installazione di piezometri** per il rilevamento della quota della falda;
- **n. 3 prospezioni sismiche di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)** per la caratterizzazione dei siti e per la definizione del profilo verticale di velocità delle onde S.

La compatibilità dell'opera in oggetto è stata studiata anche in relazione alle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA) dell'ex Autorità di Bacino della Calabria attualmente soppressa e sostituito dall'Autorità di Bacino distretto Idrografico Appennino Meridionale.

Occorre sottolineare che le ipotesi e le prescrizioni contenute nel presente studio verranno puntualmente verificate nella successiva fase di indagini in situ ed in laboratorio. Qualora, dal confronto tra i dati forniti dal presente studio e quelli provenienti dalle risultanze della successiva campagna d'indagini, che verrà eseguita per la progettazione esecutiva, venissero rilevate variazioni sostanziali, le opere verranno adeguate alle situazioni riscontrate.

### 1.1 BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Come accennato, il progetto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica della potenza elettrica pari a 50.00 MWe, costituito da 10 aerogeneratori della potenza uninominale pari a 5.00 MWe di tipo SIEMENS Gamesa SG 5.0-145 ricadenti nei Comuni di Maida, Marcellinara e Caraffa in Provincia di Catanzaro nonché le relative opere di connessione.

Le opere di connessione ricomprendono:

- la Sottostazione Utente (cosiddetta Step-up), in cui avverrà la trasformazione da media ad alta tensione;
- il cavidotto MT di collegamento tra gli aerogeneratori e la Sottostazione Utente;
- il cavidotto di connessione AT di collegamento tra la Step-Up ed il punto di connessione alla Stazione elettrica di Terna che consentirà la connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN);

Il parco eolico "Sambucello" sarà costituito da un complesso di 10 aerogeneratori con altezza massima al mozzo di 102.5 m e con un diametro del rotore di 145 m per un'altezza massima di 175.00 m. L'esatta posizione degli aerogeneratori è diretta conseguenza dello studio del regime eolico effettuato con l'installazione di una torre di misura anemometrica e l'elaborazione dei dati ottenuti tramite un programma di simulazione.

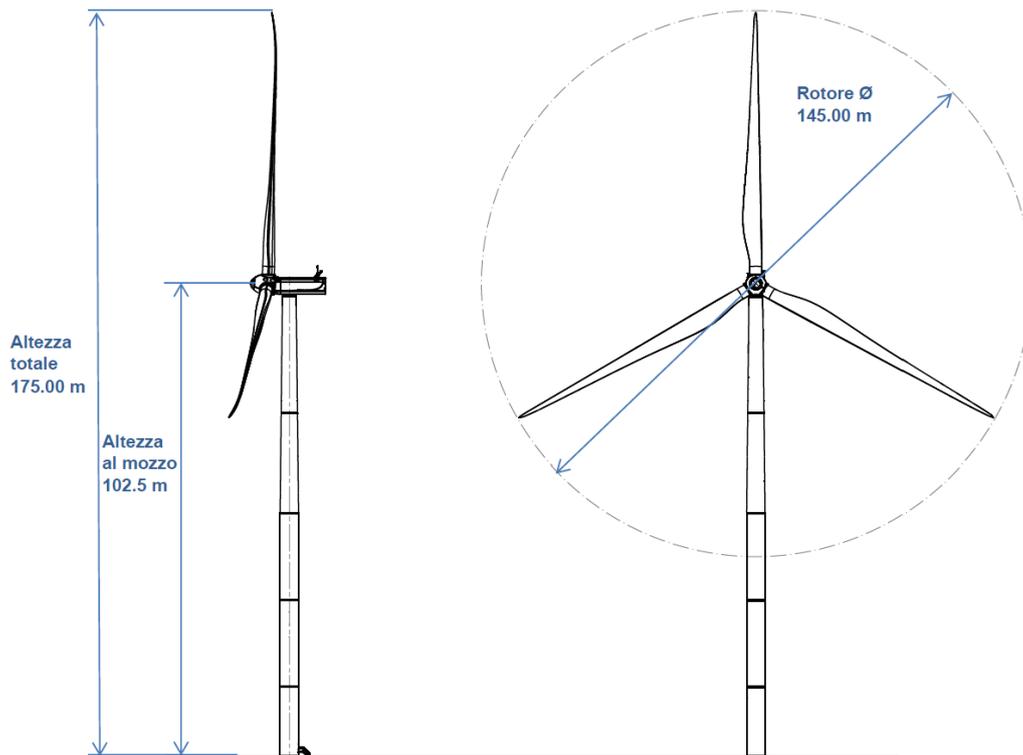


Figura 1 - Caratteristiche dimensionali aerogeneratori.

Di seguito si riporta una planimetria tridimensionale dell'ubicazione tridimensionale delle WTG.

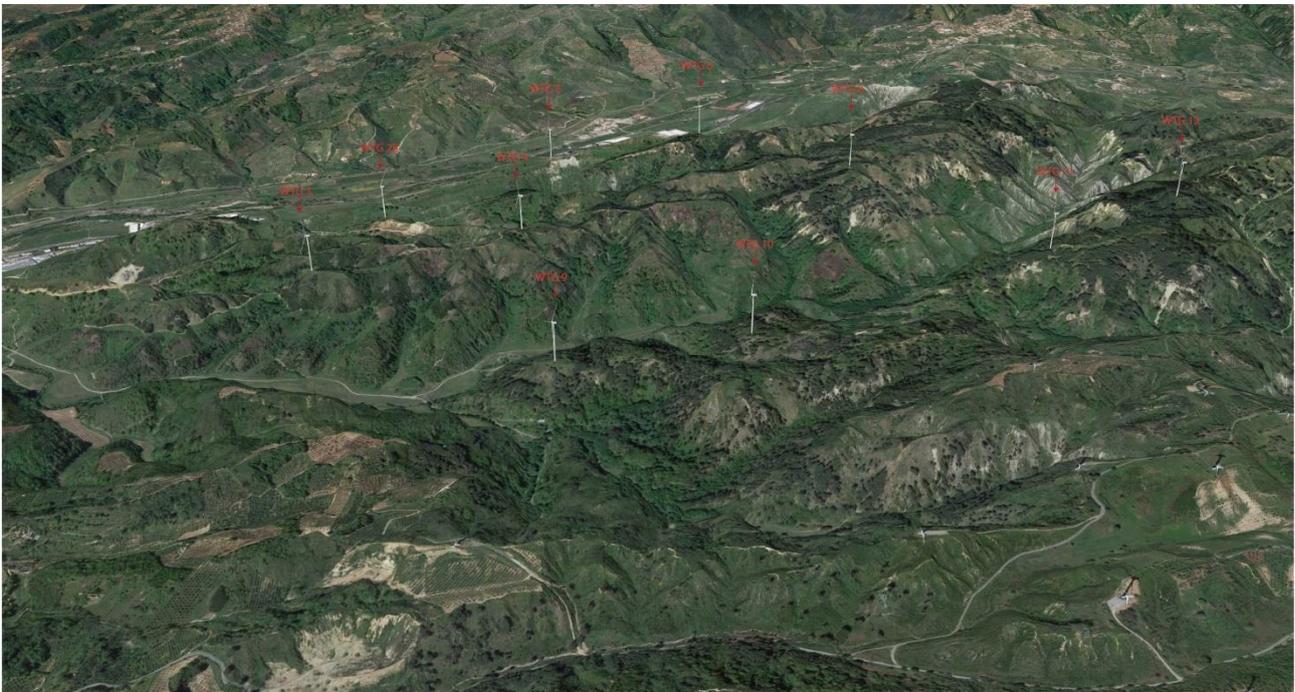


Figura 2 - Ubicazione WTG

Tra le opere civili da eseguire bisogna considerare, oltre alla realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori e gli scavi per l'esecuzione delle fondazioni delle stesse, gli adeguamenti dei tratti di strade e la realizzazione di una nuova viabilità.

Nella progettazione sono state privilegiate le strade esistenti per il raggiungimento dell'area parco ed allo stesso modo per la viabilità interna si è cercato di seguire quanto più possibile la viabilità già presente e laddove non è stato possibile si è comunque deciso di cercare di seguire l'andamento naturale del terreno, al fine di contenere i movimenti terra.

La nuova viabilità è stata progettata con cassonetto in misto stabilizzato escludendo l'ipotesi di utilizzo di strati impermeabili.

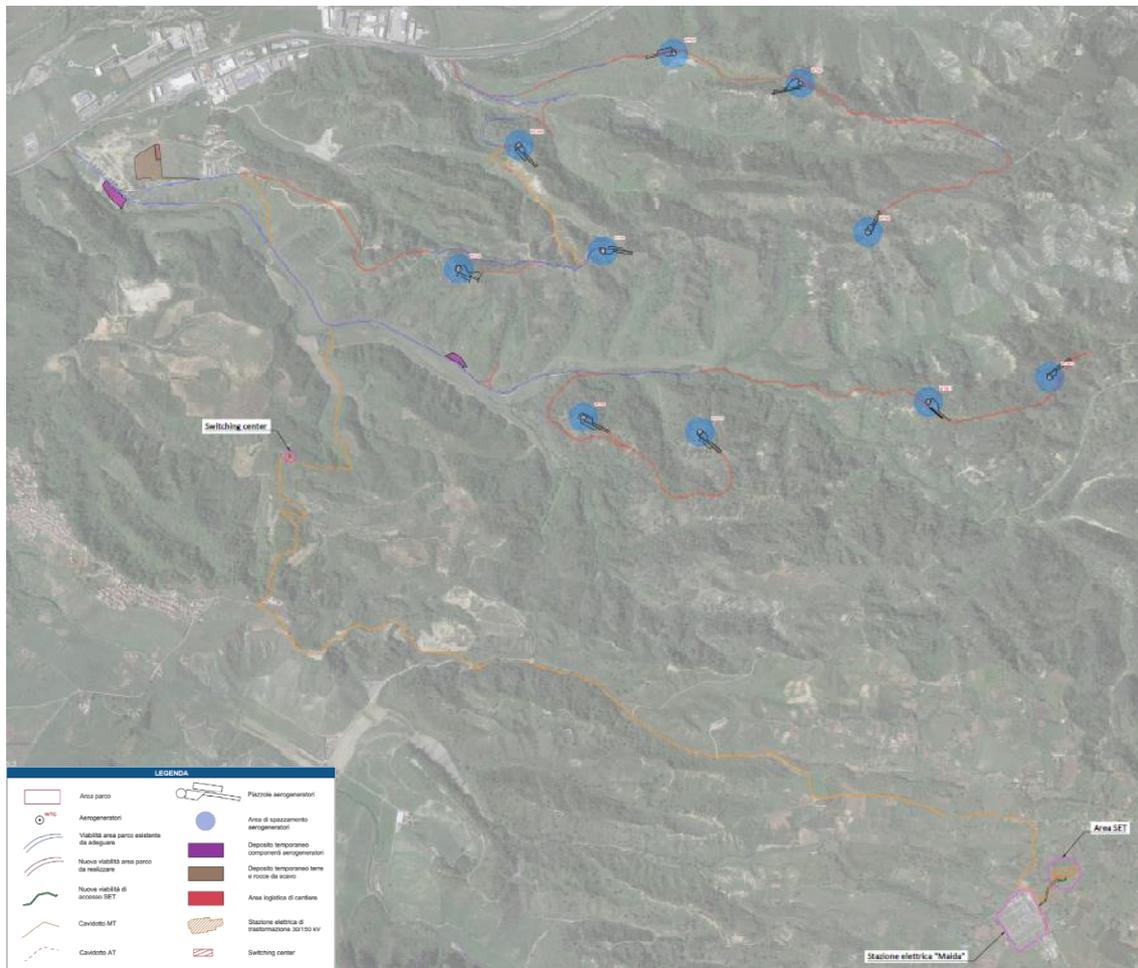


Figura 3 - Planimetria di ubicazione dell'area parco su ortofoto

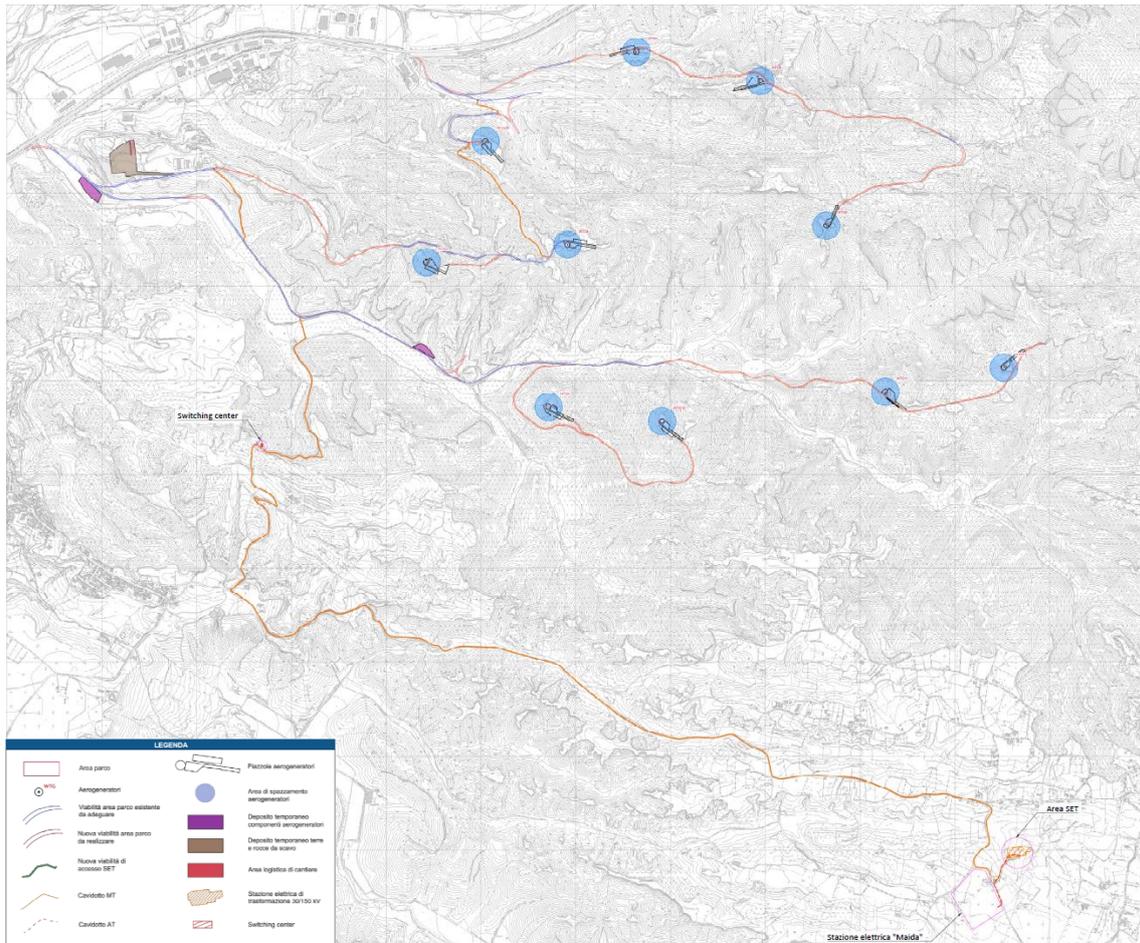


Figura 4 - Planimetria di ubicazione dell'area parco su CTR

## 2 CARATTERI GEOLOGICI LOCALI

La caratterizzazione geologica dell'area interessata dal progetto della WF è stata effettuata attraverso l'acquisizione di materiale bibliografico, nonché da rilievi geologici-geomorfologici e dalle cartografie geotematiche ufficiali.

Dal punto di vista litologico sull'area rilevata affiorano terreni sedimentari di età compresa tra il Pliocene e l'Attuale, riconducibili essenzialmente a litotipi sabbioso-arenacei, sabbioso-conglomeratici e limo-argillosi. Alla base della pila di sedimenti affioranti nell'area d'interesse sono presenti le **argille limose** grigie alle quali si alternano depositi sabbioso-limosi. Al disopra delle argille giacciono le **sabbie ed arenarie** di colore bruno giallastro che affiorano con buona continuità e costituiscono il litotipo più rappresentato nell'area d'interesse progettuale. La pila di sedimenti si chiude con i **depositi conglomeratico-sabbioso** del quaternario di colore bruno rossastro, composto da ciottoli sub-arrotondati, sabbioni e ghiaie. Essi affiorano lungo i crinali delle dorsali e lungo i pianori morfologici. Negli alvei e nelle vallecole fluviali, infine, sostano i **depositi alluvionali** che si compongono di materiali derivanti dall'erosione dei litotipi rocciosi costituenti i bacini di alimentazione dei singoli corsi d'acqua. Trattasi di materiali sciolti eterometrici, facilmente disgregabili ed erodibili, sottoposti alle acque di piena dei corsi d'acqua

Di seguito, dal basso verso l'alto, viene riportata una descrizione delle unità litologiche rappresentative dell'area di studio.

