

INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "Andretta- Bisaccia"

**ADEGUAMENTO TECNICO IMPIANTO EOLICO MEDIANTE INTERVENTO DI REPOWERING
DELLE TORRI ESISTENTI E RIDUZIONE NUMERICA DEGLI AEROGENERATORI**



**Progettazione
Coordinamento**

GEKO S.p.A.
Via Reno, 5 - 00198 Roma (RM)
Tel. 06.88803910 | Fax 06.45654740
E-Mail: gekospa@pec.gekospa.it

**Studio Acustico
e avtraumatico**

Teasistemi
Via Ponte Piglieri, nr 8 - 56122 Pisa (PI)
Tel. 05.06396101
E-Mail: info@tea-group.com

Progettista:

Progetto Energia s.r.l.
Via Cardito, 202 - 83031 Ariano Irpino (AV)
Tel. 0825.831313
E-Mail: info@progettoenergia.biz

Ing. Massimo Lo Russo
Dott. Antonio Petriccione

Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	02.05.2024	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	A. PETRICCIONE	A. PETRICCIONE	A. PETRICCIONE

Progettazione, Studi Ambientali e Specialistici

Titolo Documento:

RELAZIONE GEOTECNICA E SULLA MODELLAZIONE SISMICA

Numero documento:

Commessa			Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.							
2	3	3	5	0	2	D	R	0	2	1	6	0	0

Opera

Progetto di Integrale Ricostruzione di un impianto eolico composto da 18 aerogeneratori da 6,6 MW per una potenza complessiva di 118,8MW e relative opere di connessione nei Comuni di Andretta, Bisaccia e Vallata (AV) con smantellamento di n.35 aerogeneratori di potenza in esercizio pari a 70MW

Approvazione e documento	Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
	00	Maggio 2024	Emissione per progetto definitivo	Progetto Energia S.r.l.	Geko S.p.A.	Edison Rinnovabili S.p.A.

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	SCOPO	3
1.2	UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO	3
1.3	ARTICOLAZIONE DEL LAVORO	6
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE	7
2.1	GEOLOGICO E STRUTTURALE	7
2.2	GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO	8
3	MODELLAZIONE SISMICA	12
3.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA	12
3.2	INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DERIVANTI DA INDAGINI PREGRESSE	15
3.3	ANALISI DEL SUOLO DI FONDAZIONE	16
3.4	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	17
4	MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA	18
4.1	STABILITÀ DELL'AREA	18
4.2	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	19
5	CONCLUSIONI	20

ALLEGATI:

- ✓ Stralcio topografico IGM con individuazione dell'area in esame Scala 1:25.000
- ✓ Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000 con individuazione area in esame
- ✓ Stralcio Carta Scenari di rischio UoM Liri Garigliano Volturno, UoM Regione Puglia e Interregionale Ofanto Scala 1:25.000

1 PREMESSA

1.1 SCOPO

Scopo del presente documento è la valutazione in via preliminare dei caratteri geologici e geomorfologici dell'area in esame per il **progetto di ammodernamento complessivo (repowering) di un impianto eolico esistente, costituito da due lotti, sito nei Comuni di Andretta e Bisaccia (AV)**, di proprietà della società Edison Rinnovabili S.p.A, connesso all'impianto Terna, sito in agro di Bisaccia (AV), realizzato ed in esercizio con: Concessione Edilizia n.34/2002 e successiva variante con Denuncia di Inizio Attività depositata in data 08/04/2004 (Comune di Andretta); Concessione edilizia in data n.20/2002 e successiva variante autorizzata con Denuncia di Inizio attività depositata in data 01/03/2004 (Comune di Bisaccia), previo parere favorevole della Commissione Tecnico – Istruttoria Regionale per la valutazione di Impatto Ambientale del 05/02/2002, recepito dalla Regione Campania con D.P.G.R.C. n.851 del 12.12.2002.

L'impianto eolico esistente si compone di due lotti: "*Centrale Eolica Andretta*" e "*Centrale eolica Bisaccia*".

La Centrale Eolica Andretta si compone di 11 aerogeneratori, di cui 9 ubicati nel territorio del Comune di Andretta e 2 in quello di Bisaccia, per una potenza complessiva pari a 22 MW. La centrale eolica Bisaccia si compone di 24 aerogeneratori, di cui 5 ubicate nel territorio del Comune di Andretta e 19 in quello di Bisaccia, per una potenza complessiva pari a 48 MW. Pertanto, l'impianto eolico esistente si compone di 35 aerogeneratori, con diametro di 80m, altezza al mozzo pari a 68 m e potenza di 2,0 MW, per una potenza totale di impianto pari a 70 MW, realizzato nei Comuni di Bisaccia (AV) e Andretta (AV), con il cavidotto in media tensione interrato che raggiunge l'impianto d'utenza per connessione, connesso al limitrofo impianto di proprietà di Terna S.p.A, sito in agro di Bisaccia (AV). L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito "**Impianto eolico esistente**".

