



REGIONE
CAMPANIA



PROVINCIA
DI
AVELLINO



COMUNE DI
SAVIGNANO IRPINO



PROVINCIA
DI
BENEVENTO



COMUNE DI
CASTELFRANCO
IN MISCANO



COMUNE DI
ARIANO IRPINO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DA 34 MW NEL COMUNE DI SAVIGNANO IRPINO (AV) , CON OPERE DI CONNESSIONE IN CASTELFRANCO IN MISCANO (BN) E ARIANO IRPINO (AV)



Proponente



GIGLIO RINNOVABILI S.R.L.

Largo Augusto n.3
20122 Milano
pec: gigliorinnovabili@legalmail.it

Progettazione



Viale Michelangelo, 71
80129 Napoli
TEL.081 579 7998
mail: tecnico@inse srl

Amm. Francesco Di Maso
Ing. Nicola Galdiero
Ing. Pasquale Esposito

Collaboratori:
Geol. V.E.Iervolino
Dott.Agr. A. Ianiro
Archeol. A.Vella
Arch. M. Perillo
Arch. C. Gaudiero
Ing. F.Quarto
Arch. M. Mauro
Studio Rinnovabili Srl

Elaborato

Nome Elaborato:

INTEGRAZIONE RELAZIONE GEOLOGICA, DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA E DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA



00	GEN 2024	PRIMA EMISSIONE	INSE Srl	INSE Srl	Giglio rinnovabili s.r.l.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione

Scala: --

Formato: **A4**

Codice Pratica

S251

Codice Elaborato

CS251-GEO17-R

 GIGLIO RINNOVABILI S.R.L. Largo Augusto n.3 20122 Milano pec: gigliorinnovabili@legalmail.it	INTEGRAZIONE A RELAZIONE GEOLOGICA, DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA E SISMICA		Cod. CS251-GEO17-R	
			Data GEN 2024	Rev. 00

Sommario

1	PREMESSA	3
2	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	4
3	INTEGRAZIONI ALLA CARTA GEOLITOLOGICA DELL'AREA.....	6
4	APPROFONDIMENTI SULL'ACCLIVITÀ DELL'AREA.....	10
5	ANALISI DI STABILITÀ	11
5.1	Profili topografici usati nelle elaborazioni	11
5.2	Scelta dei Parametri Geotecnici e SISMICI	13
5.3	Risultati Analisi di Stabilità.....	14
5.3.1	Analisi di Stabilità SAB 01	14
5.3.2	Analisi di Stabilità SAB 02	14
5.3.3	Analisi di Stabilità SAB 03	15
5.3.4	Analisi di Stabilità SAB 04	15
5.3.5	Analisi di Stabilità SAB 05	16
5.4	Conclusioni Analisi di Stabilità.....	16
6	CONCLUSIONI.....	17

Allegati

Elaborazioni Analisi di Stabilità

Allegati Cartografici (a parte)

CS251-GEO12-D-Carta del Modello Digitale del Terreno da Lidar 1m.pdf

CS251-GEO13-D-Carta della Acclività Rev1.pdf

CS251-GEO14-D-Carta delle Indagini Geognostiche Disponibili.pdf

CS251-GEO15-D-Carta Geolitologica Rev1.pdf

CS251-GEO16-D-Carta dei profili topografici e delle analisi di stabilità eseguite.pdf

 GIGLIO RINNOVABILI S.R.L. Largo Augusto n.3 20122 Milano pec: gigliorinnovabili@legalmail.it	INTEGRAZIONE A RELAZIONE GEOLOGICA, DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA E SISMICA		Cod. CS251-GEO17-R	
			Data GEN 2024	Rev. 00

PREMESSA

La società Giglio Rinnovabili srl – volendo realizzare un progetto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica ubicato nel comune di Savignano Irpino (AV), con opere di connessione nei comuni di Ariano Irpino (AV) e Castelfranco in Miscano (BN) – ha commissionato la Relazione Geologica, di Compatibilità Idrogeologica e di Caratterizzazione Sismica (di seguito citata con la sigla R.G.) allo scrivente geol. Vittorio Emanuele Iervolino, regolarmente iscritto all’Ordine dei Geologi della Regione Campania con n° 2392, che in data 28/06/2022 consegna l’elaborato tecnico.

La presente “Integrazione alla Relazione Geologica, di Compatibilità Idrogeologica e Sismica” risponde alla Richiesta Integrazione che il Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica chiede in data 14/11/2023 ed in dettaglio al punto 3 Territorio e Paesaggio:

3.1 Con specifico riferimento all’impatto complessivo del Progetto sul suolo e sul sottosuolo, si richiede di:

- 3.1.a. fornire una Relazione geologica integrativa, estesa a tutte le opere da realizzare, in cui sia valutata e dichiarata la compatibilità ambientale dell’intervento in ordine agli aspetti di pericolosità geologica del territorio. In particolare, considerate le interferenze tra le opere in progetto e gli areali a pericolosità da frana elevata perimetrati nell’ambito del PAI, alla luce del contesto ambientale di riferimento e delle pendenze significative dei versanti su cui andranno ad insistere gran parte degli aerogeneratori, si ritiene necessario che il Proponente fornisca un approfondimento del modello geologico e idrogeologico delle aree di pertinenza progettuale anche mediante l’esecuzione di indagini geognostiche e geofisiche in situ. A corredo di tali approfondimenti dovranno essere redatti dei profili litostratigrafici rappresentativi delle aree di installazione degli aerogeneratori;

Le presenti Integrazioni migliorano la R.G. nei seguenti punti:

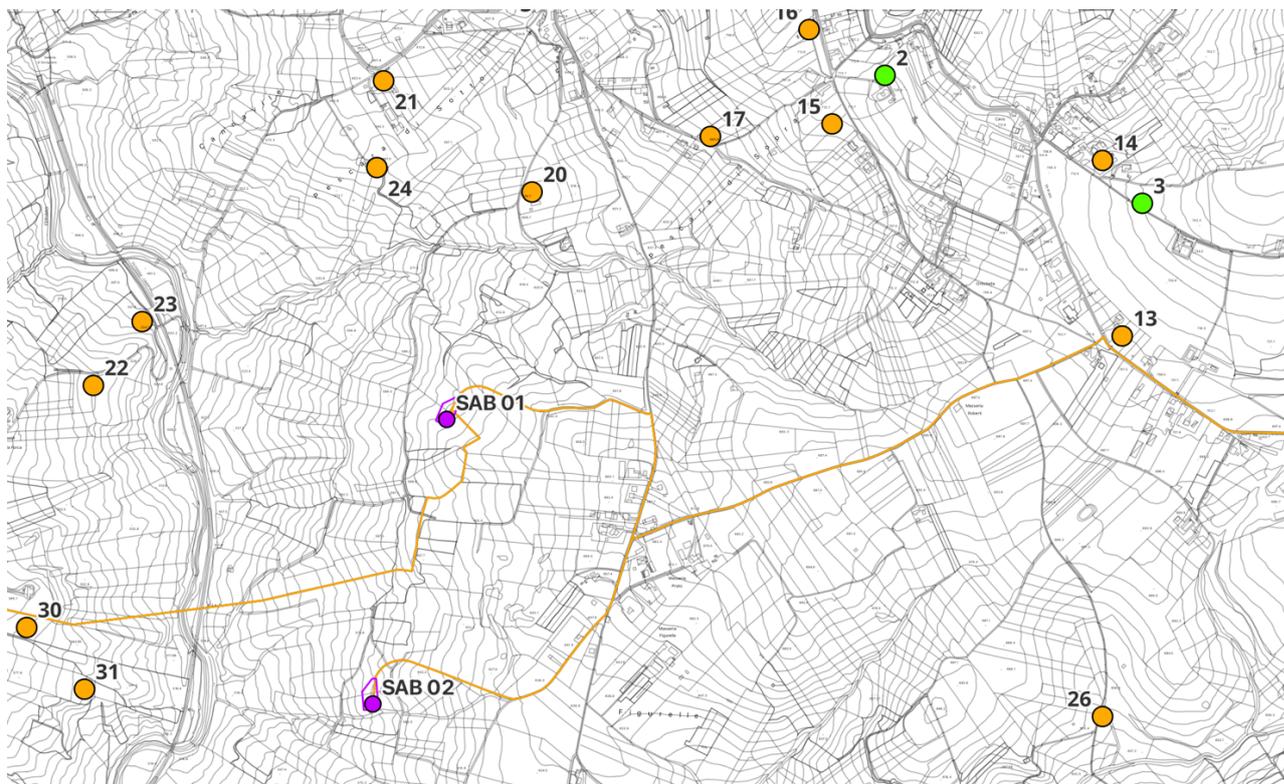
- prendendo a riferimento un nuovo Modello Digitale del Terreno (DTM) ed in dettaglio il Lidar ad 1m del Ministero dell’Ambiente, molto più dettagliato rispetto al DTM Lidar a 10m del Progetto TinItaly, utilizzato nella R.G.
- realizzando un’accurata Carta delle Acclività dell’intorno delle future postazioni di installazione degli aerogeneratori, con risoluzione di 1m rispetto quella prodotta per la R.G. a 10m di risoluzione
- prendendo a riferimento i circa 32 sondaggi geognostici del PUC di Savignano Irpino, utili per la caratterizzazione stratigrafica, geolitologica, geotecnica ed idrogeologica generale dell’area
- rivedendo completamente la Carta Geolitologica dell’area di impianto dei futuri aerogeneratori
- eseguendo analisi di stabilità su ogni postazione di futura installazione degli aerogeneratori, in cui sono state eseguite sezioni topografiche di dettaglio ed eseguite caratterizzazioni geotecniche dei parametri di input grazie ai dati interpretati dal PUC di Savignano Irpino o ricavati da elaborazioni ex-novo.



1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

In queste Integrazioni della R.G. è stata eseguita un'accurata ricerca bibliografica di quanto disponibile per il territorio comunale di Savignano Irpino e nello specifico è stata presa a riferimento la Relazione Geologica del geol. Giuseppe Carchia del 2014 per il Piano Urbanistico Comunale di Savignano Irpino con approfondimenti sui numerosi sondaggi geognostici eseguiti in più annate per la caratterizzazione geologica e getecnica comunale.

Nella figura che segue si riporta l'ubicazione delle indagini disponibili per il PUC di Savignano Irpino, in cui sono state geolocalizzate e differenziate nelle diverse annate (1987 – 2006 – 2011) i sondaggi disponibili, nell'immediato intorno l'area di nostro interesse.



Sia per la R.G. sia per la presente Integrazione non è stato possibile eseguire indagini geognostiche sito specifiche ed in dettaglio indagini geognostiche per le n° 5 postazioni di futura installazione degli aerogeneratori, per il percorso del cavidotto e per la futura installazione della stazione elettrica.

I motivi per cui il Proponente SAB ha potuto eseguire – in questa fase iniziale del Iter Autorizzativo - doverose ed esaustive indagini geognostiche necessarie alla caratterizzazione stratigrafica, geolitologica, idrogeologica, geomorfologica e di dissesto idrogeologico dell'area sono da ricercare nei seguenti punti:

- In questa fase di Progetto Definitivo, non avendo quindi ancora Autorizzazione a poter realizzare l'opera, il Proponente non ha la possibilità di prendere accordi con i rispettivi proprietari dei lotti di terreno per accedere ai luoghi di lavorazione delle indagini geognostiche
- In questa fase di Progetto Definitivo, non avendo quindi ancora Autorizzazione a poter realizzare l'opera, il Proponente non può sostenere una spesa considerevole per eseguire, citando la Richiesta Integrazione dell'Ente: << un approfondimento del modello geologico e idrogeologico delle aree di pertinenza progettuale anche mediante l'esecuzione di indagini geognostiche e geofisiche in situ >>. Il Proponente non avendo in questa fase dei lavori alcuna certezza di riuscire ad arrivare all'Autorizzazione del Progetto, soggetto a Pareri di molti Enti diversi, non può - in questa fase di

 GIGLIO RINNOVABILI S.R.L. Largo Augusto n.3 20122 Milano pec: gigliorinnovabili@legalmail.it	INTEGRAZIONE A RELAZIONE GEOLOGICA, DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA E SISMICA		Cod. CS251-GEO17-R
			Data GEN 2024