### 2.1 ARGILLE LIMOSE

Il complesso argilloso-limoso pliocenico è un litotipo che presenta scarsa resistenza all'erosione e che lungo le pendici acclivi in genere, va incontro a forme erosive calanchive alquanto diffuse, suscettibili di evolversi ulteriormente nel tempo a seguito di accentuati fenomeni di erosione regressiva. Litologicamente si tratta di sequenze sedimentarie di rocce tenere a media consolidazione costituite da limi argillosi e/o argille siltose. Presentano una tipica colorazione grigia, risultano fossilifere e generalmente poco stratificate. All'interno di queste litologie scarsamente permeabili la presenza delle interdigitazioni e delle sacche di sabbie limose e limi sabbiosi che favoriscono l'esistenza di livelli acquiferi confinati.



Figura 5 - Affioramenti delle argille limose.

Questi litotipi rappresentano il sedime di fondazione della WTG 6, e sono inoltre attraversati dalla viabilità interna in progetto per l'accesso alle WTG 10 e 11 lungo la valle del Torrente Torbido e dalla viabilità d'accesso alla WTG 5 in località Valle Inforatura.

### 2.2 SABBIE ED ARENARIE

Sui depositi argilloso-limosi, nell'area di interesse progettuale, giacciono i depositi sedimentari costituiti da alternanze di sabbie ed arenarie a granulometria media-grossolana. Sono depositi prettamente granulari, altamente permeabili. Si trovano in contatto stratigrafico sulle sottostanti argille, sono intervallati anche banchi di arenarie a cemento calcareo. Tali depositi passano verso l'alto a depositi sabbiosi a stratificazione incrociata in facies francamente marina. I depositi

sabbiosi affiorano diffusamente nell'area d'interesse progettuale e costituiscono il sedime di fondazione delle WTG 2B, 4, 5 e 11.



Figura 6 - Affioramenti delle sabbie.

Nell'area della WTG 3 i suddetti depositi sabbiosi passano verso l'alto ad arenarie ben cementate spesso bioclastiche con presenza di numerosi fossili di bivalvi localmente associate ad arenarie tenere. Tali arenarie costituiscono il sedime di fondazione della WTG 3. La resistenza all'erosione aumenta con il grado di coesione dato dalla cementazione.



Figura 7 - Affioramenti delle arenarie.

### 2.3 CONGLOMERATI E SABBIE

Al di sopra delle sabbie ed arenarie, con contatto erosivo, si rinvengono nell'area d'interesse progettuale dei depositi conglomeratico sabbiosi di colore bruno-rossastro. La litologia tipica della formazione è rappresentata dai conglomerati bruno rossastri e sabbie a grana media e grossolana di facies marina poco profonda (ambiente fluvio-marino deltizio). Tali depositi si compongono di ciottoli arrotondati, giustapposti l'un l'altro o immersi in pasta sabbiosa. Tale litotipo presenta un elevato grado di addensamento, che si traduce in buoni valori dell'angolo di resistenza al taglio. Esso è tecnicamente annoverabile tra i materiali granulari incoerenti, per i quali il parametro meccanico principe è l'angolo di resistenza al taglio. In virtù di tali positive caratteristiche tecniche, il litotipo conglomeratico può assumere assetti giaciture alquanto ardui, senza che ne abbia a soffrire il suo stato di equilibrio. Ciò non toglie che lungo le pareti verticali si possano registrare episodi disequilibranti nel loro corpo roccioso, sotto l'incalzare degli agenti esogeni ed in particolare delle acque correnti al piede delle pareti. Lo spessore di tali depositi raggiungono in alcune aree valori massimi di circa quaranta metri. Tali litologie conglomeratico-sabbiose formano il sedime di fondazione delle WTG 8, 9, 10 e 12.



Figura 8 - Affioramenti dei conglomerati e sabbie.

## 2.4 ALLUVIONI

Negli alvei fluviali, infine, sostano i depositi alluvionali che si compongono di materiali derivanti dall'erosione dei litotipi rocciosi costituenti i bacini di alimentazione dei singoli corsi d'acqua. Trattasi di materiali sciolti eterometrici, facilmente disaggregabili ed erodibili, sottoposti alle acque di piena dei corsi d'acqua e sostanti, pertanto, in una condizione di stabilità precaria. Le pianure alluvionali dei corsi d'acqua tributari del fiume Amato sono costituiti da tali litotipi che risultano in genere fissati dalla vegetazione. In alcuni tratti le acque correnti hanno reintroscato i depositi alluvionali, determinando scarpate subverticali, lungo le quali è possibile notare la struttura del corpo roccioso. Sono materiali prettamente incoerenti, per i quali il parametro meccanico principe è l'angolo di resistenza al taglio, il cui valore è suscettibile di aumentare in profondità con l'aumentare del grado d'addensamento, sotto il peso dei depositi soprastanti. Tali depositi affiorano diffusamente nella valle alluvionale del Torrente Torbido ed in tutta l'area a ridosso del Fiume Amato.

## 2.5 SEDIME FONDAZIONI WTG

Sulla base delle litologie rilevate in affioramento, interessate direttamente dalle piazzole delle WTG e dalla viabilità in progetto è stato possibile schematizzare la seguente tabella:

WTG	LITOLOGIA
<b>2B</b>	<b><i>Sabbie ed arenarie</i></b>
<b>3</b>	<b><i>Sabbie ed arenarie</i></b>
<b>4</b>	<b><i>Sabbie ed arenarie</i></b>
<b>5</b>	<b><i>Sabbie ed arenarie</i></b>
<b>6</b>	<b><i>Argille siltose</i></b>
<b>8</b>	<b><i>Conglomerati e sabbie</i></b>
<b>9</b>	<b><i>Conglomerati e sabbie</i></b>
<b>10</b>	<b><i>Conglomerati e sabbie</i></b>
<b>11</b>	<b><i>Sabbie ed arenarie</i></b>
<b>12</b>	<b><i>Conglomerati e sabbie</i></b>

Per quanto riguarda la viabilità di accesso alle WTG in progetto, essa insiste principalmente sui litotipi sabbioso-arenacei e solo in limitati tratti attraversa le formazioni argillose e conglomeratiche.

Di seguito si riporta uno stralcio della carta geologico-strutturale ottenuta dalle risultanze dei rilievi effettuati.

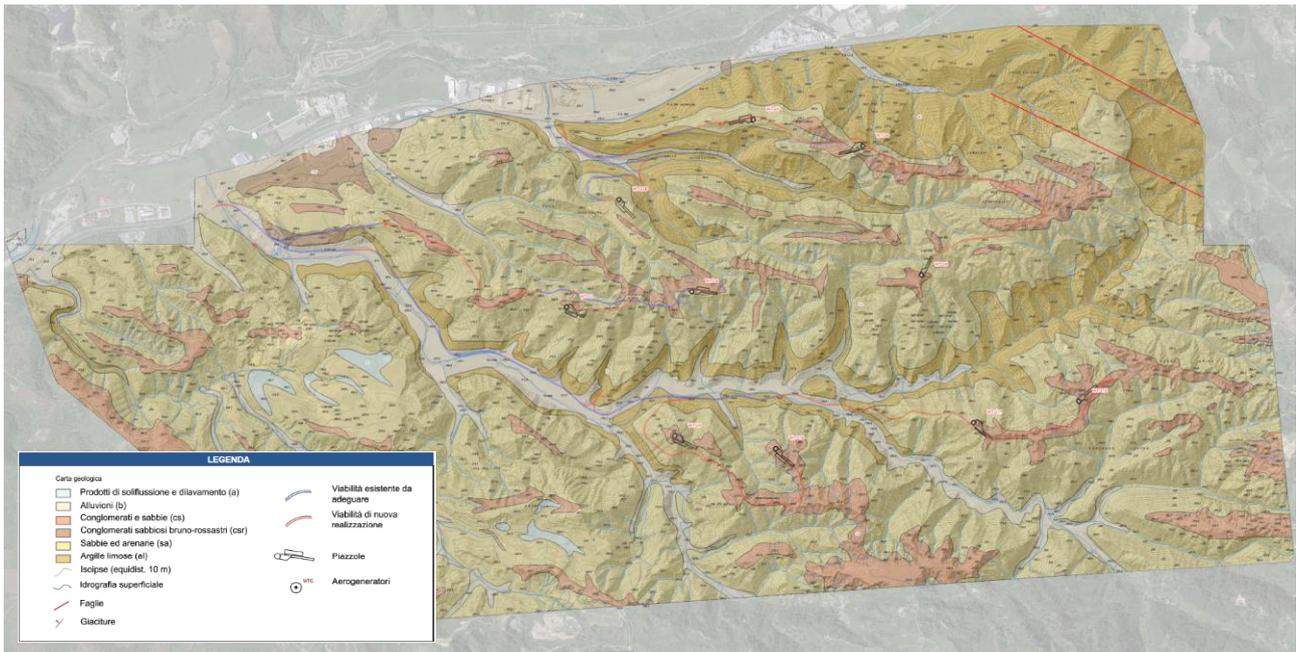


Figura 9 - Stralcio carta geologico-strutturale.

### 3 CARATTERI GEOMORFOLOGICI LOCALI

Il paesaggio morfologico, nel quale si evolve il territorio in esame, si presenta alquanto variegato per l'eterogeneità delle forme che in esso rilevano. L'area si caratterizza come un tipico paesaggio collinare, costituito da una serie di strette dorsali morfologiche, che evolvono assialmente in direzione Est-Ovest. Tali motivi morfologici convessi sono separati l'un l'altro da stretti fondovalli, solcati da corsi d'acqua a carattere stagionale. In tale ambito si registrano valori clivometrici che spaziano dai bassi valori leggibili lungo gli spianamenti sui crinali e nelle valli alluvionali, a quelli elevati che superano i 40° in corrispondenza dei versanti morfologici, che addirittura possono localmente raggiungere e superare i 60°.

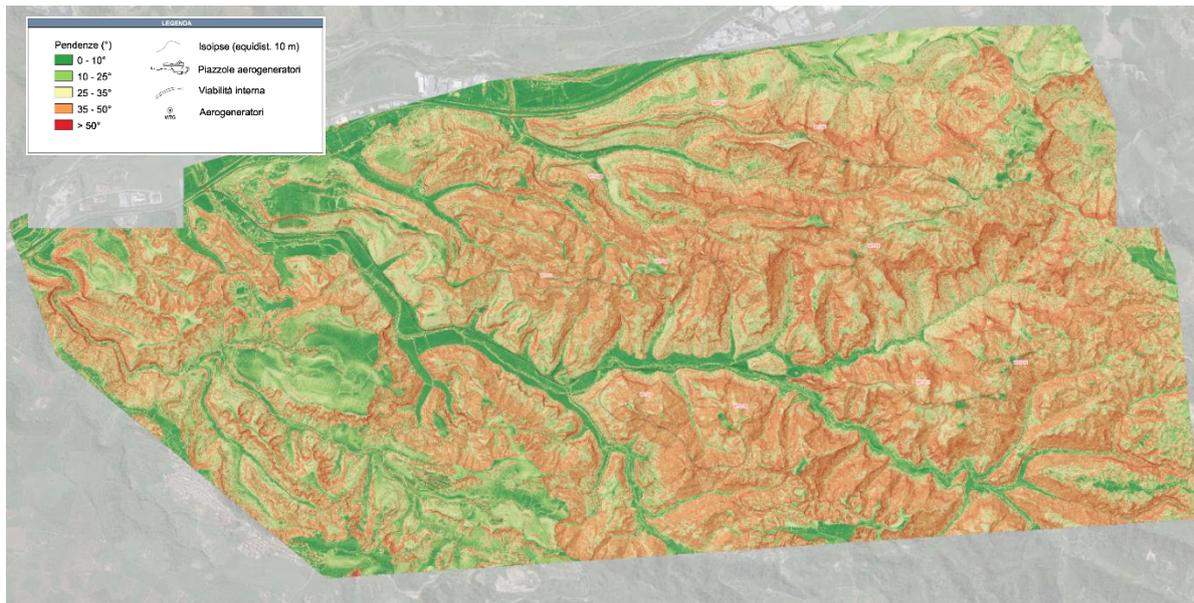


Figura 10 - Stralcio carta delle pendenze.

Tali corsi determinano erosioni essenzialmente lineari lungo i loro *talwegs*, mentre nell'estrema porzione orientale dell'area sono evidenti segnali di erosione areale, evidentemente in corrispondenza di un cambiamento di litologia che da materiali granulari essenzialmente incoerenti, passano a materiali coesivi. Nell'area sono distinguibili morfologicamente tre fasce territoriali:

- quella sommitale, che assume la conformazione di uno stretto pianoro allungato, dove i lineamenti morfologici sono subpianeggianti ma spesso interessati, negli orli, da fenomeni di instabilità dei versanti in arretramento;
- quella mediana, alquanto tormentata per la presenza di versanti acclivi solcati da fossi che esercitano forme erosive areali calanchive;
- quella valliva che si compone di pendii blandi, dove il fattore erosivo non ha alcuna incidenza traumatica.

Sono stati riconosciuti e cartografati numerosi fenomeni di instabilità, soprattutto nella fascia territoriale mediana (ma che interessano gli orli delle creste), dovuti principalmente all'elevata acclività dei versanti. Laddove i litotipi argillosi passano superiormente alle sabbie ed arenarie, nei versanti meno ripidi, si registrano dei fenomeni di soliflusione del suolo.

Altro motivo morfologico ricorrente è rappresentato da forme dovute all'erosione esercitata dalle acque meteoriche. Nei litotipi prevalentemente coesivi tali fenomeni si esplicano nella formazione di strette e profonde valleciole che fanno assumere ai versanti i tipici caratteri calanchivi. Nei litotipi granulari invece i fenomeni erosivi si esplicano con la formazione di profondi canali laddove i litotipi sabbiosi prevalgono su quelli arenacei.



Figura 11 - Evidenze di fenomeni di erosivi.

Come già rilevato e riportato nel rapporto prodotto dal sopralluogo preliminare effettuato nei giorni dall'08 all'11 novembre 2021 e contenuto nel report *211201\_Sambucello WF\_Stake-out\_Report*, alcuni dei fenomeni gravitativi riconosciuti e cartografati in questo studio interferiscono, seppur limitatamente, sia con la viabilità d'accesso alle WTG che con le "piazzole" stesse delle WTG. In queste aree nelle successive fasi progettuali si condurranno degli studi e delle indagini più approfonditi e qualora necessario ver.



Figura 12 - Evidenze di fenomeni gravitativi.

Di seguito si riporta uno stralcio della carta geomorfologica ottenuta dalle risultanze dei rilievi effettuati.