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente, oggetto della presente valutazione, consta invece nell'installazione di 18 aerogeneratori con diametro massimo di 155,0 m, altezza massima pari a 180m e potenza unitaria massima di 6,6 MW, per una potenza totale massima pari a 118,80 MW, da realizzare nel medesimo sito. In merito alle opere di connessione, è prevista:

- la sostituzione dei cavidotti interrati MT, con piccole variazioni al tracciato;
- la realizzazione di un nuovo impianto d'utenza per la connessione, costituito da una nuova stazione elettrica d'utenza 30/150 kV, sbarre 150 kV e cavidotto AT, quest'ultime condivise con altro produttore avente codice pratica 06020746;
- la condivisione dell'impianto di rete per la connessione con il produttore di cui sopra. In particolare, il Progetto si conatterà sullo stallo esistente ed in esercizio all'interno della stazione RTN a 380/150kV denominata "Bisaccia", su cui attualmente è connesso alla rete l'impianto con codice pratica 06020746.

Il Progetto, nella configurazione innanzi descritta, viene definito nel seguito "**Progetto di ammodernamento**".

1.2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

Il Progetto di ammodernamento è realizzato nell'ambito dello stesso sito in cui è localizzato l'Impianto eolico esistente, autorizzato ed in esercizio, dove per stesso sito si fa riferimento alla definizione del comma 3-bis dell'art. 5 del D. Lgs. N. 28/2011.

In particolare, il Parco eolico (aerogeneratori, piazzole e viabilità d'accesso agli aerogeneratori) ricade nei comuni di Andretta (8 aerogeneratori), di Bisaccia (9 aerogeneratori) e di Vallata (1 aerogeneratore). Il cavidotto MT interrato, a sua volta, attraversa questi comuni per connettere il parco eolico al nuovo impianto d'utenza per la connessione, sito nel Comune di Bisaccia, a sua volta connesso all'impianto di rete per la connessione esistente all'interno della stazione RTN di Bisaccia (AV).

L'area di interesse si colloca a sud ovest del Comune di Bisaccia (AV), a Nord del Comune di Andretta (AV) e al confine del Comune di Vallata (a Ovest). Rispetto ai nuclei urbani dei comuni limitrofi l'impianto si colloca a circa 2,5 km da Bisaccia (AV), a circa 1,5 km da Andretta (AV), a circa 5,0 km da Vallata (AV) e a circa 6,5 km da Guardia Lombardi (AV).

Si riporta di seguito uno stralcio della corografia di inquadramento.