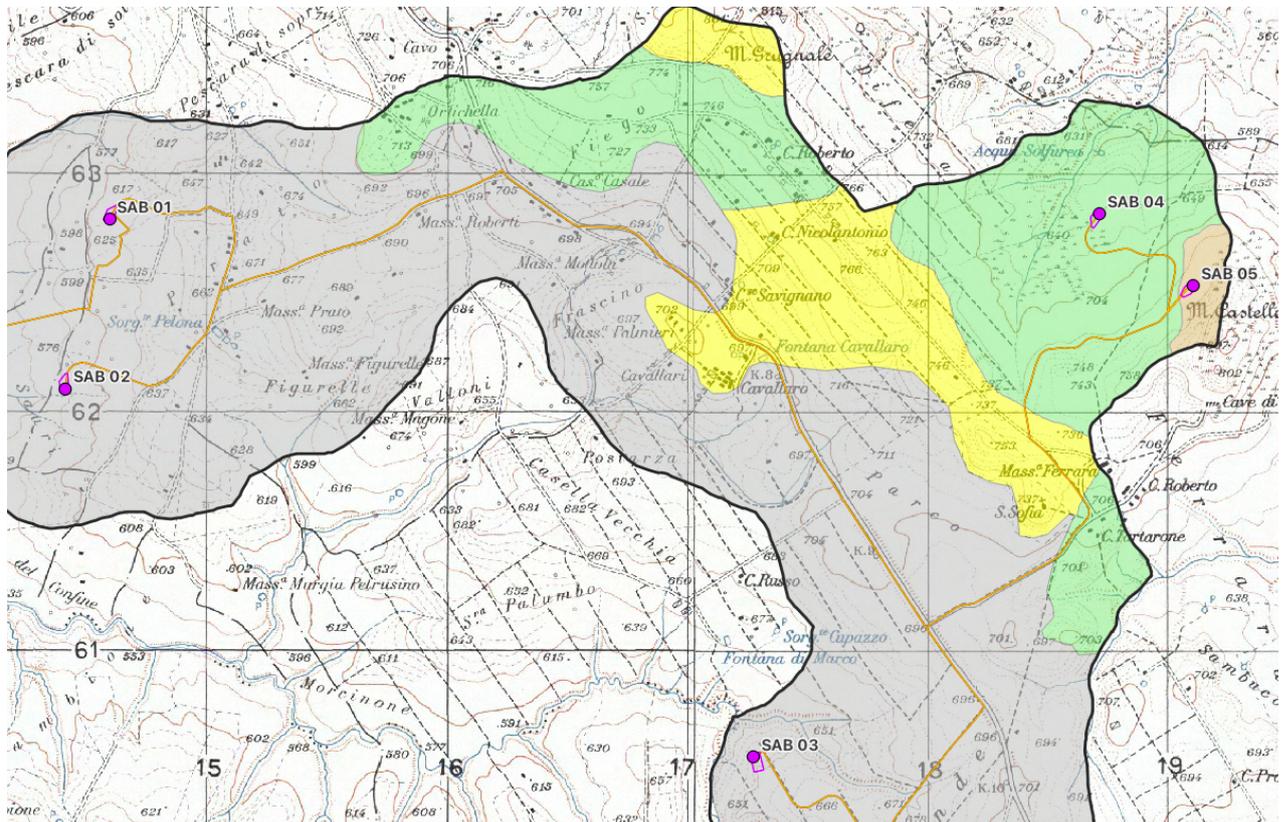
Progetto Definitivo – sostenere una spesa di queste proporzioni che potrebbe essere inutile se non si arriva al completamento dell’Iter Procedurale. E’ doveroso precisare che quando si parla di indagini geognostiche per i terreni di Savignano Irpino, si parla categoricamente di sondaggi a carotaggio continuo, spinti fino a 40m di profondità dal piano campagna, con il prelievo di campioni di terreno per le esaustive indagini geotecniche di laboratorio, sondaggi geognostici allestiti con piezometro o per l’esecuzione dell’indagine sismica down-hole.

2 INTEGRAZIONI ALLA CARTA GEOLITOLOGICA DELL'AREA

Prendendo a riferimento la Carta Geologica del PUC di Savignano Irpino e i numerosi sondaggi eseguiti nel territorio comunale e allegati nella Relazione Geologica del PUC, è stata rivista la Carta Geolitologica dell'area di impianto dei futuri aerogeneratori, dove i terreni di fondazione del futuro impianto eolico possono essere distinti in tre formazioni principali:

Formazione	Aerogeneratori
Calcarei marnosi, marne e argille varicolori della Formazione della Daunia	SAB 4
Argille, marne e calcareniti delle Argille Varicolori	SAB 1 – SAB 2 – SAB 3
Gessi macro e microcristallini	SAB 5

Nella figura che segue si rimette lo stralcio della Carta Geolitologica prodotta (CS251-GEO15-D-Carta Geolitologica Rev1).





Prendendo a riferimento il PUC di Savignano Irpino, si allega di seguito la stratigrafia del sondaggio S14 del 1988, per dare un inquadramento di massima dei presumibili terreni nell'intorno dell'aerogeneratore SAB4.

Prof. del p.c. (m.)	Strat.	TERRENI ATTRAVERSATI	Carotag. 25 30 75	Campioni ind.	livello di falda
0.00		TERRENO ELUVIALE, DI COLORE GRIGIO-SCURO, DI NATURA ARGILLOSA. E' PRESENTE UNA COMPONENTE DI ORIGINE VULCANICA			
2.00		ARGILLE MARNOSE VARIEGATE, VARICOLORI, ALTEGATE			
3.30		ARGILLE LINO-SABBIOSE, VARICOLORI			
9.80		ARGILLE SABBIOSE, VARICOLORI		6.00 6.50	
12.00		ARGILLE SCAGLIOSE, GRIGIASTRE			
15.30		ARGILLE SABBIOSE E MARNOSE, GRIGIO-ARDEA, SCAGLIOSE			
16.50		ARGILLE GRIGIO-PLUMBEE, COMPATTE			
24.00					