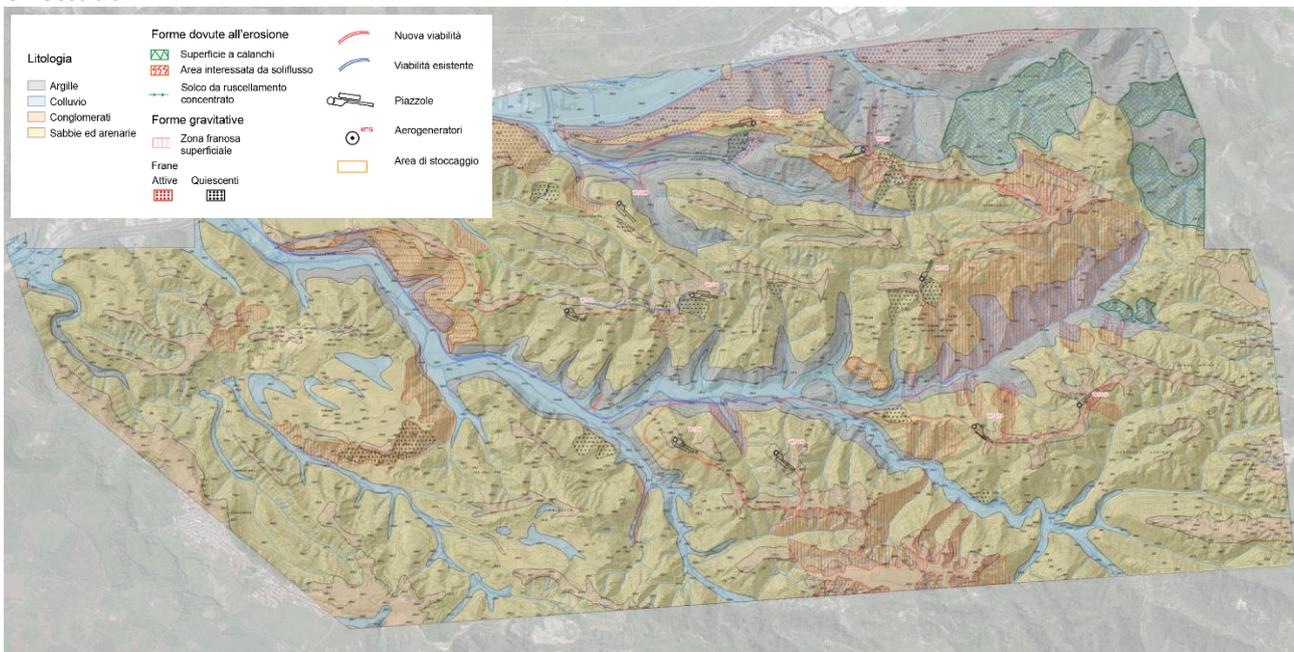


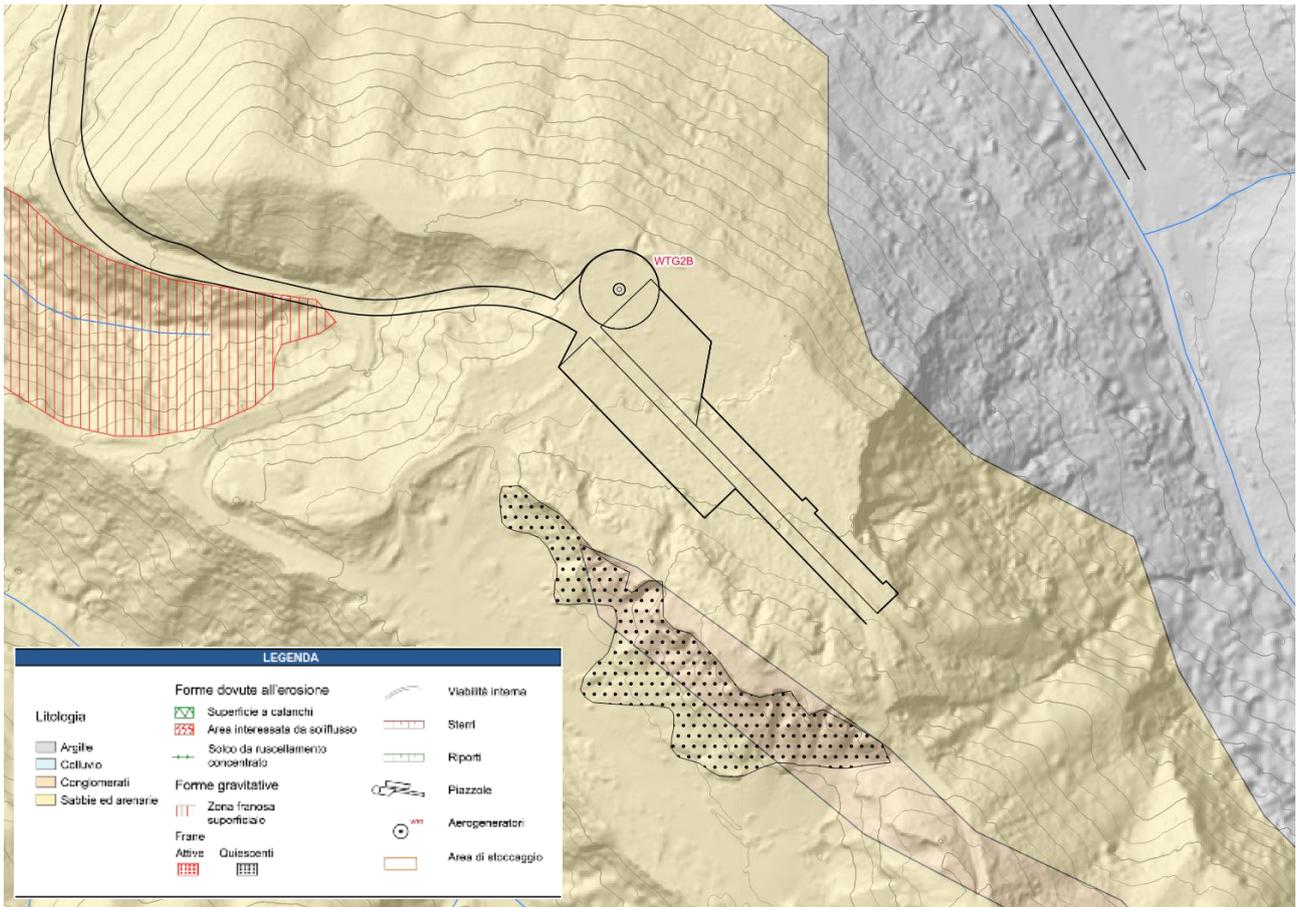
Figura 13 - Stralcio carta geomorfologica.

### 3.1 WTG2B

WTG 2B risulta ubicata in corrispondenza di litotipi sabbioso-arenacei caratterizzati da una permeabilità per porosità medio-alta.

Per quanto riguarda l’ubicazione della WTG 2B non sono state riscontrate particolari criticità geologiche-geomorfologiche.

Nelle successive fasi progettuali verranno eseguite specifiche indagini geognostiche-geofisiche e prove di laboratorio geotecnico per la definizione del modello geologico-tecnico definitivo.





### 3.2 WTG3

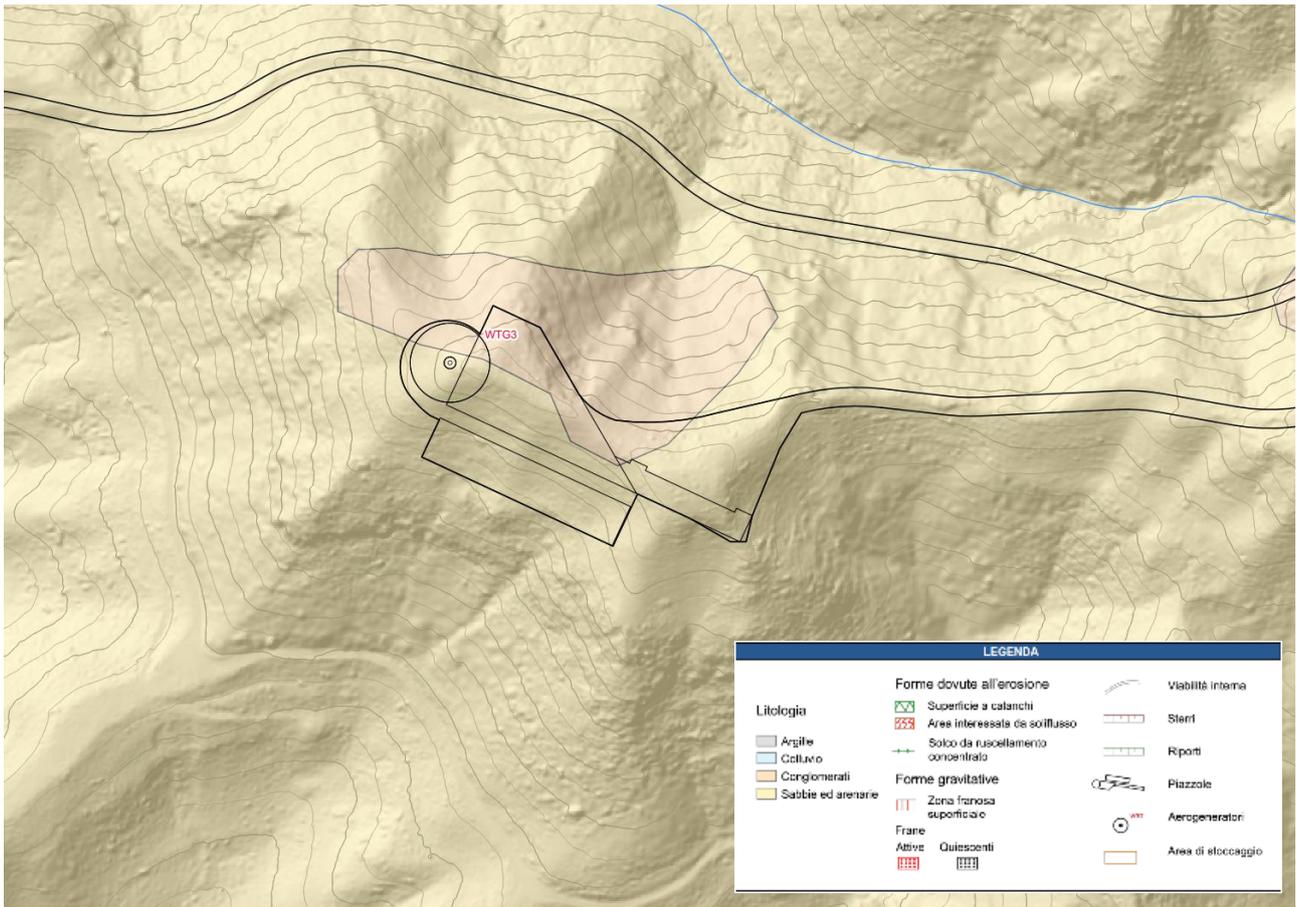
WTG 3 risulta ubicata in corrispondenza di sabbie ed arenarie, caratterizzate da una permeabilità per fratturazione/porosità medio-alta.

Per l'ubicazione della WTG 3 non si sono riscontrate particolari criticità geologiche-geomorfologiche.

Per quanto riguarda la viabilità di accesso alla WTG sono emerse, invece, delle pericolosità correlate ai fenomeni erosivi in atto nell'area dovute all'azione esercitata dalle acque meteoriche e quindi verranno previste opportune opere di regimentazione idraulica.

Nelle successive fasi progettuali verranno eseguite specifiche indagini geognostiche-geofisiche e prove di laboratorio geotecnico per la definizione del modello geologico-tecnico definitivo.





### 3.3 WTG4

WTG 4 insisterà sui litotipi conglomeratico-sabbiosi caratterizzati da una permeabilità per porosità medio-alta.

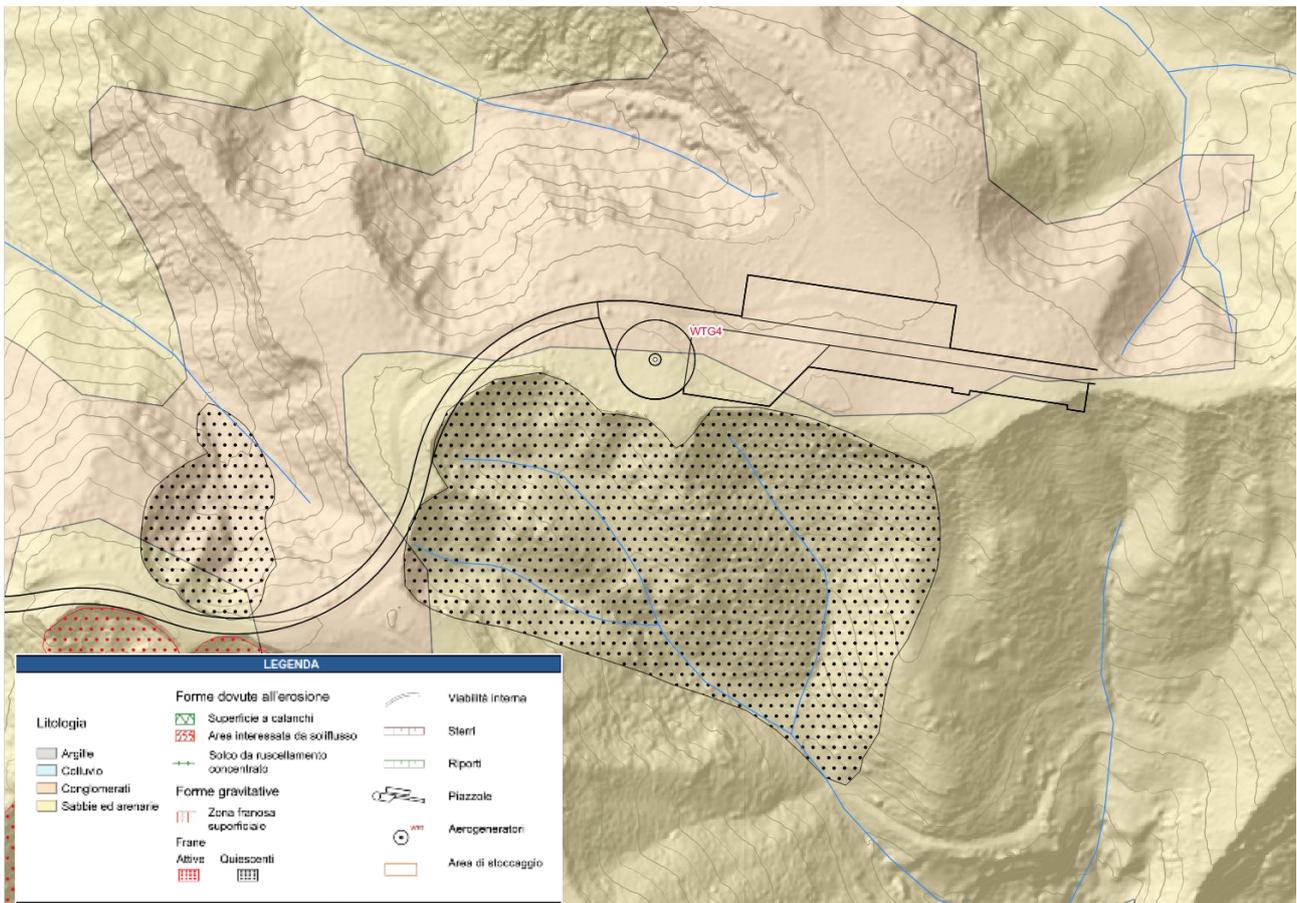
Per quanto riguarda la sua ubicazione, si evidenzia che sul versante esposto a Sud è stato riconosciuto e cartografato un fenomeno gravitativo quiescente.

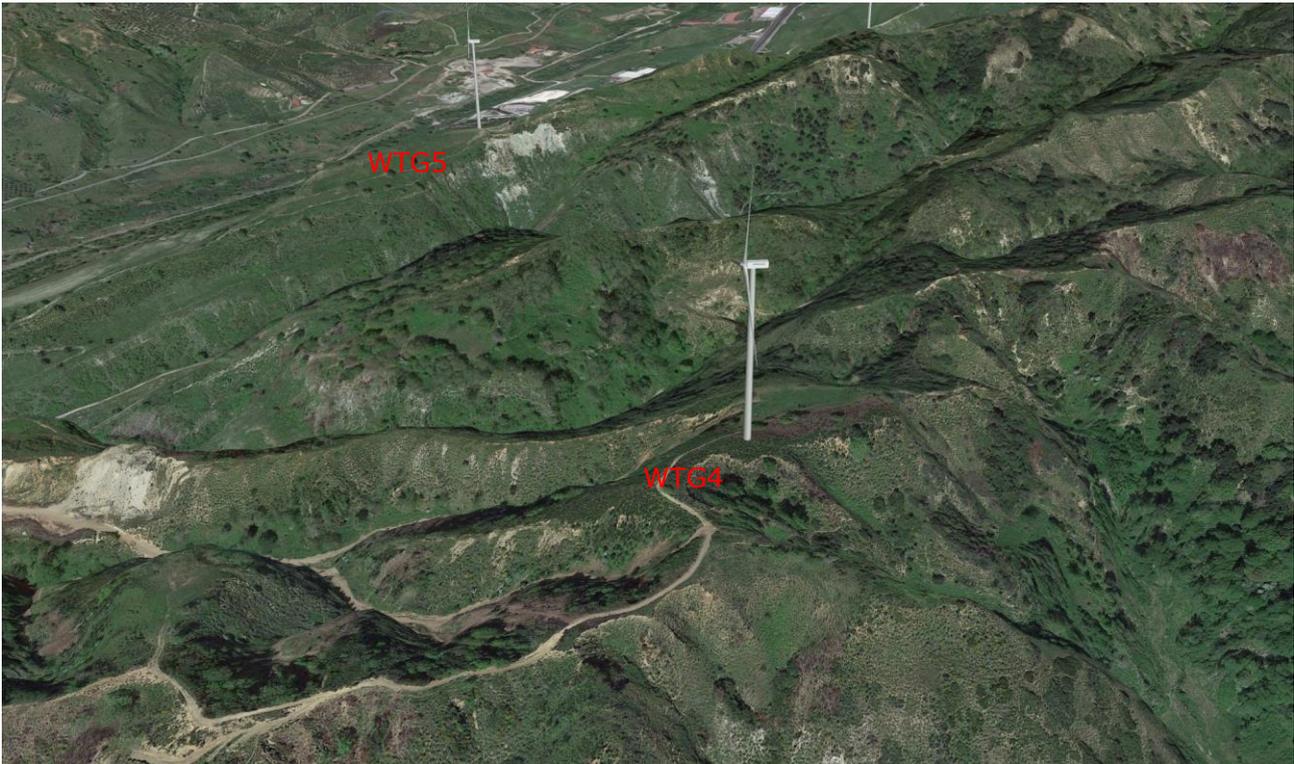
Inoltre, la viabilità di accesso che collega la WTG 3 alla WTG 4 è interessata in almeno due tratti da fenomeni gravitativi attivi.