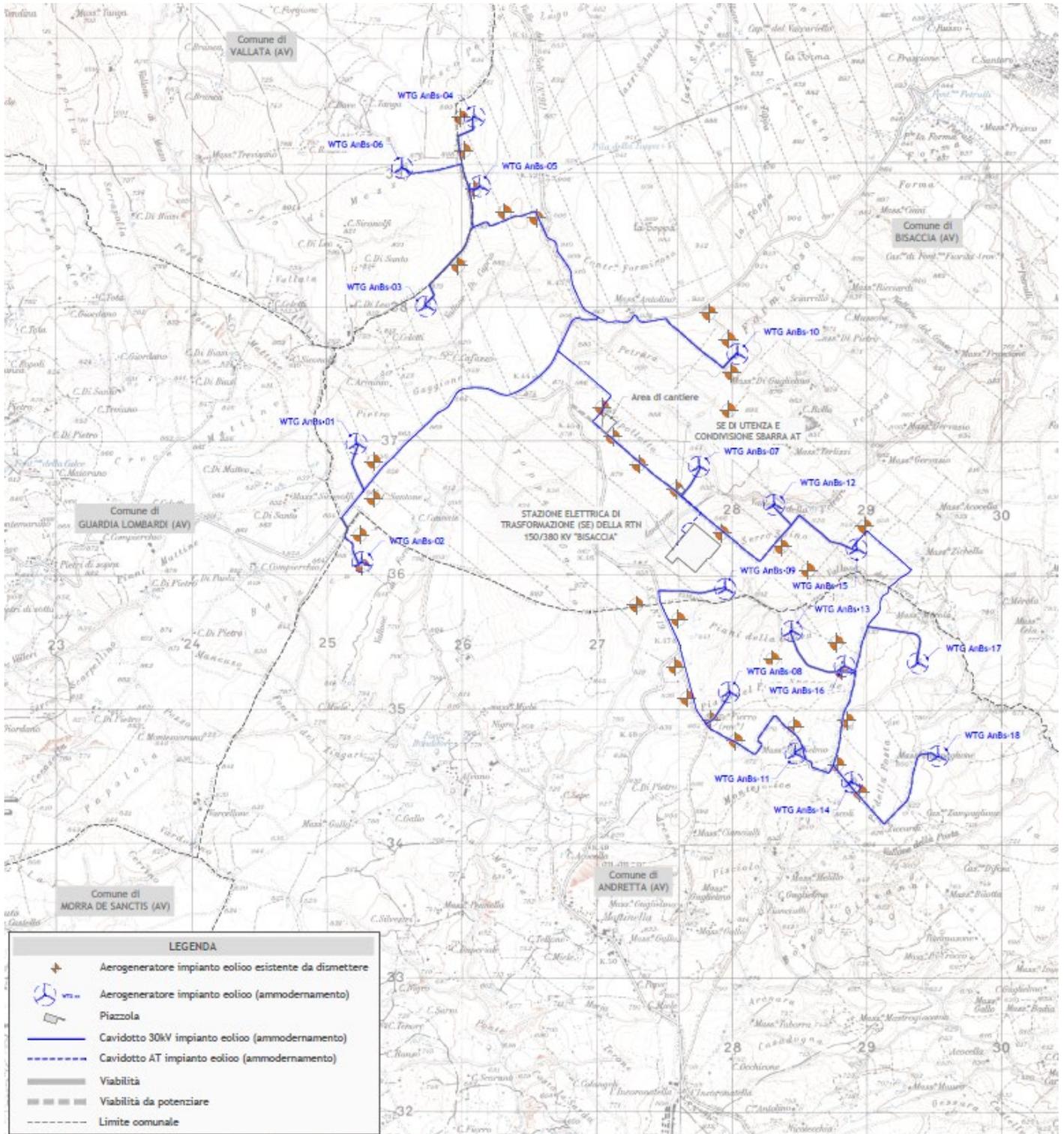


Figura 1 – Corografia d'inquadramento

Si riportano di seguito le coordinate in formato UTM (WGS84) del **progetto di ammodernamento** con i fogli e le particelle in cui ricade la fondazione degli aerogeneratori:

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 33		Identificativo catastale		
	Long. E [m]	Lat. N [m]	Comune	Foglio	Particella
WTG AnBs-01	525.143	4.536.795	BISACCIA	37	16
WTG AnBs-02	525.185	4.535.914	ANDRETTA	1	310
WTG AnBs-03	525.658	4.537.821	BISACCIA	38	2
WTG AnBs-04	526.016	4.539.232	BISACCIA	27	18
WTG AnBs-05	526.056	4.538.715	BISACCIA	27	104
WTG AnBs-06	525.480	4.538.852	VALLATA	29	1040
WTG AnBs-07	527.680	4.536.626	BISACCIA	57	169
WTG AnBs-08	527.902	4.534.943	ANDRETTA	4	73-129
WTG AnBs-09	527.875	4.535.713	BISACCIA	57	71
WTG AnBs-10	527.966	4.537.463	BISACCIA	55	327
WTG AnBs-11	528.394	4.534.484	ANDRETTA	8	232
WTG AnBs-12	528.236	4.536.341	BISACCIA	58	7-8
WTG AnBs-13	528.367	4.535.399	ANDRETTA	4	322-328
WTG AnBs-14	528.813	4.534.270	ANDRETTA	9	305
WTG AnBs-15	528.848	4.536.009	BISACCIA	58	52-53
WTG AnBs-16	528.758	4.535.138	ANDRETTA	4	308
WTG AnBs-17	529.302	4.535.160	ANDRETTA	5	41
WTG AnBs-18	529.451	4.534.465	ANDRETTA	5	205

Il Progetto di Ammodernamento prevede nello specifico:

- dismissione dell'impianto eolico esistente (potenza in dismissione pari a 70 MW) e delle relative opere accessorie, così costituito;
 - n° 35 aerogeneratori (modello Vestas V80 da 2MW) e relative fondazioni, piazzole;
 - cavidotto interrato in media tensione (MT= 20 kV) dagli aerogeneratori alla sottostazione di trasformazione ed elevazione dell'energia a 150kV;
 - Impianto d'utenza per la connessione.
- realizzazione nelle stesse aree di un nuovo impianto eolico costituito da 18 aerogeneratori e relative opere accessorie per una potenza complessiva di 118,80 MW. L'impianto sarà costituito da aerogeneratori della potenza unitaria massima di 6,6 MW, diametro massimo del rotore di 155 m ed altezza complessiva massima di 180 m. In particolare, l'impianto eolico avrà le seguenti opere civili ed elettriche:
 - Opere civili:
 - strade interne di collegamento tra gli aerogeneratori;