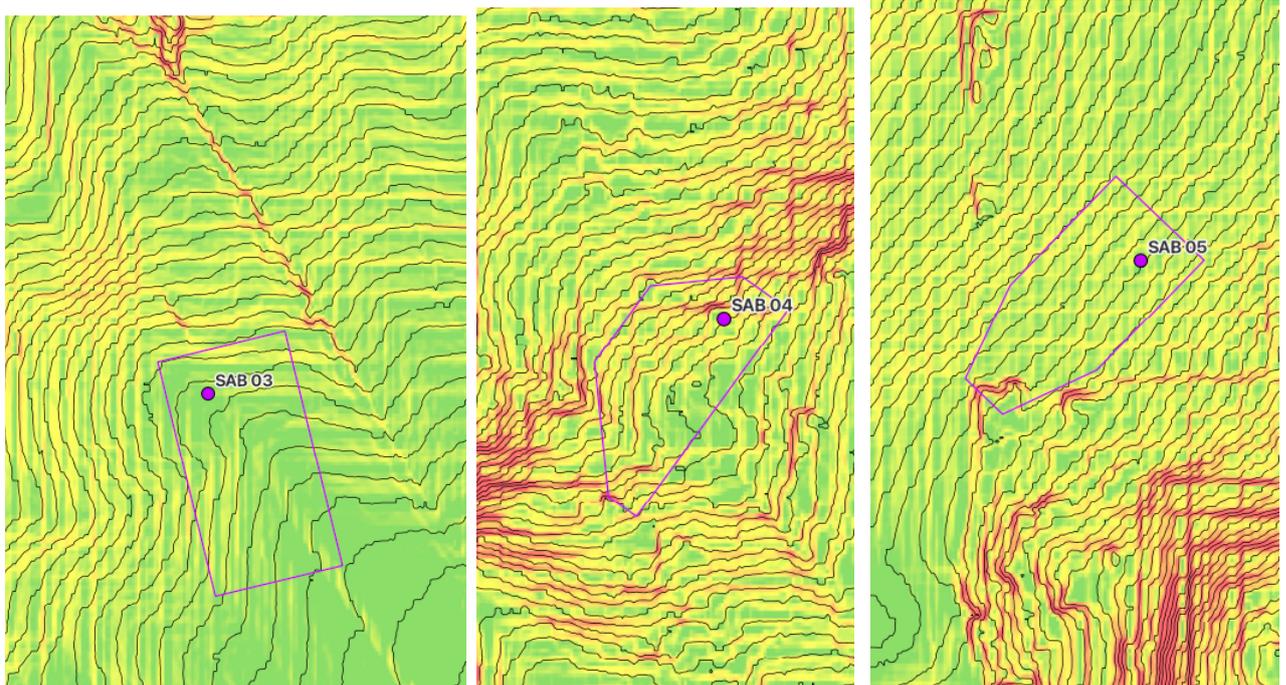
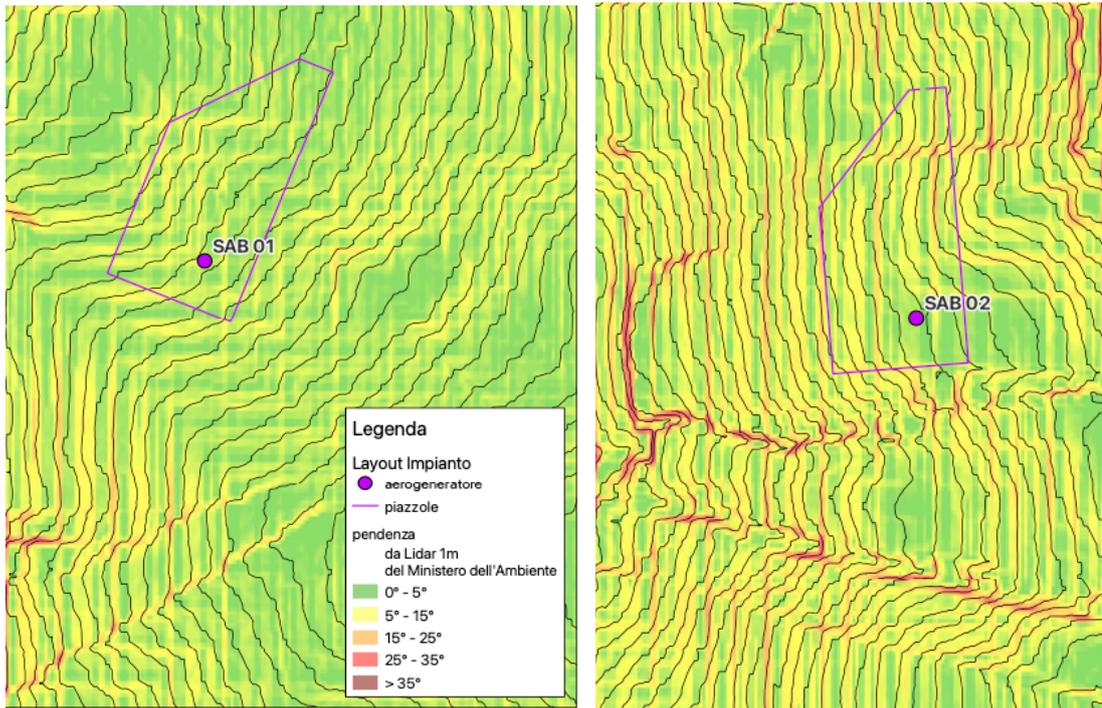
Nella figura che segue viene mostrato un affioramento di Gesso nei pressi della cava abbandonata di Monte Castello, proprio alle spalle dell'aerogeneratore SAB5 a seguito di sopralluogo eseguito dallo Scrivente per la redazione della R.G, nel giugno 2022.



3 APPROFONDIMENTI SULL'ACCLIVITÀ DELL'AREA.

La R.G. si basa su un DTM a 10m di risoluzione, che prende a riferimento il dato LIDAR del Progetto Tintaly di INGV. Per queste Integrazioni invece è stato preso a riferimento – anche per le analisi di stabilità dettagliate nel capitolo che segue – un modello digitale del terreno molto più accurato: il Lidar a 1m del Ministero dell'Ambiente.

Si riportano di seguito le elaborazioni cartografiche in GIS eseguite per stimare l'acclività di ogni postazione di futura installazione degli aerogeneratori.



4 ANALISI DI STABILITÀ

in questa Integrazione si approfondisce la problematica di dissesto di versante predisponendo analisi di stabilità di versante per tutte le postazioni di futura installazione degli aerogeneratori.

Le elaborazioni sono state eseguite con i seguenti software:

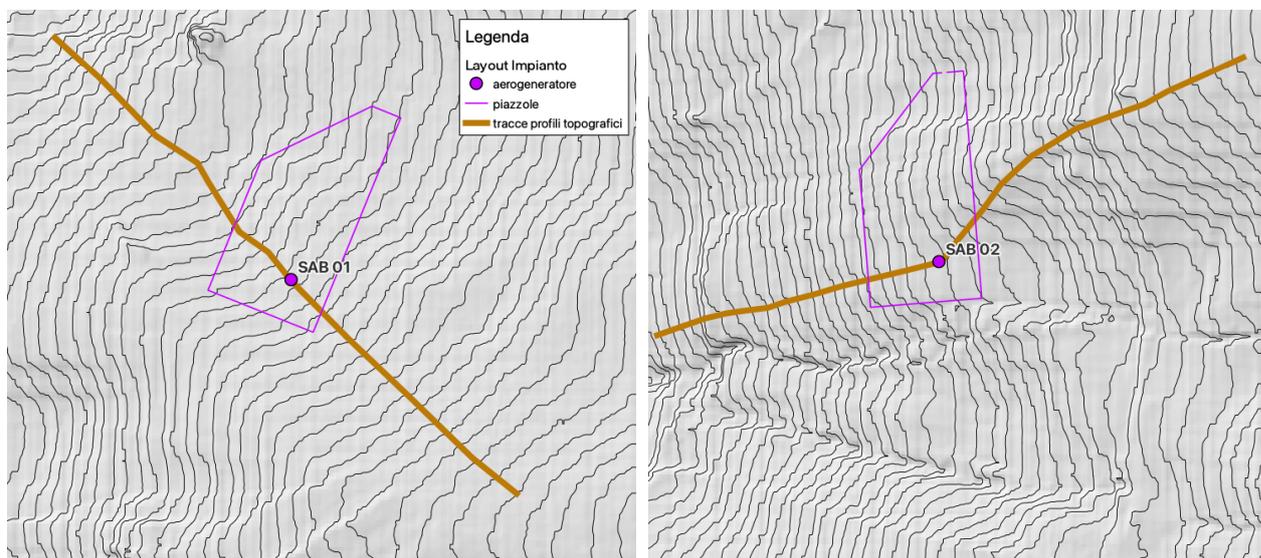
- QGIS (gestione base cartografica ed esecuzione profili topografici)
- Geostru PS Advanced (calcolo parametri sismici locali)
- Rexel (ricerca accelerogrammi naturali compatibili con gli spettri in accelerazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC '08)
- Geostru Dynamic Probing (elaborazione prove penetrometriche SPT)
- Geostru Slope (analisi di stabilità di versante).