Nelle successive fasi progettuali verranno eseguite specifiche indagini geognostiche-geofisiche e prove di laboratorio geotecnico per la definizione del modello geologico-tecnico definitivo.

Ulteriori approfondimenti verranno inoltre condotti per valutare e verificare la stabilità dei pendii e qualora necessario verranno progettate opportune opere a protezione della viabilità e della torre stessa.





### 3.4 WTG5

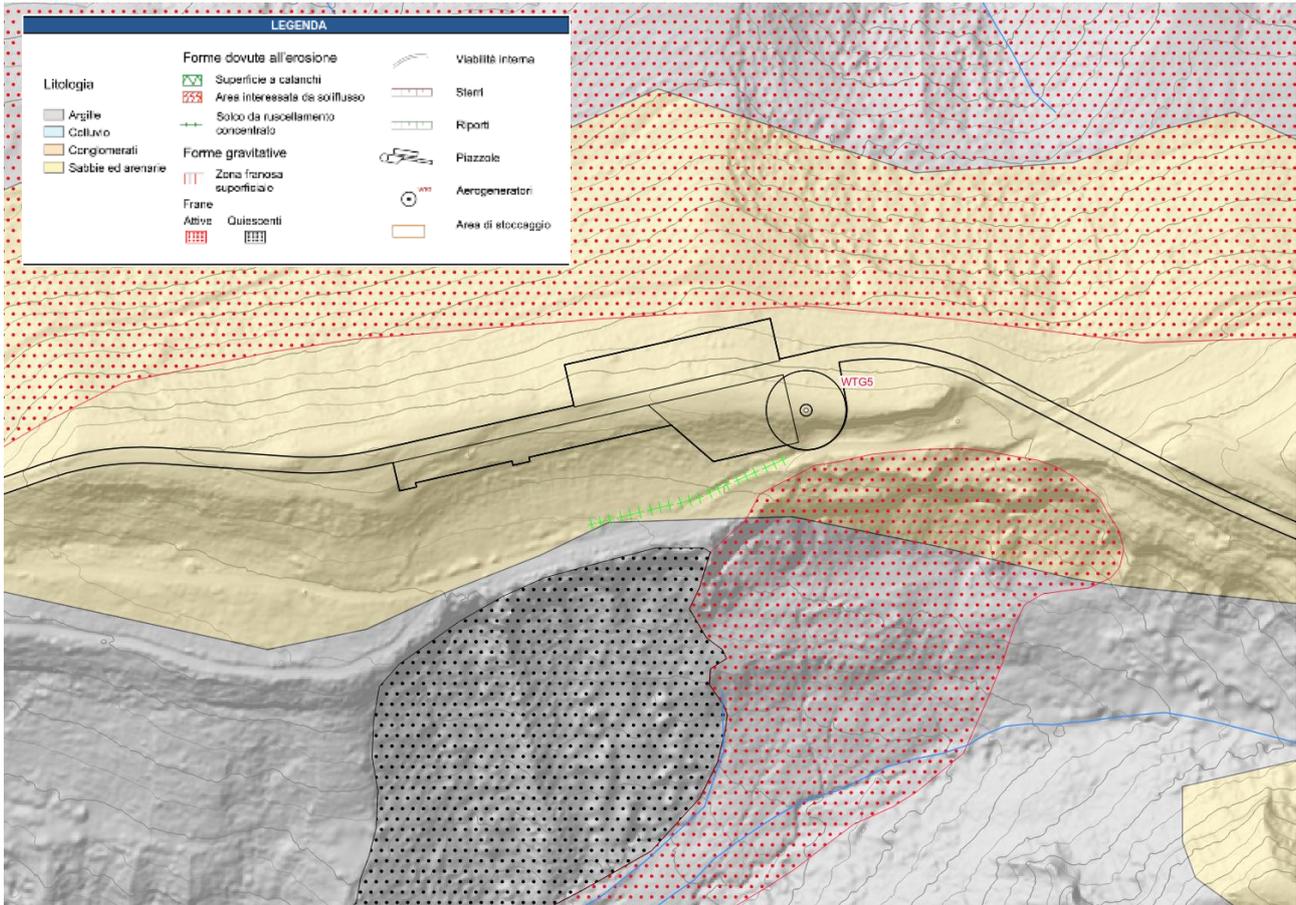
La WTG 5 insisterà sui litotipi conglomeratico-sabbiosi caratterizzati da una permeabilità per porosità medio-alta.

L'ubicazione della WTG 5 ricade su un pianoro in cresta i cui versanti esposti a Nord ed a Sud sono interessati da fenomeni gravitativi attivi. Sono stati riscontrati inoltre fenomeni erosivi in atto nell'area dovuti all'azione esercitata dalle acque meteoriche.



Nelle successive fasi progettuali verranno eseguite specifiche indagini geognostiche-geofisiche e prove di laboratorio geotecnico per la definizione del modello geologico-tecnico definitivo.

Ulteriori approfondimenti verranno inoltre condotti per valutare e verificare la stabilità dei pendii e qualora necessario verranno progettate opportune opere a protezione della viabilità e della torre stessa.

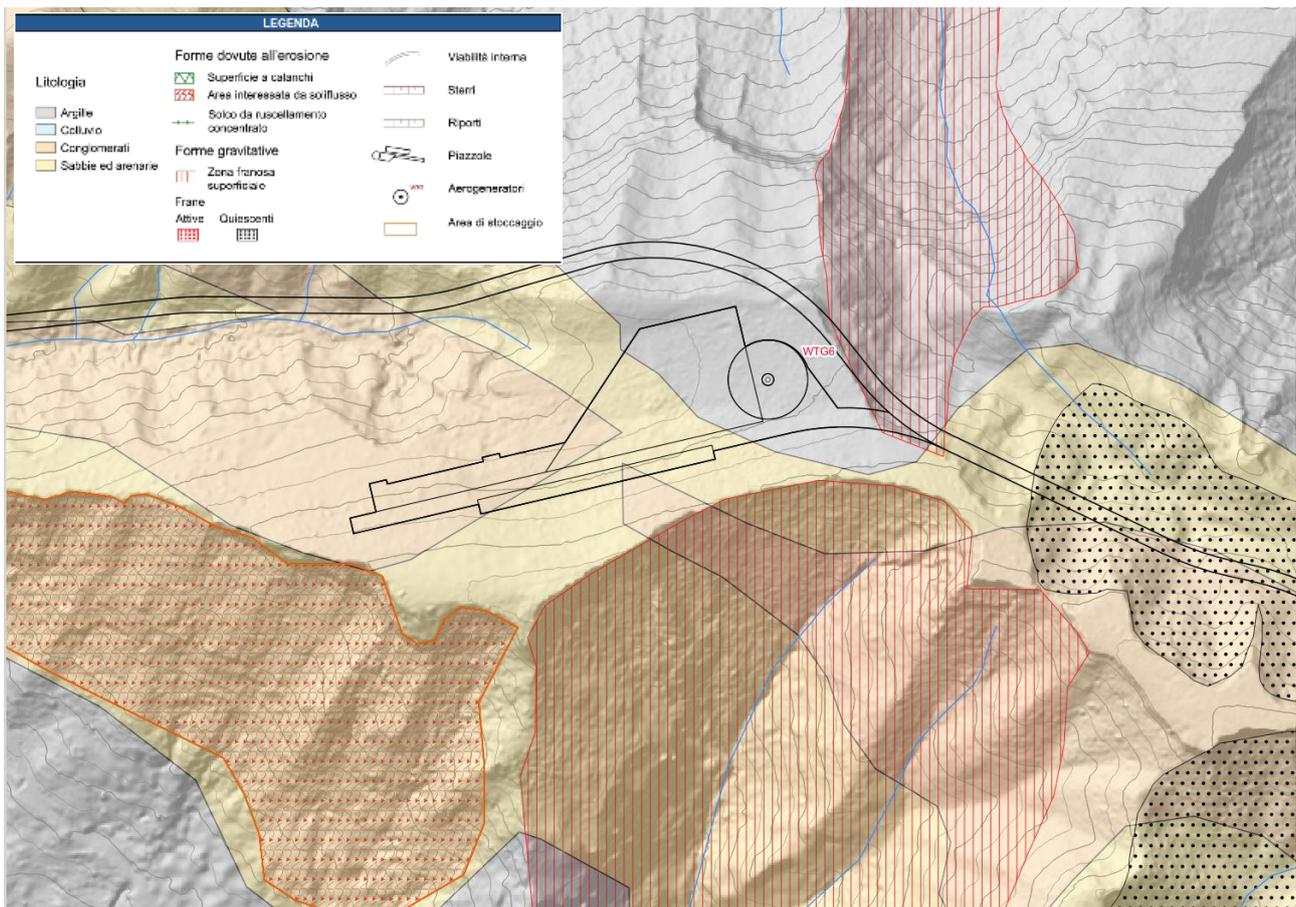


### 3.5 WTG6

L'area di sedime della fondazione della WTG 6 insisterà sui litotipi argillosi caratterizzati da una permeabilità per porosità molto bassa mentre l'area della piazzola della stessa insisterà in parte sui litotipi sabbiosi ed in parte sui litotipi sabbioso-conglomeratici.

Sebbene durante i rilievi non sia stato possibile accedere al sito a causa della fitta vegetazione, dall'osservazione delle foto aeree e dal loro confronto con il modello digitale del terreno (DTM) si riscontra per l'area una modesta stabilità.

Nelle successive fasi progettuali verranno eseguite specifiche indagini geognostiche-geofisiche e prove di laboratorio geotecnico per la definizione del modello geologico-tecnico definitivo.





### 3.6 WTG8

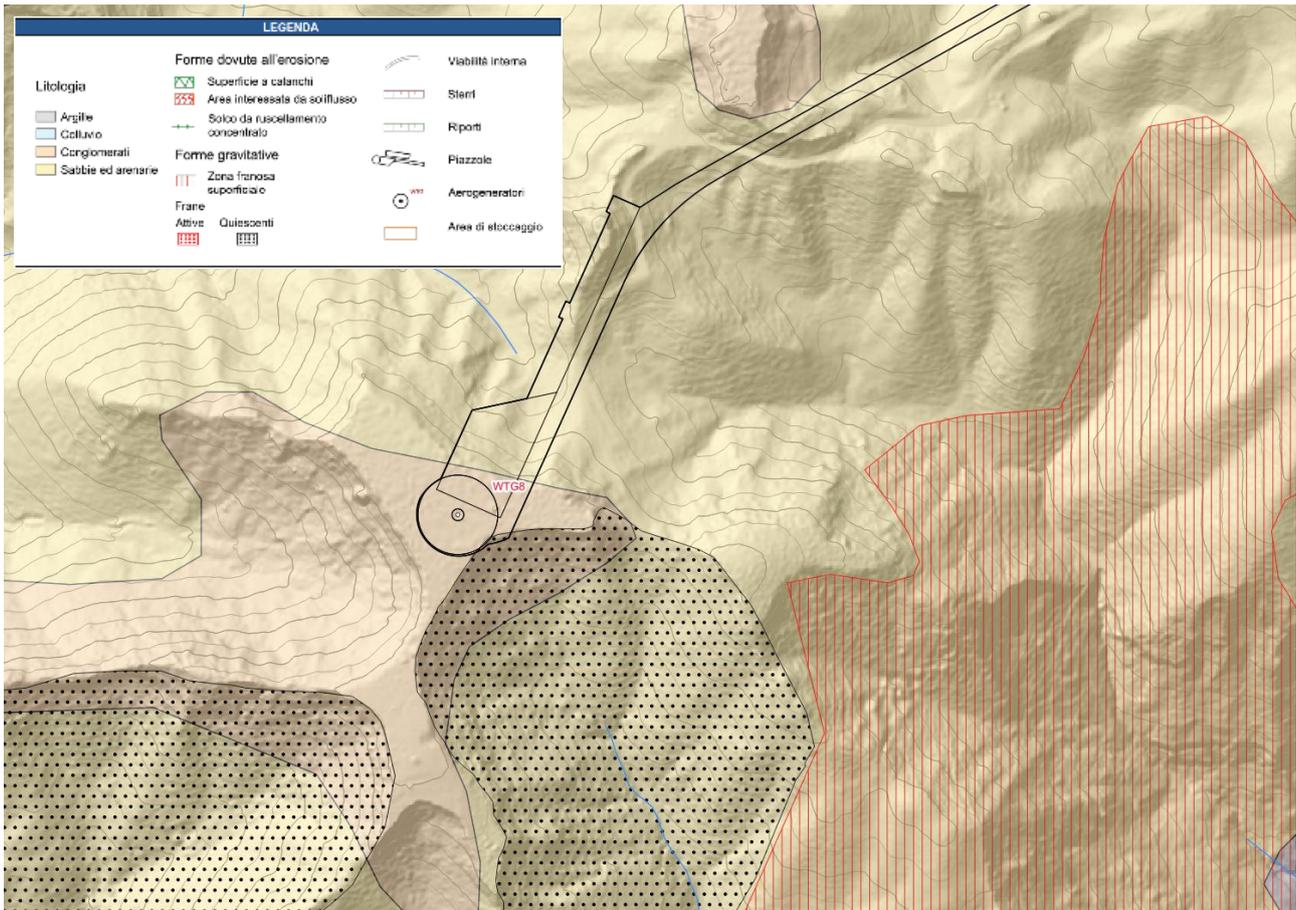
La WTG 8 insisterà sui litotipi conglomeratico-sabbiosi caratterizzati da una permeabilità per porosità medio-alta.

L'area di ubicazione della stessa WTG sorgerà su un pianoro morfologico caratterizzato da versanti molto acclivi, ed interessato sul versante Sud-Est da un fenomeno gravitativo.

Per quanto riguarda la viabilità di accesso, oltre all'intersezione con un'area in frana, essa attraversa la piazzola di una WTG di un parco eolico già esistente.

Nelle successive fasi progettuali verranno eseguite specifiche indagini geognostiche-geofisiche e prove di laboratorio geotecnico per la definizione del modello geologico-tecnico definitivo.

Ulteriori approfondimenti verranno inoltre condotti per valutare e verificare la stabilità dei pendii e qualora necessario verranno progettate opportune opere a protezione della viabilità e della torre stessa.