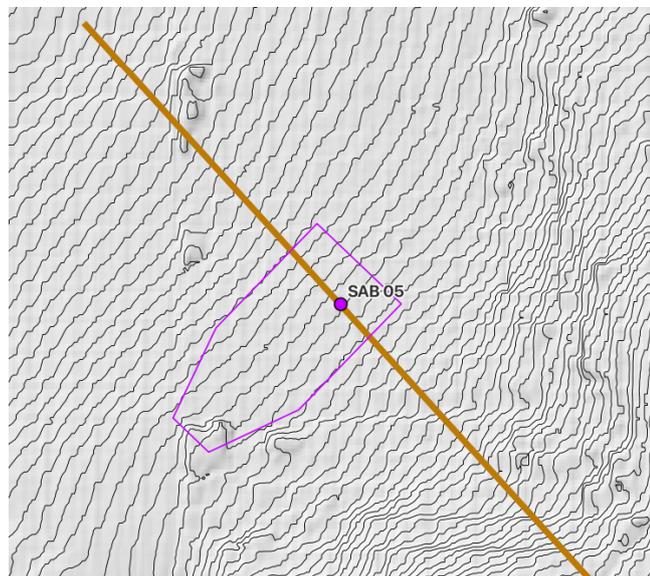
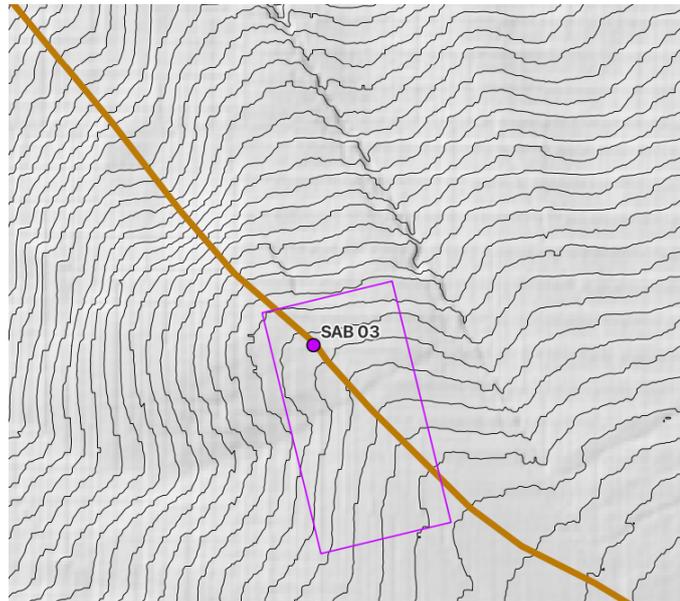
Il software QGIS è liberamente scaricabile, anche per uso commerciale, i software della Geostru sono tutti doverosamente licenziati, l'applicativo Rexel è liberamente scaricabile sul sito www.reluis.it ma è doveroso come ringraziamento citare gli autori: Iervolino I., Galasso C., Cosenza E. (2009). REXEL: computer aided record selection for code-based seismic structural analysis. Bulletin of Earthquake Engineering, 8:339-362. DOI 10.1007/s10518-009-9146-1.

4.1 PROFILI TOPOGRAFICI USATI NELLE ELABORAZIONI

Con il software QGIS è stato preso a riferimento il lidar ad 1m del Ministero dell'Ambiente, dal quale sono state estrapolate le isoipse con passo di 1m e da queste ricavate le tracce di massima pendenza per ricavare alla fine – per ogni futura postazione di installazione di aerogeneratore – profili topografici accurati.

Si riportano di seguito le tracce dei profili topografici realizzati.





4.2 SCELTA DEI PARAMETRI GEOTECNICI E SISMICI

Prendendo a riferimento la Carta Geolitologica Rev1 prodotta, i n°5 aerogeneratori sono stati distinti in tre contesti geotecnici diversi:

SAB 1 – SAB 2 – SAB 3: in terreni argillosi

SAB 4: in terreni argillosi-marnosi

SAB 5: in terreni argillosi-marnosi (a favore di sicurezza non si è considerato il substrato litoide evidenziato in cartografia (e nel PUC di Savignano Irpino) ma si è proceduto a settare come input gli stessi parametri di SAB4.

In dettaglio:

- Per la parametrizzazione geotecnica di SAB1 – SAB2 – SAB3 sono state prese a riferimento le caratteristiche geotecniche dei sondaggi n°20 – 21 – 24 del 1988 del PUC di Savignano. In riferimento alla coesione non drenata – parametro mancante nella Relazione Geologica del PUC – sono state prese a riferimento le prove SPT dei sondaggi sopracitati, ricavando il parametro con il software licenziato Dynamic Probing e utilizzando la formula di Schmertmann 1975.

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terza ghi-Peck	Sanglerat	Terza ghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Bena si e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] -	52	11,95	3,51	6,50	0,00	1,81	5,20	0,00	3,79	5,75	2,60	7,15	6,50
[2] -	64	12,95	4,32	8,00	0,00	2,13	6,42	0,00	4,39	7,46	3,20	9,12	8,00
[3] -	47	15,95	3,17	5,88	0,00	1,66	4,70	0,00	3,52	5,09	2,35	5,55	5,88

- Per la parametrizzazione geotecnica di SAB 4 (e SAB5) è stato preso a riferimento il sondaggio S14 del 1988 del PUC di Savignano. In riferimento alla coesione non drenata – parametro mancante nella Relazione Geologica del PUC – sono state prese a riferimento le prove SPT dei sondaggi sopracitati, ricavando il parametro con il software licenziato Dynamic Probing e utilizzando la formula di Schmertmann 1975.

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terza ghi-Peck	Sanglerat	Terza ghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Bena si e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] -	53	10,45	3,58	6,63	0,00	1,84	5,31	0,00	3,85	5,89	2,65	7,60	6,63

Le stratigrafie geotecniche prese a riferimento per tutte le elaborazioni sono molto semplificate e prendono a riferimento sondaggi geognostici eseguiti nell'intorno dell'area di analisi. Restano approssimazioni attendibili ma non accurate per le quali servono indagini geognostiche sitespecifiche.

I Parametri sismici locali sono stati estrapolati dall'applicativo della Geostru PS Advanced, integrando il dato con gli accelerogrammi naturali ricavati da Rexel.

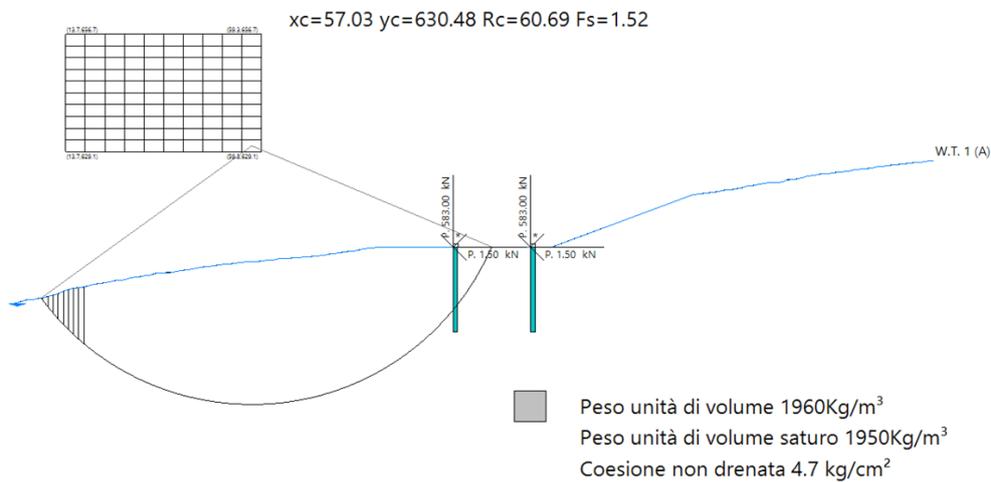
Per la parametrizzazione delle fondazioni da applicare all'analisi di stabilità, si rimanda alla Relazione Tecnica "Calcoli preliminari delle strutture e fondazioni" allegata al Progetto.

Di seguito si riportano le elaborazioni grafiche delle analisi di stabilità eseguite, che vengono comunque allegate a fondo relazione per i doverosi approfondimenti.

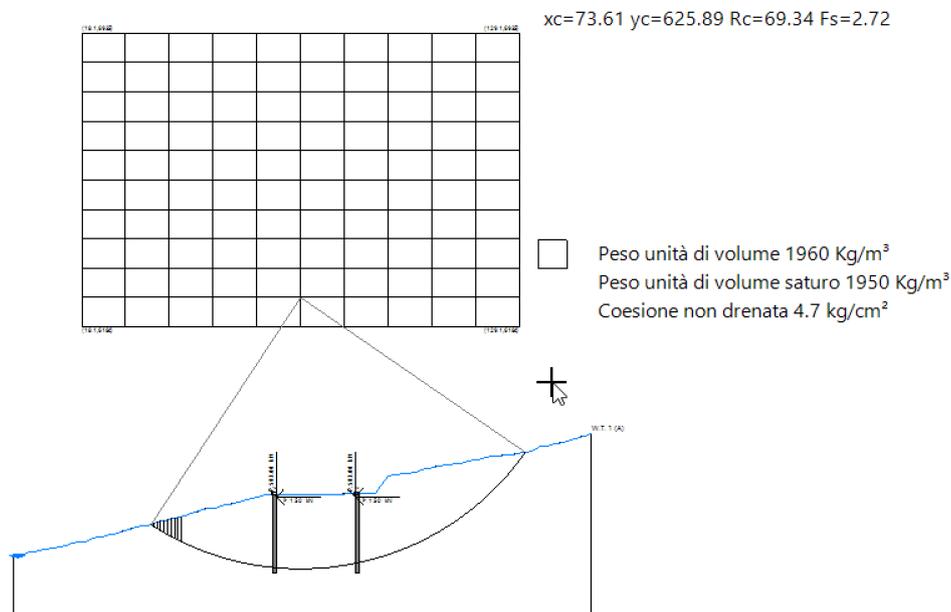
4.3 RISULTATI ANALISI DI STABILITÀ

Si riporta – per ogni postazione di futura installazione degli aerogeneratori – sezione topografica dell’area in post opera, dove il versante è stato regolarizzato per far posto alla piazzola e all’aerogeneratore. La falda (linea celeste) è stata supposta – a favore di sicurezza – a piano campagna anche se non è stata mai rinvenuta nei sondaggi del PUC al piano campagna o il più delle volte neanche rinvenuta. In dettaglio vengono rappresentati i pali di fondazione, posti a 20m di profondità dal piano campagna, sul cui asse centrale troverà sede l’aerogeneratore, su plinto di fondazione di circa 20m di lato, i pali rappresentati si trovano proprio all’estremità del plinto di fondazione. Viene inoltre rappresentata la maglia dei centri utilizzata per l’elaborazione ed infine la superficie a fattore di sicurezza più bassa elaborata dal software Geostru Slope.