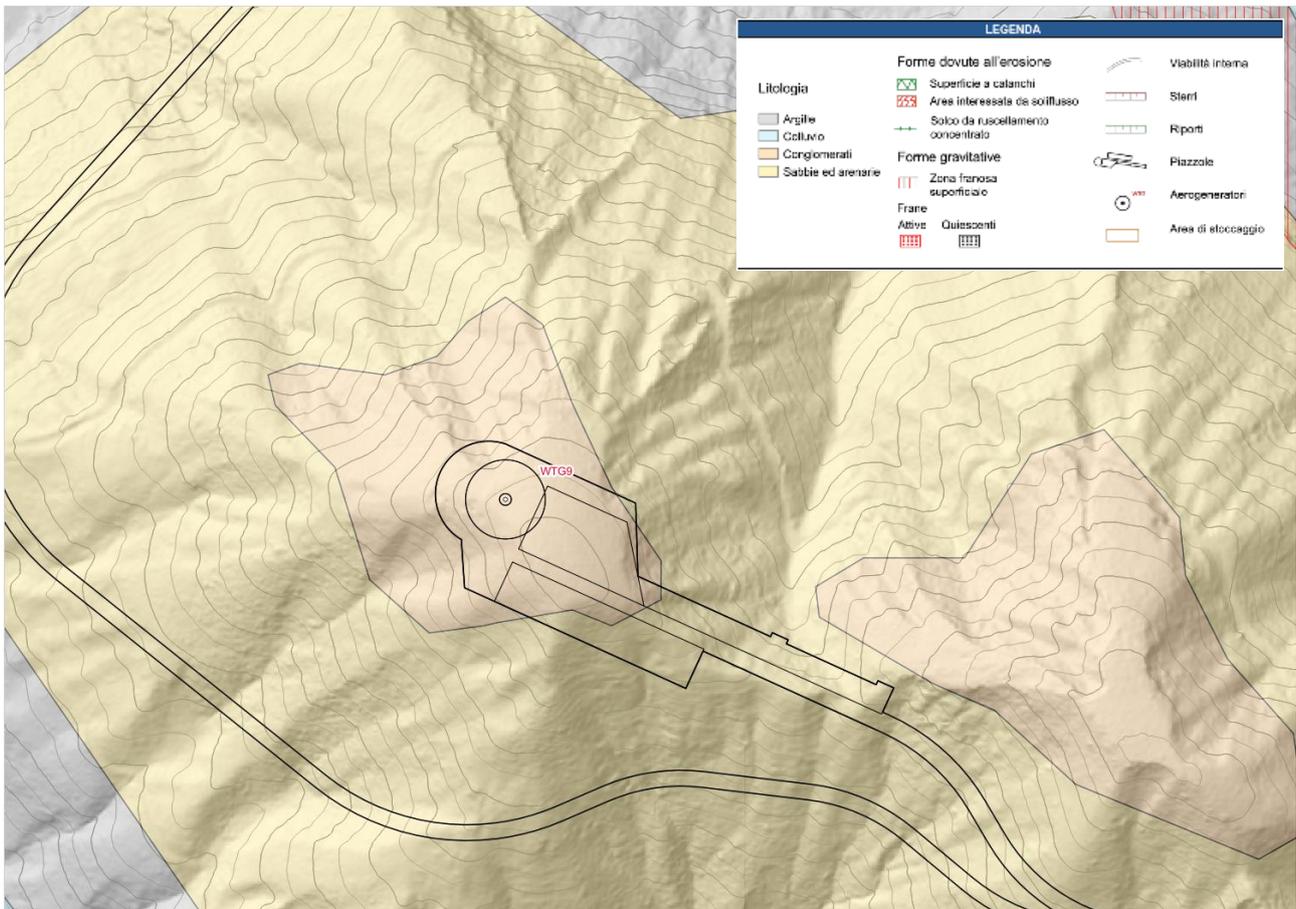


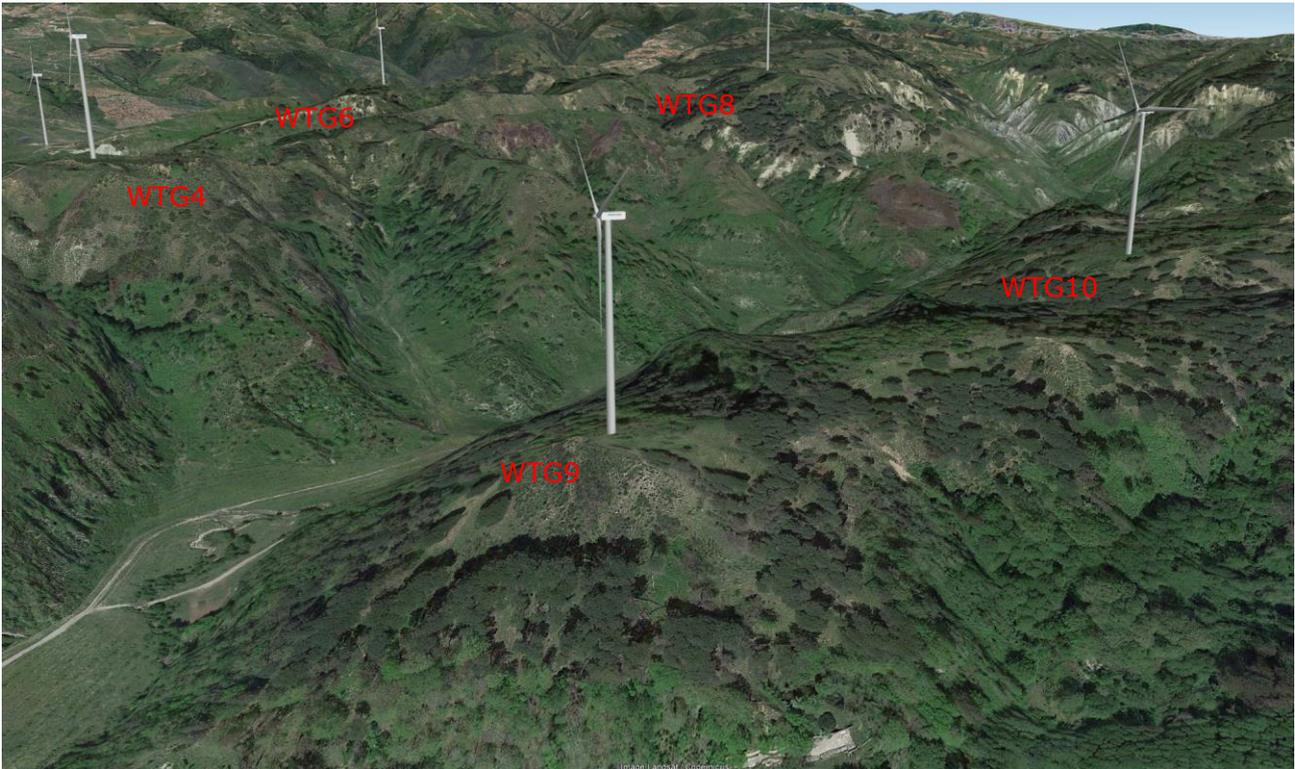
### 3.7 WTG9

La WTG 9 insisterà sui litotipi conglomeratico-sabbiosi caratterizzati da una permeabilità per porosità medio-alta.

Per quanto riguarda l'ubicazione della WTG 9 non sono state riscontrate particolari criticità geologiche.

Durante i rilievi non è stato possibile accedere al sito seguendo la viabilità in progetto a causa dell'orografia e della densa vegetazione, per tanto ulteriori approfondimenti verranno condotti durante le successive fasi progettuali e verranno inoltre eseguite specifiche indagini geognostiche-geofisiche e prove di laboratorio geotecnico per la definizione del modello geologico-tecnico definitivo.



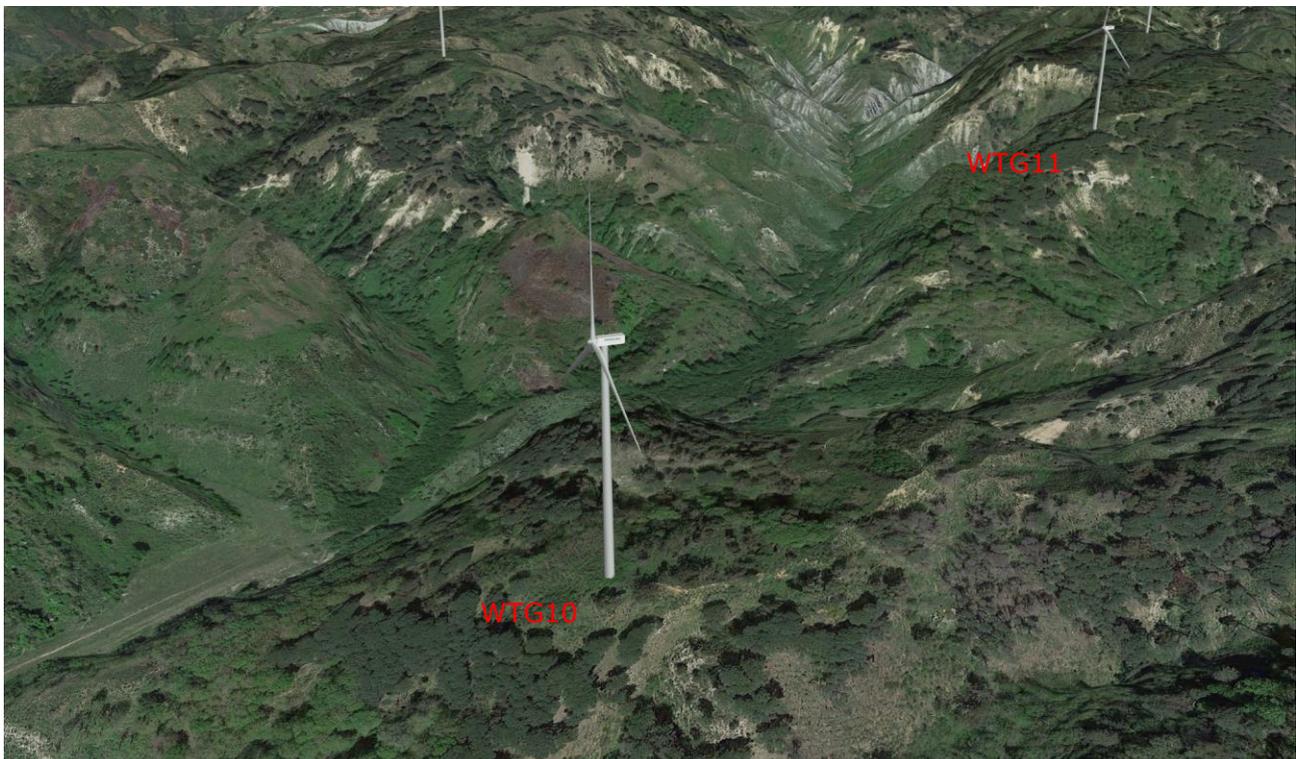
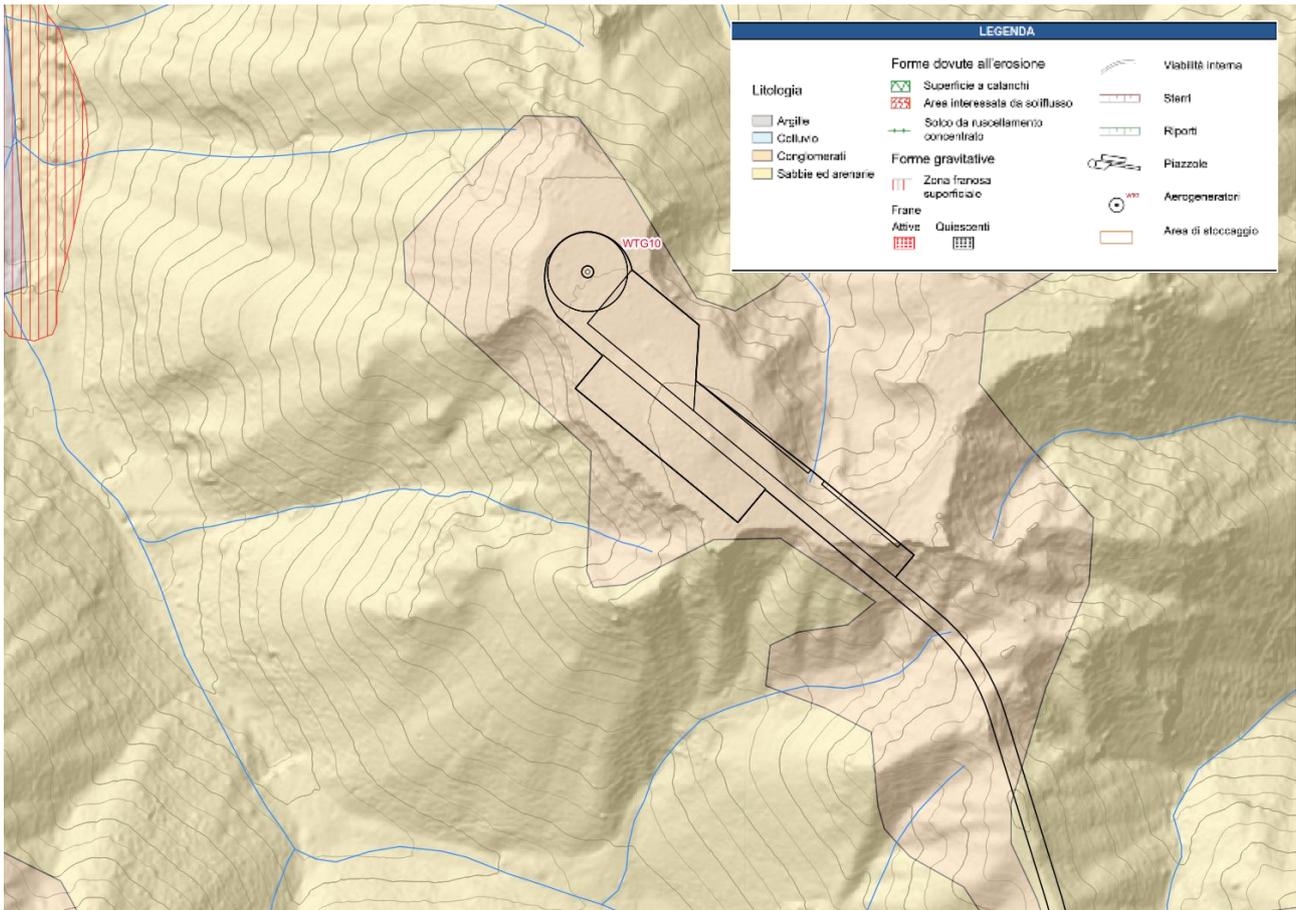


### 3.8 WTG10

L'area di sedime della fondazione della WTG 10 insisterà sui litotipi conglomeratico-sabbiosi caratterizzati da una permeabilità per porosità medio-alta.

Per quanto riguarda la sua ubicazione, essa sorgerà su un pianoro morfologico i cui versanti presentano elevata acclività, pertanto ulteriori approfondimenti verranno condotti per verificare la stabilità dei pendii e qualora necessario verranno progettate opportune opere geotecniche di stabilizzazione.

Nelle successive fasi progettuali verranno comunque eseguite specifiche indagini geognostiche-geofisiche e prove di laboratorio geotecnico per la definizione del modello geologico-tecnico definitivo.

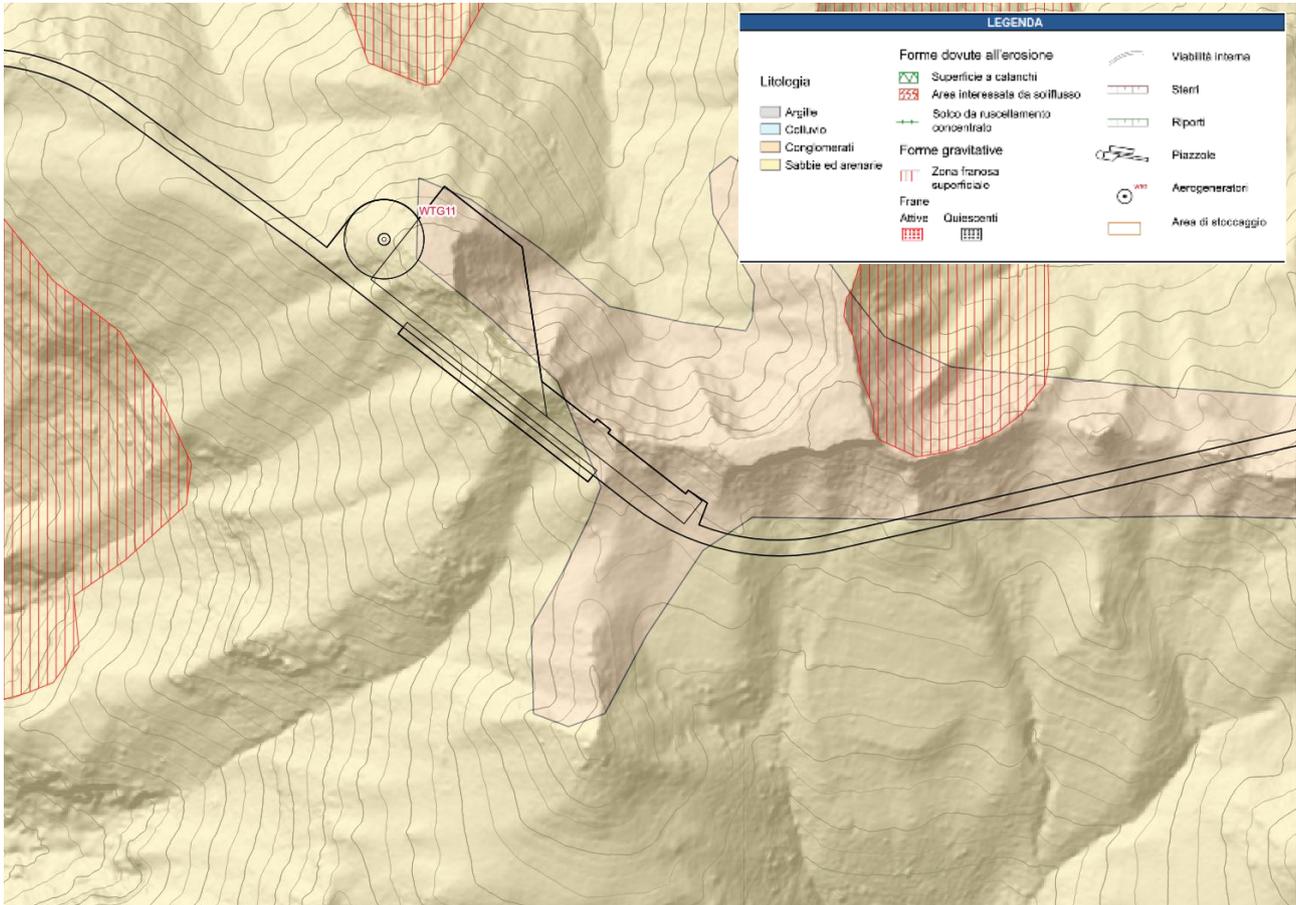


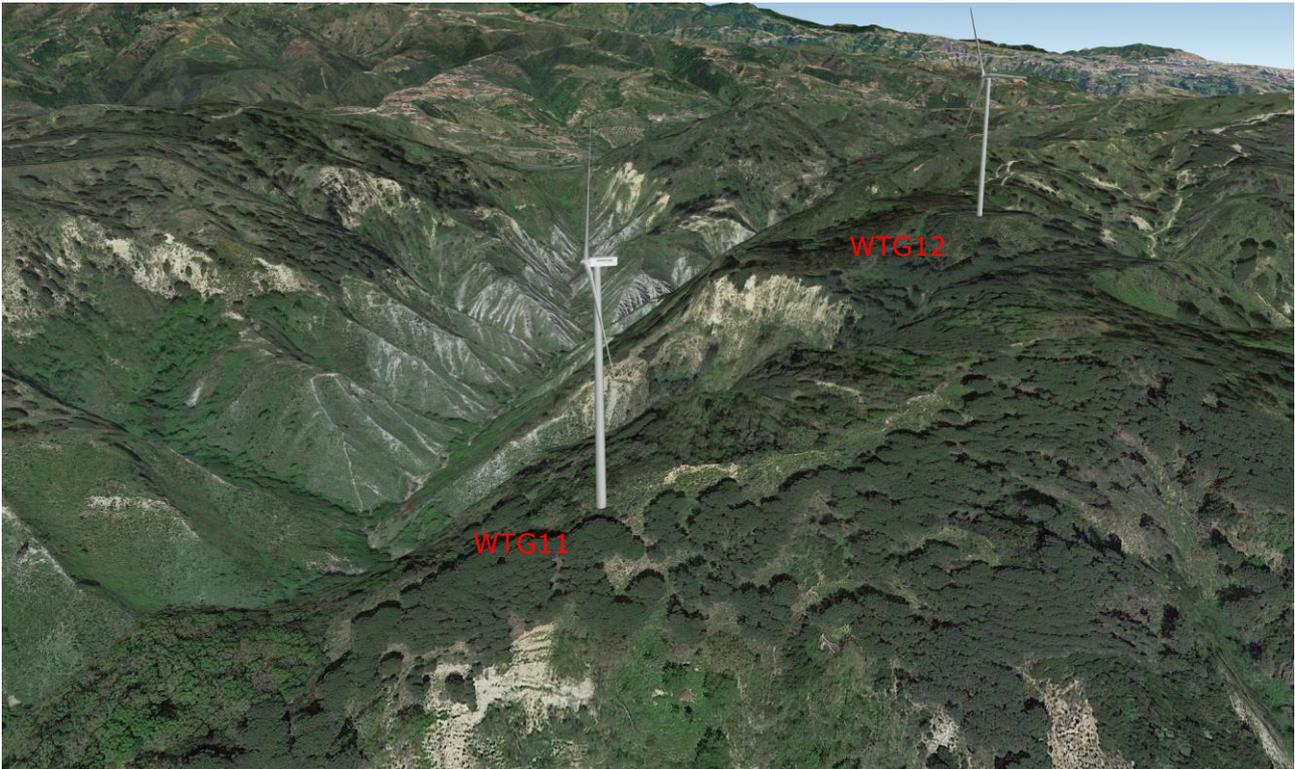
### 3.9 WTG11

La WTG 11 insisterà sui litotipi conglomeratico-sabbiosi caratterizzati da una permeabilità per porosità medio-alta.

Come per la WTG10, la WTG11 sorgerà su un pianoro morfologico i cui versanti presentano elevata acclività, pertanto ulteriori approfondimenti dovranno essere condotti per verificare la stabilità dei pendii e qualora necessario verranno progettate opportune opere geotecniche di stabilizzazione.

Nelle successive fasi progettuali verranno comunque eseguite specifiche indagini geognostiche-geofisiche e prove di laboratorio geotecnico per la definizione del modello geologico-tecnico definitivo.





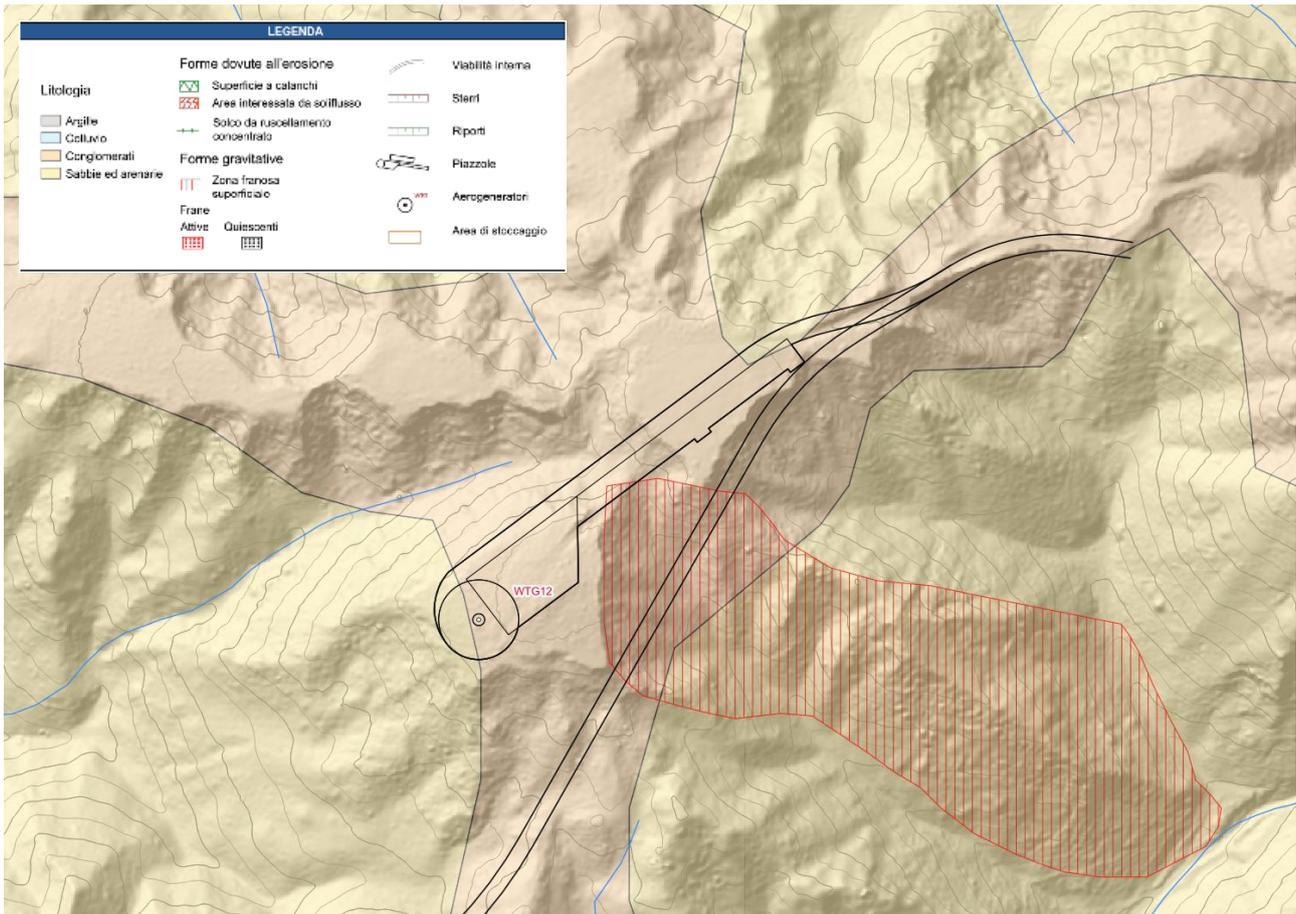
### 3.10 WTG12

WTG 12 insisterà sui litotipi conglomeratico-sabbiosi caratterizzati da una permeabilità per porosità medio-alta.

Per quanto riguarda la sua ubicazione, essa sorgerà su una stretta dorsale sul cui versante esposto a Sud-Est è stata riscontrata la presenza di area a franosità superficiale diffusa.

Nelle successive fasi progettuali verranno eseguite specifiche indagini geognostiche-geofisiche e prove di laboratorio geotecnico per la definizione del modello geologico-tecnico definitivo.

Ulteriori approfondimenti verranno inoltre condotti per valutare e verificare la stabilità dei pendii e qualora necessario verranno progettate opportune opere a protezione della viabilità e della torre stessa.



## 4 VINCOLI GEOLOGICI

### 4.1 RISCHIO-PERICOLOSITA' DA FRANA PAI

Il presente studio è stato redatto in conformità agli indirizzi dettati per il settore specifico dal "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico" della Calabria, di seguito denominato PAI.

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (in seguito denominato PAI) approvato con Delibera di Consiglio Regionale n.115 del 28.12.2001 (approvazione/adozione del PAI) e Delibera n.20 del 31.07.2002 (approvazione/adozione Linee Guida PAI), ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione mediante il quale le Autorità di Bacino Distrettuali (ABD) pianificano e programmano le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo. Con D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Ai sensi dell'art. 64, comma 1, del suddetto D.lgs. 152/2006, come modificato dall'art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, ed il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici tra i quali quello dell'Appennino Meridionale, comprendente i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise.

Le Autorità di Bacino Distrettuali, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

Sono stati scaricati e visionati gli allegati cartografici, ortofotografici e vettoriali del Piano di Assetto Idrogeologico della Calabria dal sito dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (<http://www.distrettoappenninomeridionale.it>), relativi all'area di studio, in particolare:

- Carta inventario dei centri abitati instabili, (scala 1: 10.000);
- Carta Inventario delle Frane e delle Relative Aree a Rischio, (scala 1: 10.000);
- Aree vulnerate e relative aree a rischio, (scala 1: 25.000);
- Carta inventario delle frane e delle relative aree a rischio - Perimetrazione delle aree a rischio e/o pericolo di frana - SHAPEFILE HAZARD E RISCHIO DA FRANA;

Dalla consultazione dei suddetti elaborati (PAI 2001, piano vigente adottato) si è constatato che i siti d'interesse progettuale non ricadono in aree perimetrate a rischio frana. Dalla consultazione della proposta di aggiornamento del PAI (PAI 2016 piano non adottato) si è constatato che la WTG 5 ricade a ridosso di un'area classificata a pericolosità da frana elevata P3.

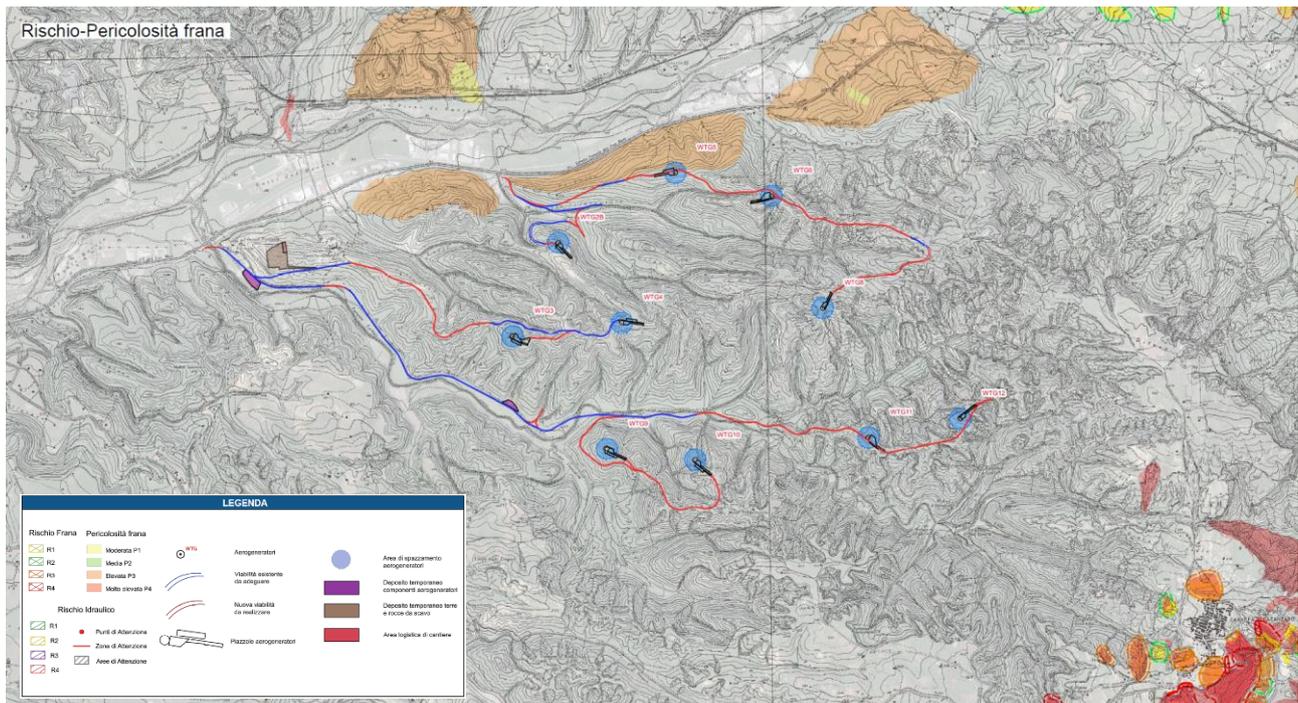


Figura 14 - Stralcio perimetrazioni rischio-pericolosità PAI frana.

## 4.2 RISCHIO PERICOLOSITA' IDRAULICA PAI

Per quanto riguarda il rischio inondazione lo studio è rivolto alla valutazione del regime idraulico di un corso d'acqua anche in relazione ad interferenze esercitate da eventuali opere idrauliche presenti o in progetto, con particolare attenzione ai fenomeni di piena.

Sono stati scaricati e visionati gli allegati cartografici, ortofotografici e vettoriali del Piano di Assetto Idrogeologico della Calabria dal sito dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (<http://www.distrettoappenninomeridionale.it>), relativi alle aree di intervento, in particolare:

- Perimetrazione aree a rischio idraulico, (scala 1:25.000);
- Perimetrazione Aree a Rischio Idraulico – SHAPEFILE.

Dalla consultazione dei suddetti elaborati emerge che i siti sui quali sorgeranno le WTG non ricadono all'interno di aree perimetrate a rischio idraulico. Invece, una buona parte della viabilità, che si ricorda risulta già esistente e quindi verrà solamente adeguata, per l'accesso alla WTG 9 interseca il perimetro di un'area di attenzione. Inoltre, la parte iniziale di tale viabilità interseca un punto di attenzione.

Per tali aree, nelle successive fasi progettuali, verranno sviluppati studi di compatibilità idraulica, in ottemperanza alle normative vigenti.