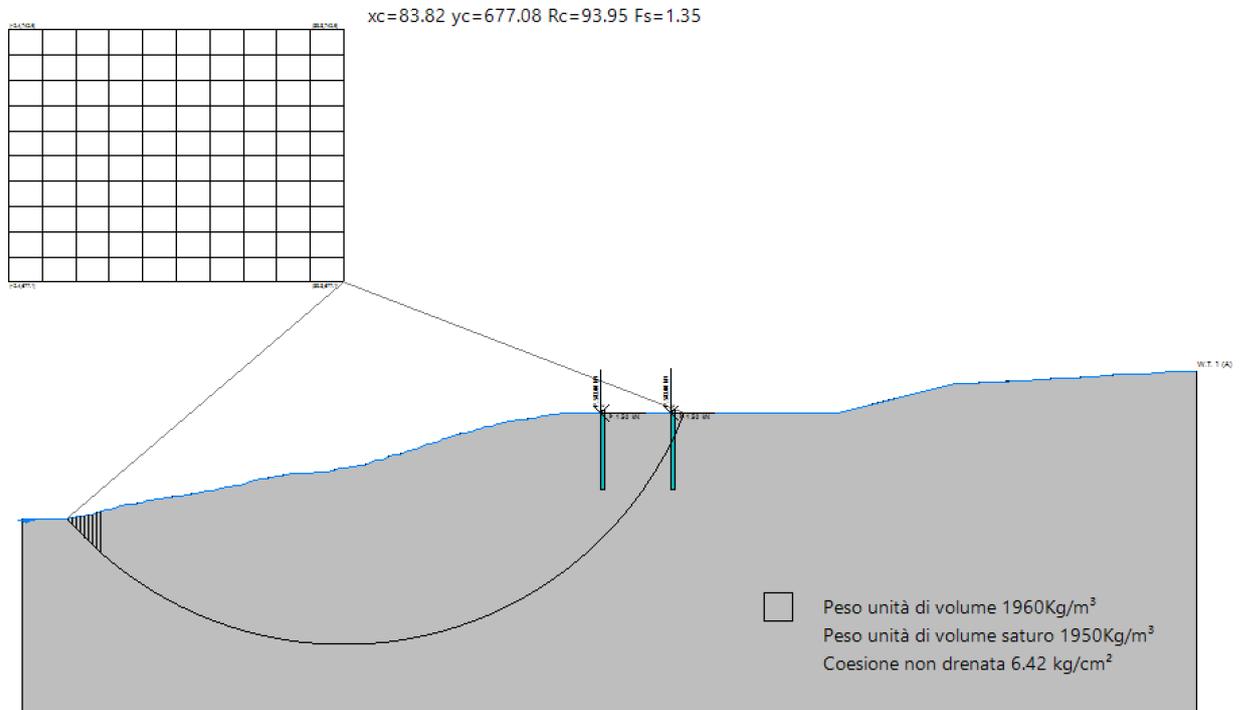
4.3.1 Analisi di Stabilità SAB 01



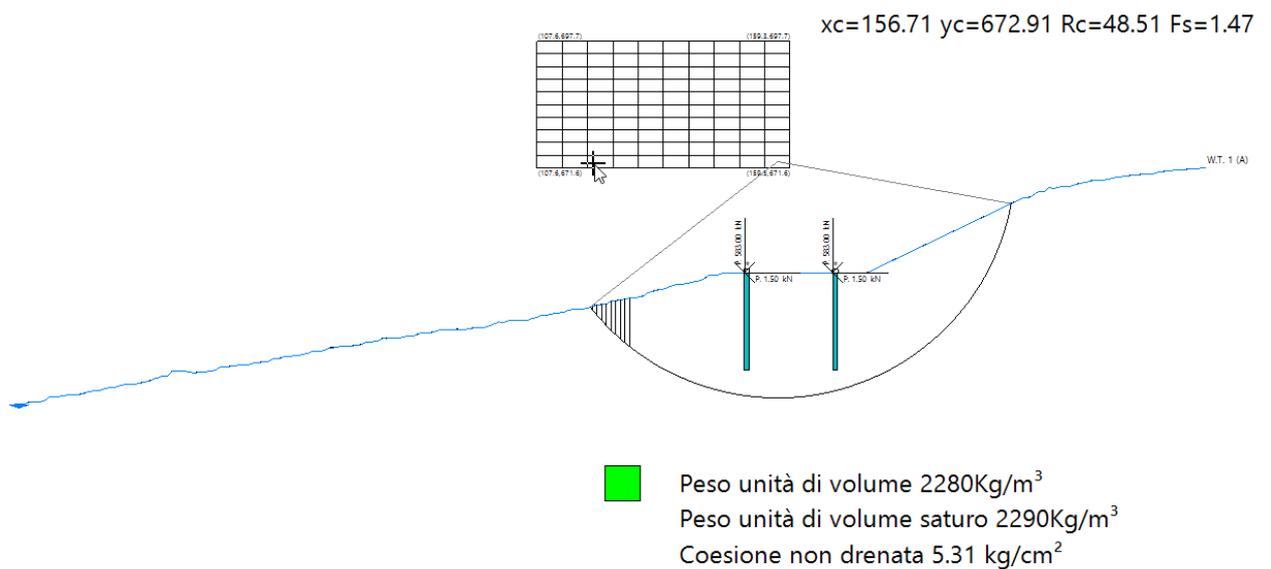
4.3.2 Analisi di Stabilità SAB 02



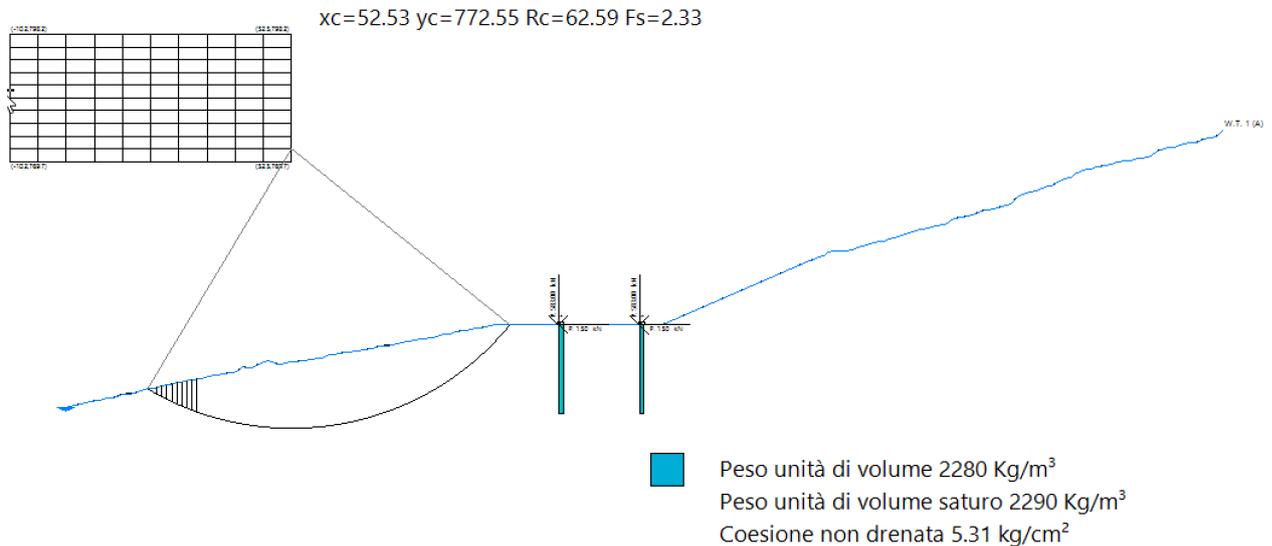
4.3.3 Analisi di Stabilità SAB 03



4.3.4 Analisi di Stabilità SAB 04



4.3.5 Analisi di Stabilità SAB 05



4.4 CONCLUSIONI ANALISI DI STABILITÀ

Tutte le elaborazioni eseguite presentano sempre un fattore di sicurezza $F_s > 1.3$

Anche se le analisi di stabilità si basano su una caratterizzazione stratigrafica e geotecnica approssimativa, avendo preso a riferimento sondaggi e non avendo previsto indagini ex novo sito-specifiche, è doveroso precisare che a vantaggio di sicurezza:

- è stata sempre considerata una falda affiorante, condizione mai ritrovata in tutti i sondaggi visionati nel PUC di Savignano Irpino
- la parametrizzazione dei dati ha preso in quasi tutti i casi sempre il valore minimo di coesione non drenata ricavata dall'elaborazione delle prove SPT
- la stratigrafia usata nelle varie elaborazioni resta semplificata nella formazione più scendente, visto che i terreni presenti in Savignano Irpino non sono delle semplici argille, ma un'alternanza di terreni fini, strati calcarei e marnosi, e in alcuni caso formazione litoide (Gesso – SAB 05) a caratteristiche geotecniche presumibilmente migliori.

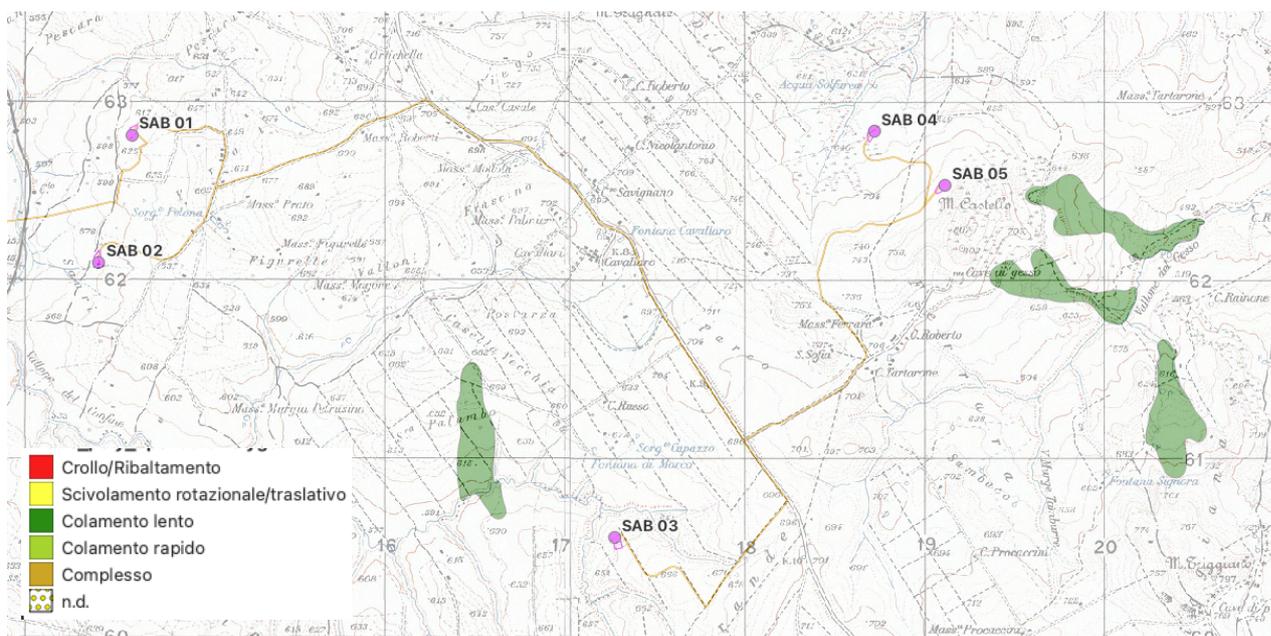


5 CONCLUSIONI

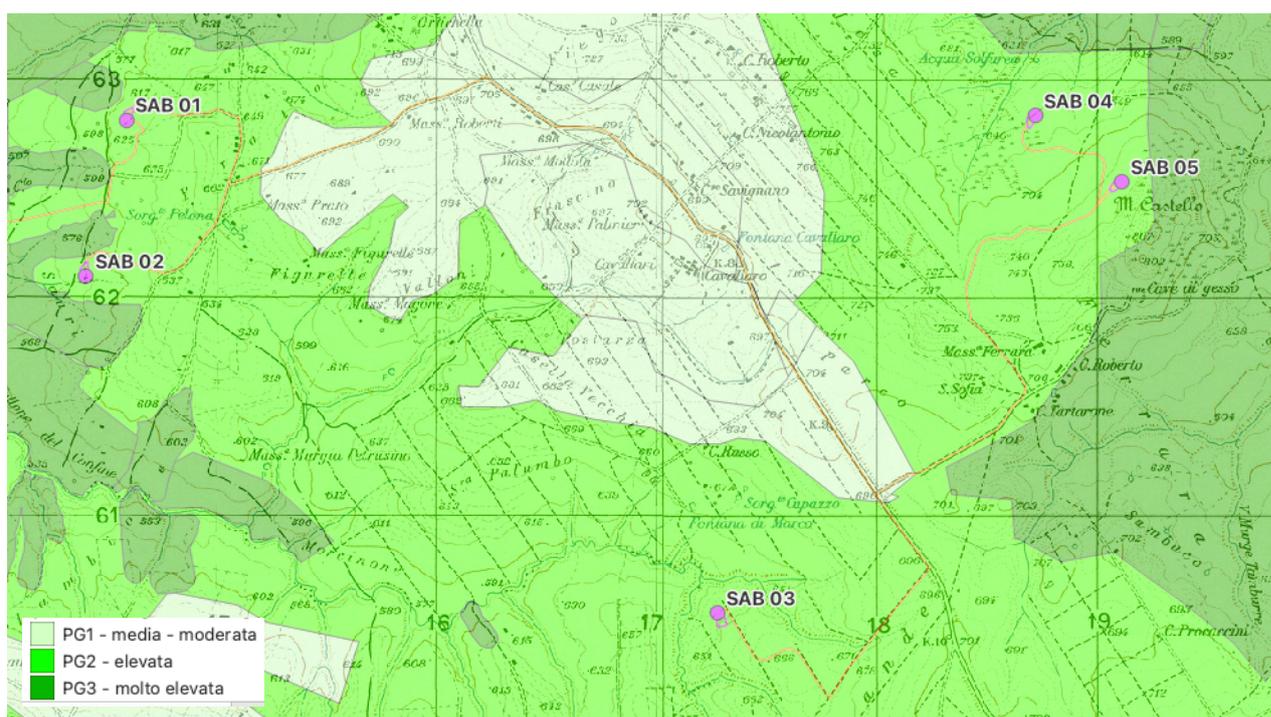
La Relazione Geologica, di Compatibilità Idrogeologica e di Caratterizzazione Sismica ha stimato la fattibilità e quindi compatibilità dell'opera sulla base di studi pregressi eseguiti per la definizione del dissesto idrogeologico e nello specifico:

Progetto IFFI

La Carta Inventario Fenomeni Franosi – Progetto IFFI, che per la zona di impianto non rileva alcuna frana degna di nota, come chiaramente indicato in stralcio nella figura che segue.



Pericolosità da Frana – UoM Regione Puglia



 GIGLIO RINNOVABILI S.R.L. Largo Augusto n.3 20122 Milano pec: gigliorinnovabili@legalmail.it	INTEGRAZIONE A RELAZIONE GEOLOGICA, DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA E SISMICA		Cod. CS251-GEO17-R	
			Data GEN 2024	Rev. 00

In riferimento al PAI dell'Ex AdB Puglia, tutti gli aerogeneratori rientrano in una zona a pericolosità da frana elevata. E' stato quindi necessario eseguire sopralluoghi accurati su ogni postazione di futura installazione degli aerogeneratori.

Nel Capitolo 6 della R.G. si passano in rassegna – per ogni futura postazione di installazione di aerogeneratore – le caratteristiche geomorfologiche e di potenziale dissesto, desunte da numerosi rilievi eseguiti in sito. Per nessuna località è stata rilevata criticità da dissesto in essere.

In aggiunta a quanto fatto nella R.G. del giugno 2022, per ogni postazione di futuro aerogeneratore sono state eseguite analisi di stabilità di massima, utili ad avere un inquadramento generale della stabilità dei luoghi. Per nessuna si è ottenuto un Fattore di Sicurezza minore di 1.3.

Alla luce delle analisi cartografiche e di rilevamento di campo eseguite a più riprese nella Relazione Geologica, di Compatibilità Idrogeologica e di Caratterizzazione Sismica del giugno 2022, unite ai miglioramenti/approfondimenti eseguiti in questa Relazione di Integrazione, con analisi di stabilità e interpretazione critica di circa 30 sondaggi geognostici messi a disposizione nel PUC di Savignano Irpino, si definisce la piena compatibilità dell'opera nel territorio circostante.

E' doveroso precisare che le valutazioni prodotte si basano su indagini geognostiche prese a riferimento e non sito-specifiche. Nella fase esecutiva del progetto dovranno essere realizzate esaustive indagini geognostiche in sito e in laboratorio per una corretta caratterizzazione geologica, stratigrafica, geotecnica ed idrogeologica dell'area. Si raccomanda inoltre il rilievo planoaltimetro dell'intorno dell'area di studio per poter prevedere e dimensionare in dettaglio opportune opere di mitigazione al corretto deflusso delle acque meteoriche e di erosione areale.

Ottaviano, 9 gennaio 2024

Geol. Vittorio Emanuele Iervolino