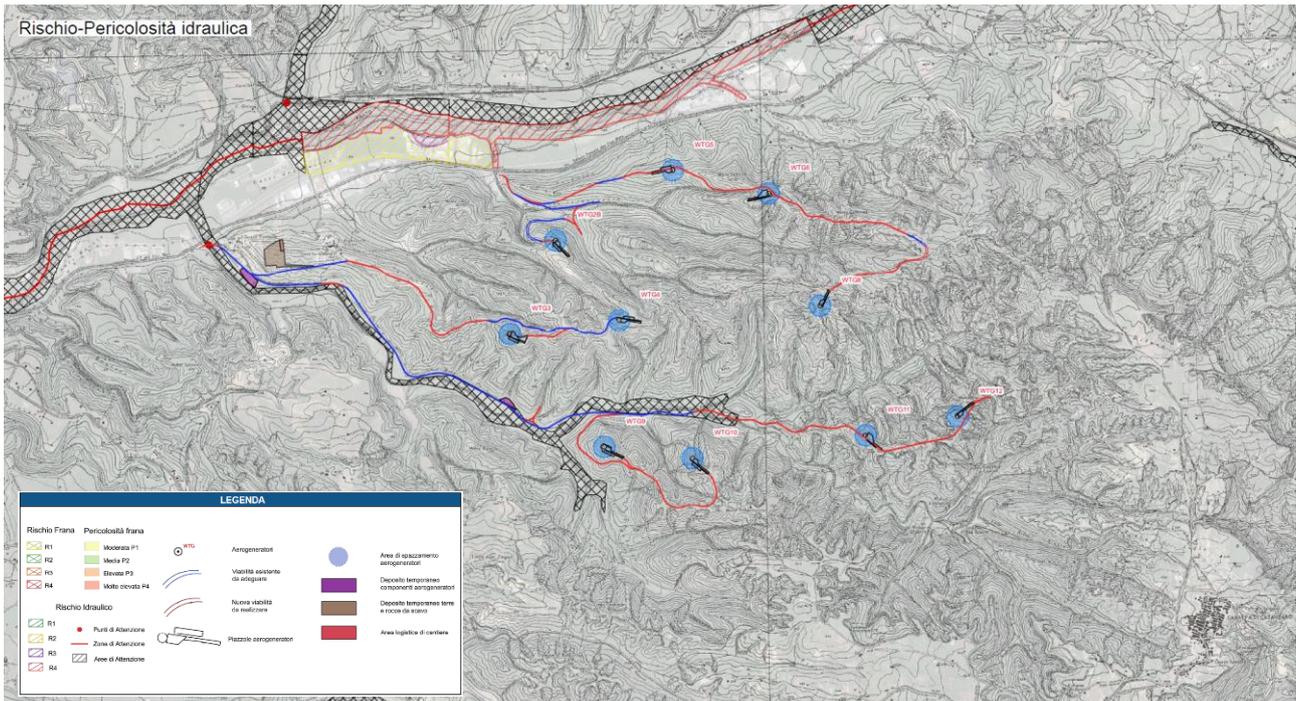


Figura 15 - Stralcio perimetrazioni rischio-pericolosità PAI idraulico.

### 4.3 INQUADRAMENTO PGRA

Dalla consultazione dei file delle perimetrazioni PGRA Mappe secondo ciclo, aggiornamento 2021 dal sito dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (<http://www.distrettoappenninomeridionale.it>) si evince che i siti in cui verranno ubicate le WTG non ricadono in aree perimetrare mentre la viabilità di accesso alle WTG interseca in diversi tratti aree classificate ad alta probabilità di allagamento HPH, con associate classi di rischio R1 e solo in un limitato tratto R3. Anche per tali aree andranno sviluppati studi di compatibilità idraulica in ottemperanza alle normative vigenti.

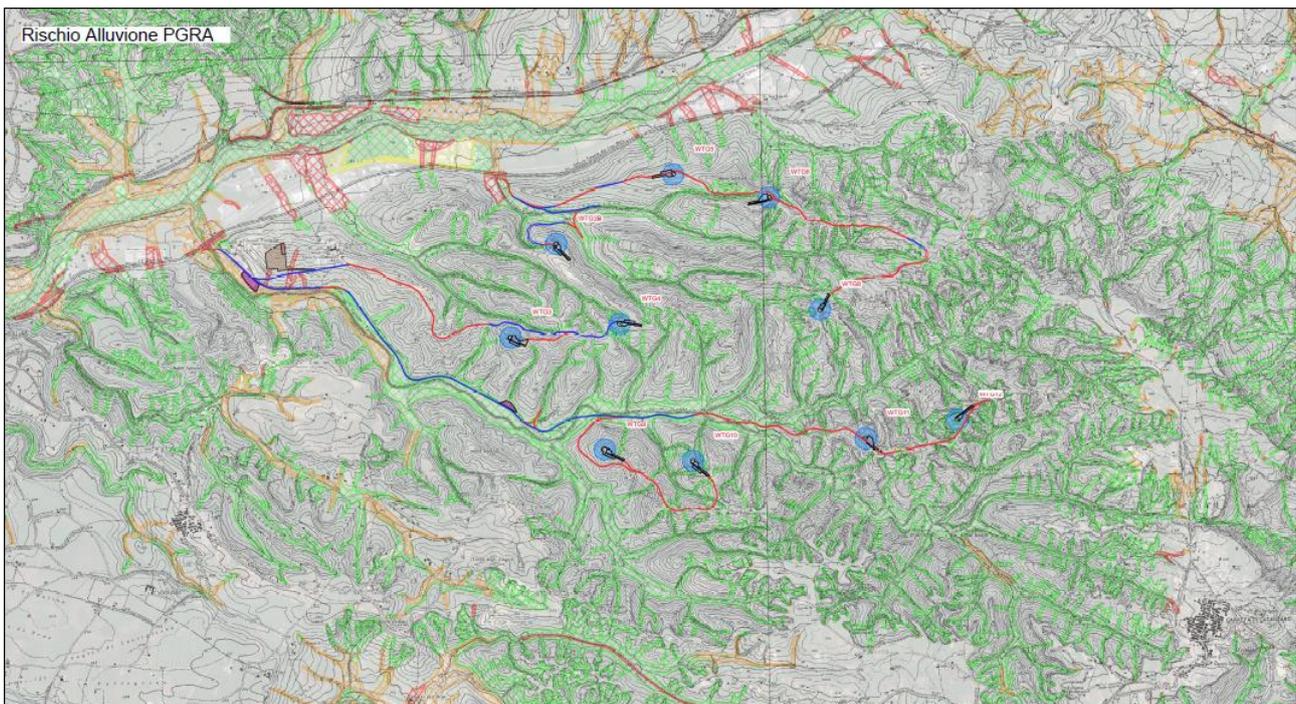


Figura 16 - Stralcio carta d'inquadramento PGRA.

## 5 CARATTERI IDROGEOLOGICI

In riferimento al tracciato in progetto, per una caratterizzazione idrogeologica dei terreni affioranti nell'area in studio, sono state raggruppate le formazioni litologiche presenti in complessi idrogeologici aventi un grado di permeabilità relativa comune. Per quanto riguarda la caratterizzazione delle proprietà idrogeologiche dei complessi, esse sono state stimate in fase di rilevamento in maniera qualitativa, sulla base dell'osservazione di quegli elementi riscontrabili alla scala dell'affioramento, litologici, sedimentologici e strutturali.

Nell'area in esame e nell'intorno prossimo ad essa, è stato possibile distinguere tre complessi idrogeologici predominanti:

- complesso idrogeologico a permeabilità molto alta, formato dalle alluvioni e dei depositi conglomeratici-sabbiosi;
- complesso idrogeologico a permeabilità medio-alta, formato dalle sabbie ed arenarie;
- complesso idrogeologico a permeabilità bassa, formato delle argille.

Di seguito si riporta uno stralcio della carta idrogeologica ottenuta dalle risultanze dei rilievi effettuati.

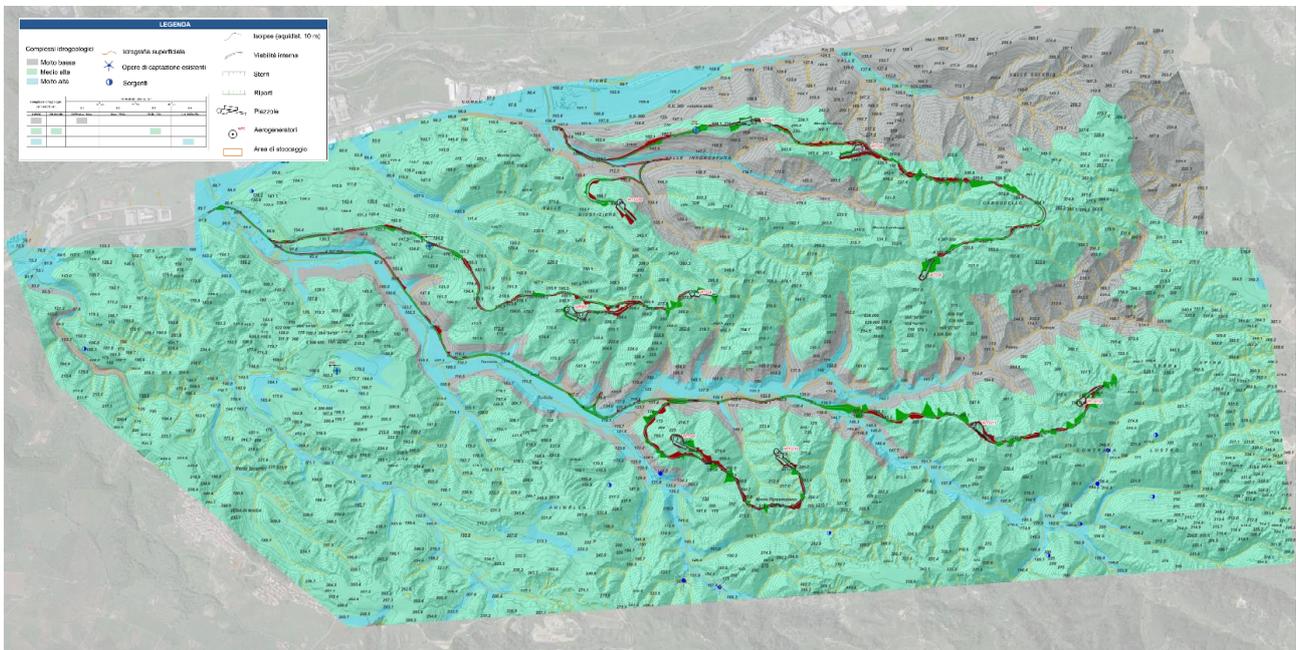


Figura 17 - Stralcio carta idrogeologica.

## 6 SISMICITA' DELL'AREA

Per quanto concerne la tettonica attiva, dai risultati del progetto relativo all'elaborazione dell'"Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili" (Galadini et alii, 2000) sono emerse informazioni sulla tettonica attiva, utili ad ottenere un quadro aggiornato della zonazione del territorio nazionale. In particolare, si è fatto riferimento al database delle sorgenti sismogenetiche (Database of Individual Seismogenic Sources – DISS 3.3.0). Dalla consultazione del suddetto database emerge che l'area di studio è prossima ad un importante sorgente sismogenetica composita (ITCS068 - Caraffa-Squillace Gulf).

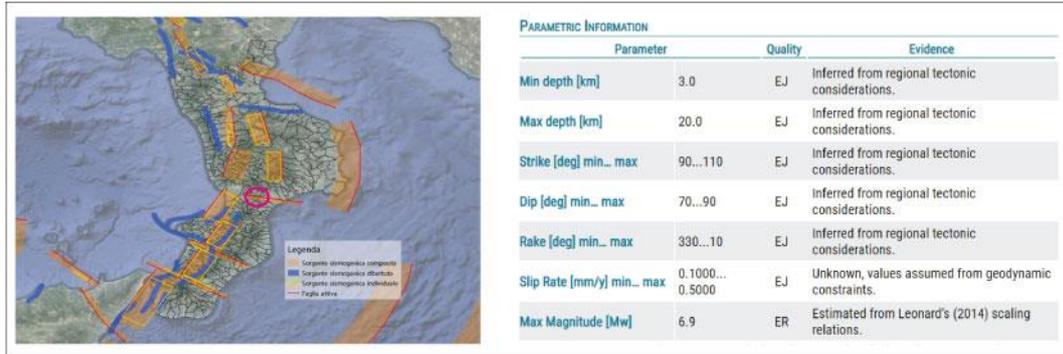


Figura 18 - Database of Individual Seismogenic Sources – DISS 3.3.0.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni, NTC D.M. del 14/01/2008, e i più recenti aggiornamenti delle N.T.C. del 17/01/2018 propongono una nuova zonazione fondata su un reticolo di punti di riferimento con intervalli di ag pari a 0.025 g, costruito per l'intero territorio nazionale. L'aggiornamento delle N.T.C. del 17/01/2018 prevede, infatti, che l'azione sismica venga definita sulla base dei dati di pericolosità sismica forniti dall'INGV attraverso le coordinate geografiche del sito. Dalla consultazione di tale mappa interattiva si è evinto che l'area d'interesse ha valori di accelerazione (ag) che variano tra 0.26g – 0.27g.

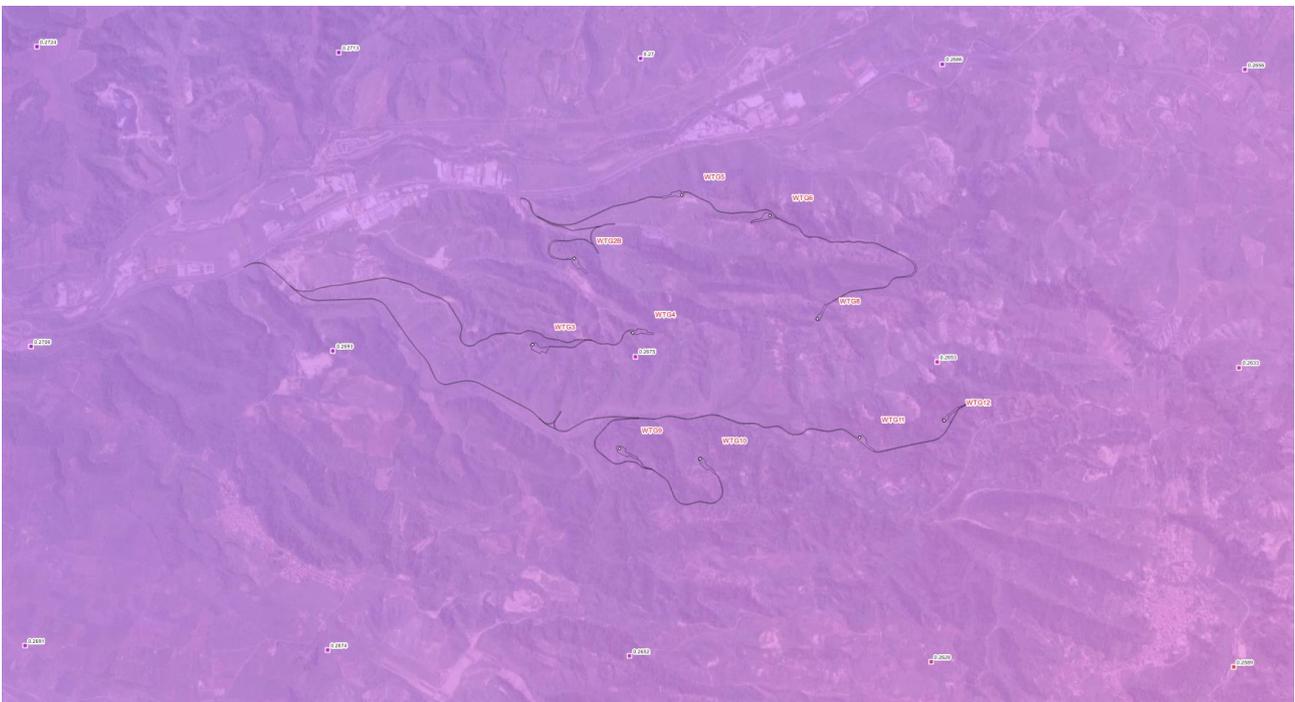


Figura 19: Parametro di scuotimento sismico della macrozona di intervento, espressa in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_{max}$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi. Fonte INGV.

Viste le caratteristiche morfologiche dei siti di ubicazione delle WTG, negli stessi può essere attesa un'amplificazione topografica del moto sismico.

### 6.1 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

La classificazione del sottosuolo è stata effettuata sulla base delle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  (in m/s) ottenuta dai profili sismici MASW eseguiti e definita dalla formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

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

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo H=30 m nella espressione precedente e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione, mentre nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera.

Per la caratterizzazione dei siti e per la definizione del profilo verticale di velocità delle onde S, da cui trarre la  $V_{s,eq}$  richiesta dalle NTC 2018 e la ricostruzione del modello sismico per come richiesto dalla normativa tecnica nazionale e regionale sono state eseguite tre indagini sismiche con metodologia MASW.

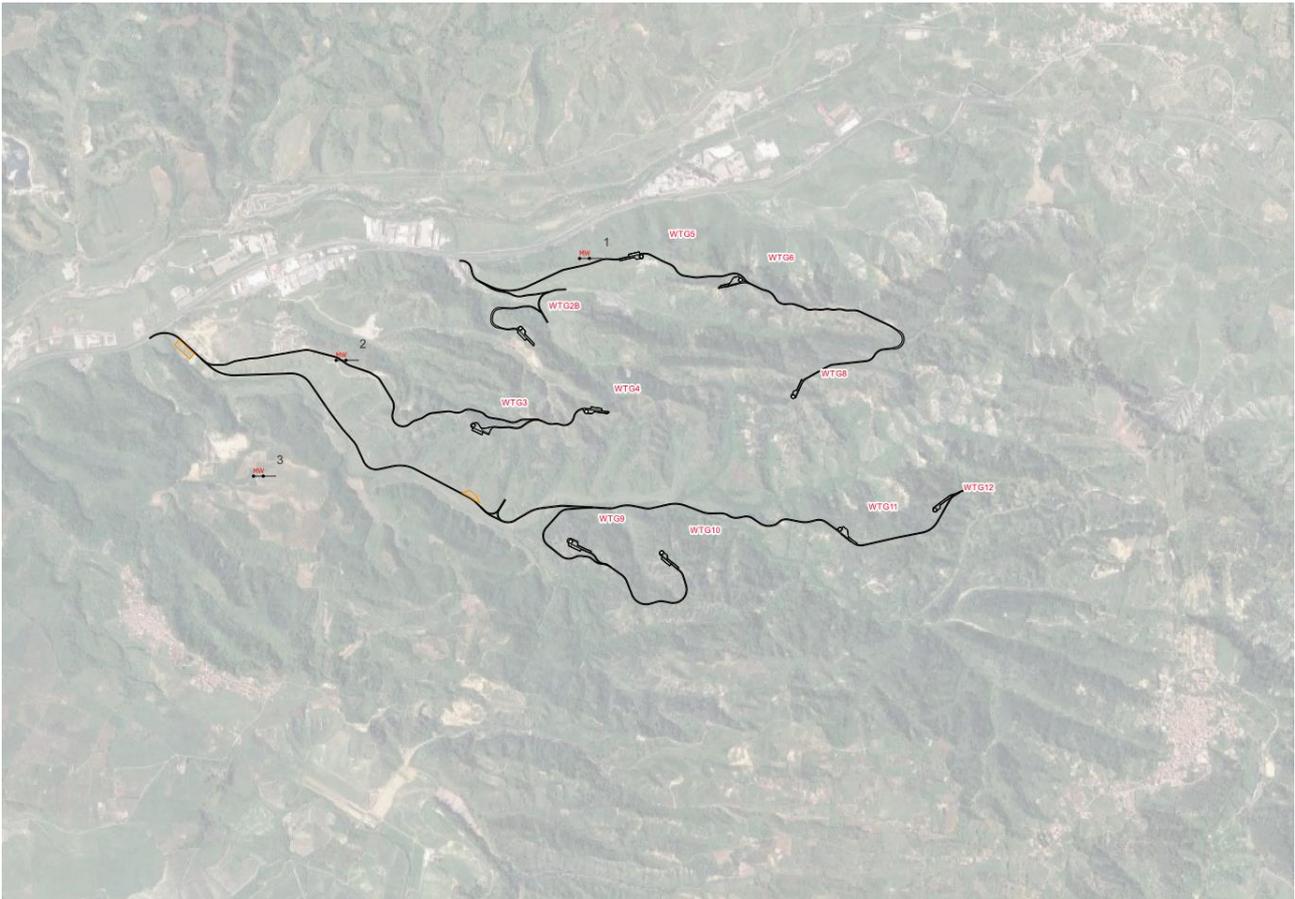


Figura 20 - Ubicazione indagini sismiche MASW

Dai risultati delle indagini è stata calcolata la  $V_s$  equivalente in riferimento al piano campagna.

#### 6.1.1 MASW M1

Profondità piano di posa [m]	0.00
$V_{s,eq}$ [m/sec] (H=30.00 m)	352.80
Categoria del suolo	C

**Suolo di tipo C:** Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

### 6.1.2 MASW M2

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	277.24
<b>Categoria del suolo</b>	C

**Suolo di tipo C:** Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

### 6.1.3 MASW M3

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	367.20
<b>Categoria del suolo</b>	B

**Suolo di tipo B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

## 7 CAMPAGNA D'INDAGINI

Per come richiesto nell'elaborato **GD249961-EN\_R1**- "*Preliminary geotechnical study specifications for basic wind farm projects*", è stata eseguita nell'area d'interesse progettuale una campagna d'indagine finalizzate alla ricostruzione del modello geologico e geotecnico preliminare.

In questa fase di proposta progettuale del parco eolico (WF), le indagini geognostiche e geofisiche, seppur in numero limitato, sono state programmate al fine di garantire informazioni significative per le prime valutazioni geologiche, geotecniche e sismiche.

Sono state quindi eseguite nell'area d'interesse progettuale:

- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 30 metri, con prelievo di campioni di terreno indisturbati da sottoporre ad analisi e prove geotecniche di laboratorio, ed installazione di piezometri per il rilevamento della quota della falda;
- prove penetrometriche in foro SPT ogni due metri fino al raggiungimento del presunto rifiuto strumentale;
- n. 3 prospezioni sismiche di tipo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) per la caratterizzazione dei siti e per la definizione del profilo verticale di velocità delle onde S.

I campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico. L'ubicazione delle indagini è riportata nella seguente planimetria.



Figura 21 - Planimetria di ubicazione delle indagini.

## 7.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI

La posizione dei sondaggi eseguiti è stata scelta, compatibilmente con le condizioni logistiche, in modo da determinare preliminarmente la successione lito-stratigrafica e le variazioni litologiche sull'area di intervento, consentire il prelievo di campioni significativi dei terreni attraversati, rilevare direttamente in situ alcune importanti proprietà di resistenza meccanica dei litotipi, , verificare l'eventuale presenza di falde acquifere e, infine, consentire la indispensabile taratura delle prospezioni geofisiche.

Le tre perforazioni, spinte fino alla profondità di 30 metri sono state eseguite a rotazione e carotaggio continuo, mediante una corona/carotiere in grado di produrre un foro del diametro interno di 101 mm, senza l'impiego di fanghi e usando l'acqua necessaria per il raffreddamento della testa di avanzamento. Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n° 03 campioni di terreno indisturbato e sono state eseguite prove S.P.T. fino al raggiungimento di due consecutivi rifiuti. I fori dei sondaggi sono stati attrezzati con piezometri a tubo aperto. Di seguito si riporta un quadro riassuntivo sui sondaggi geognostici eseguiti.

Identificativo sondaggio	Lunghezza totale (m)	Tipo di condizionamento	N. campioni		N. SPT	Pozzetto di protezione	N. cassette catalogatrici
			indisturbato	Tentativi falliti			
S <sub>1</sub>	30,00	piezometro	01	02	11	Si (esterno)	06
S <sub>2</sub>	30,00	piezometro	03	00	14	Si (esterno)	06
S <sub>3</sub>	30,00	piezometro	03	00	12	Si (esterno)	06

Sondaggio	Sigla campione	Profondità prelievo (m) da ..... a.....
S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	5,00 – 5,50
	S <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	8,00 - Tentativo fallito
	S <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	12,00 - Tentativo fallito
S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	5,00 – 5,50
	S <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	8,00 – 8,50
	S <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	12,00 – 12,50
S <sub>3</sub>	S <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	5,00 – 5,50
	S <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	8,00 – 8,50
	S <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	12,00 – 12,50



7.1.1 SONDAGGIO S1

Metodo Carotaggio	Diametro carotiere (mm)	Diametro rivestimento (mm)	Cassette catalogatrici	Prova S.P.T. C = chiusa	Tubo piezometrico	Falda (m) dal p.c.	Campioni C.I. (m)	Campioni C.S. (m)	%Carotaggio	Ritornamento foro	scala 1:200	Profondità (m)	Colonna stratigrafica	Litologia
C	101	127	1	S.P.T. 2.00 - 2.45 5 - 7 - 9			5.00				s	0.40	[Stratigraphic Column Diagram]	Coltre vegetale;
				S.P.T. 4.00 - 4.45 19 - 22 - 31								fallo		Sabbie - sabbie leggermente limose diversamente addensate;
				S.P.T. 6.00 - 6.45 22 - 31 - 44										
				S.P.T. 8.00 - 8.45 23 - 35 - 48								fallo		Sabbie a diversa granulometria con inglobati sparsi e sporadici frammenti di roccia. Colore marrone giallastro da 13.50 a 20.00 m dal p.c., da 20.00 a 25.00 m colore grigio
				S.P.T. 10.00 - 10.45 33 - 46 - 47										
				S.P.T. 12.00 - 12.45 35 - 32 - 38								fallo		Sabbie - sabbie leggermente limose diversamente addensate. Colore bruno chiaro.
S.P.T. 14.00 - 14.45 38 - 39 - 39														
S.P.T. 16.00 - 16.45 32 - 34 - 37	fallo	Sabbie - sabbie leggermente limose diversamente addensate. Colore bruno chiaro.												
S.P.T. 18.00 - 18.45 33 - 37 - 40														
S.P.T. 20.00 - 20.45 40 - 42 - 10R	fallo	Sabbie - sabbie leggermente limose diversamente addensate. Colore bruno chiaro.												
S.P.T. 22.00 - 22.10 10R														
S.P.T. 22.00 - 22.10 10R	101	127	6								30.00			



Foto n.1 \_ Ubicazione Sondaggio geostocico



Foto n.2 \_ Particolare Ubicazione S1



Foto n.3 \_ Casseta catalogatrice S1-C1 da 0,00 m a 5,00 m



Foto n.4 \_ Casseta catalogatrice S1-C2 da 5,00 m a 10,00 m



Foto n.5 \_Cassetta catalogatrice S1-C3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto n.6 \_Cassetta catalogatrice S1-C4 da 15,00 m a 20,00 m



Foto n.7 \_Cassetta catalogatrice S1-C5 da 20,00 m a 25,00 m



Foto n.8 \_Cassetta catalogatrice S1-C6 da 25,00 m a 30,00 m

7.1.2 SONDAGGIO S2

Metodo Carotaggio	Diametro casottiere (mm)	Diametro rivestimento (mm)	Cassette catalogatiche	Prova S.P.T. C = chiusa	Tubo piezometrico	Falda (m) dal p.c.	Campione C.I. (m)	Campione C.S. (m)	Ritombamento foro	scala 1:200	Profondità (m)	Colonna stratigrafica	Litologia														
C	101	127	1	S.P.T. 2.00 - 2.45							0.10		Coltre vegetale;														
				9 - 12 - 16																							
			2	S.P.T. 4.00 - 4.45							5.00																
				11 - 16 - 22							5.50																
			3	S.P.T. 6.00 - 6.45							8.00																
				13 - 21 - 36							8.50																
4	S.P.T. 8.50 - 8.95	12.00																									
	16 - 23 - 35	12.50																									
5	S.P.T. 10.00 - 10.45		101	S.P.T. 12.50 - 12.95						21.50		Sabbie a diversa granulometria con inglobati sparsi e sporadici frammenti di roccia. Colore marrone;															
	18 - 26 - 37																										
6	S.P.T. 14.00 - 14.45		C	101									S.P.T. 16.00 - 16.45					30.00		Sabbie - sabbie leggermente limose consistenti. Colore marrone - grigiastro.							
	21 - 28 - 41																										
7	S.P.T. 18.00 - 18.45		C	101									S.P.T. 20.00 - 20.45												30.00		Sabbie - sabbie leggermente limose consistenti. Colore marrone - grigiastro.
	24 - 33 - 42																										
8	S.P.T. 22.00 - 22.45	C	101	S.P.T. 24.00 - 24.45					30.00		Sabbie - sabbie leggermente limose consistenti. Colore marrone - grigiastro.																
	26 - 36 - 48																										
9	S.P.T. 24.00 - 24.45	C	101	S.P.T. 26.00 - 26.40												30.00		Sabbie - sabbie leggermente limose consistenti. Colore marrone - grigiastro.									
	22 - 30 - 42																										
10	S.P.T. 24.00 - 24.45	C	101	S.P.T. 28.00 - 28.20																			30.00		Sabbie - sabbie leggermente limose consistenti. Colore marrone - grigiastro.		
	13 - 27 - 39																										
11	S.P.T. 26.00 - 26.40	C	101	S.P.T. 28.00 - 28.20					30.00		Sabbie - sabbie leggermente limose consistenti. Colore marrone - grigiastro.																
	26 - 47 - 10R																										
12	S.P.T. 28.00 - 28.20	C	101	S.P.T. 36 - 5R												30.00		Sabbie - sabbie leggermente limose consistenti. Colore marrone - grigiastro.									
	36 - 5R																										



Foto n.1 \_Ubicazione Sondaggio geognostico S2



Foto n.2 \_Particolare Ubicazione S2



Foto n.3 \_Cassetta catalogatrice S2-C1 da 0,00 m a 5,00 m



Foto n.4 \_Cassetta catalogatrice S2-C2 da 5,00 m a 10,00 m



Foto n.5 \_Cassetta catalogatrice S2-C3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto n.6 \_Cassetta catalogatrice S2-C4 da 15,00 m a 20,00 m



Foto n.7 \_Cassetta catalogatrice S2-C5 da 20,00 m a 25,00 m



Foto n.8 \_Cassetta catalogatrice S2-C6 da 25,00 m a 30,00 m

7.1.3 SONDAGGIO S3

Metodo Carotaggio	Diámetro carotiere (mm)	Diámetro revestimiento (mm)	Cassette carotografici	Prova S.P.T C = chiusa	Tubo piezometrico	Falda (m) dal p.c.	Campione C.I. (m)	Campione C.S. (m)	%Carotaggio	Ritornamento foro	scala 1:200	Profondità (m)	Colonna stratigrafica	Litologia
C	101	127	1	S.P.T. 2.00 - 2.45 5 - 5 - 6								0.40		Coltre vegetale;
				S.P.T. 4.00 - 4.45 6 - 8 - 8										4.20
C	101	127	2	S.P.T. 6.00 - 6.45 12 - 20 - 26 S.P.T. 7.50 - 7.95 23 - 27 - 33		5.00 5.50								Limi e limi sabbiosi consistenti. Colore grigio;
				S.P.T. 8.50 - 8.95 26 - 25 - 35		8.00 8.50								
C	101	127	3	S.P.T. 10.50 - 10.45 28 - 30 - 33 S.P.T. 12.50 - 12.95 36 - 38 - 40		12.00 12.50								Sabbie a diversa granulometria con inglobati sparsi e sporadici frammenti di roccia. Colore marrone giallastro;
				S.P.T. 14.00 - 14.45 30 - 33 - 37										
C	101	127	4	S.P.T. 16.00 - 16.45 33 - 37 - 40 S.P.T. 18.00 - 18.45 39 - 42 - 44										Limi argillosi argille limose consistenti. Colore grigio.
				S.P.T. 20.00 - 20.25 40 - 10R										
C	101	127	5	S.P.T. 22.00 - 22.10 10R										
C	101	127	6											
												30.00		



Foto n.1 \_ Ubicazione Sondaggio geognostico S2



Foto n.2 \_ Particolare Ubicazione S2



Foto n.3 \_ Casseta catalogatrice S2-C1 da 0,00 m a 5,00 m



Foto n.4 \_ Casseta catalogatrice S2-C2 da 5,00 m a 10,00 m



Foto n.5 \_Cassetta catalogatrice S2-C3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto n.6 \_Cassetta catalogatrice S2-C4 da 15,00 m a 20,00 m



Foto n.7 \_Cassetta catalogatrice S2-C5 da 20,00 m a 25,00 m



Foto n.8 \_Cassetta catalogatrice S2-C6 da 25,00 m a 30,00 m

## 8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio geologico preliminare è stato redatto sulla base di rilievi geologici e geomorfologici di campagna, studio di foto aeree e risultati di una campagna di indagini geognostiche preliminare. L'areale di interesse risulta ubicato nei Comuni di Marcellinara, Caraffa di Catanzaro e Maida.

Dal punto di vista geologico, così come si evince dalla cartografia geologico-strutturale redatta i terreni interferenti con gli interventi previsti in progetto afferiscono prevalentemente ai litotipi sabbioso-limosi con intercalazioni di materiale ghiaioso e limo-argilloso.

Nella successiva fase progettuale, così come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e dalla Circolare esplicativa del 21 gennaio 2019 n° 7 C.S.LL.PP e dalla normativa in materia di autorizzazioni sismiche della Regione Calabria verrà progettato ed eseguito un corposo piano di indagini geognostiche e geofisiche, al fine di definire con precisione il modello geologico-geotecnico dell'area e consentire quindi una progettazione in fase esecutiva coerente alla realtà.

Occorre sottolineare che le ipotesi e le prescrizioni contenute nel presente studio verranno puntualmente verificate nella successiva fase di indagini in situ ed in laboratorio. Qualora, dal confronto tra i dati forniti dal presente studio e quelli provenienti dalle risultanze della successiva campagna d'indagini, che verrà eseguita per la progettazione esecutiva, venissero rilevate variazioni sostanziali, le opere verranno adeguate alle situazioni riscontrate.