- piazzole per lo stazionamento di gru per la manutenzione degli aerogeneratori;
- fondazioni degli aerogeneratori;
- lavori di rimozione dei vecchi cavidotti e posa dei nuovi cavidotti in media tensione (30 kV) interni al Parco Eolico di Andretta/Bisaccia, e di collegamento tra il Parco e la nuova Stazione elettrica d'Utenza di Bisaccia;
- interventi puntuali sulla viabilità di accesso all'area dell'Impianto;
- dismissione dell'impianto d'utenza per la connessione e relativo rifacimento.
- o Opere elettriche:
 - cavidotti in media tensione (30 kV) interni al parco eolico di Andretta/Bisaccia, e di collegamento tra il Parco e la nuova Stazione elettrica d'Utenza di Bisaccia;
 - sistema di comunicazione a fibre ottiche interno al parco eolico e tra questo e la stazione elettrica d'utenza;
 - rifacimento dell'impianto d'utenza per connessione (stazione elettrica d'utenza, sbarre 150kV e cavidotto AT, quest'ultime condivise con altro produttore avente codice pratica 06020746).
- futura dismissione dell'impianto ammodernato, al termine della sua vita utile.

Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto (aerogeneratore di progetto) è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6,6 MW, avente le caratteristiche principali di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 155 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il convertitore elettronico di potenza, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio;
- altezza massima complessiva fuori terra dell'aerogeneratore pari a 180,00 m;
- diametro alla base del sostegno tubolare: 4,70 m;
- area spazzata massima: 18.869 m².

Nello specifico, il modello di aerogeneratore selezionato, a titolo esemplificativo, sulla base del quale sono state fatte le analisi della presente documentazione, è il seguente:

- Siemens Gamesa, SG 6.6-155.

Dal punto di vista cartografico, l'area in esame ricade nei Fogli n. 174 (Ariano Irpino) e n. 186 (Sant'Angelo dei Lombardi) della Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000 e nei quadranti 174 -II-SO (Vallata), 186-I-NO (Andretta) e 186-I-NE (Monte Mattina) della carta IGM in scala 1: 25.000.

Dalla consultazione della Autorità di Bacino UoM Volturno – UoM Liri Garigliano è emerso che solamente una parte di cavidotto di progetto attraversa un'area cartografata come area di alta attenzione A4.

Tutti gli aerogeneratori in progetto non ricadono in alcuna area cartografata a rischio idrogeologico.

1.3 ARTICOLAZIONE DEL LAVORO

L'indagine è stata articolata, previa consultazione del progetto, nelle seguenti fasi:

- Rilevamento delle caratteristiche geomorfologiche e geolitologiche di superficie integrato dalla lettura della carta geologica d'Italia 1:100.000 Fogli n. 174 (Ariano Irpino) e n. 186 (Sant'Angelo dei Lombardi)
- Consultazione della carta geologica d'Italia scala 1:50.000 Foglio 433 Ariano Irpino – Foglio 450 Sant'Angelo dei Lombardi, fogli nei quali ricadono gli aerogeneratori in esame
- Analisi della cartografia a corredo del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (carta degli scenari di rischio Autorità di Bacino UoM Liri-Garigliano-Volturno, UoM Regione Puglia Interregionale Ofanto)

- Reperimento indagini geognostiche eseguite nelle immediate vicinanze di quella in studio e raccolta di dati bibliografici

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE

2.1 GEOLOGICO E STRUTTURALE

L'area oggetto del presente studio ricade nei Fogli n. 174 (Ariano Irpino) e n. 186 (Sant'Angelo dei Lombardi) della Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000 e nei Fogli 433 Ariano Irpino e 450 Sant'Angelo dei Lombardi della carta geologica d'Italia in scala 1: 50.000.

L'area indagata ricade geologicamente a ridosso del margine esterno dell'Appennino Dauno, prolungamento dell'Appennino Campano, e del margine orientale della Fossa Bradanica.



Distinzione dei domini geologici (da Bruno G. et alii 2006)

Il margine esterno dell'Appennino vede l'affioramento di depositi fliscioidi miocenici, rappresentati soprattutto da una formazione prevalentemente lapidea (Formazione di della Daunia) alternata a una prevalentemente argillosa (Argille Varicolori).

Nell'area della Fossa Bradanica sono presenti terreni molto più recenti, dal Pliocene al Pleistocene. I primi sono posti al contatto con i depositi fliscioidi appenninici in posizione trasgressiva e caratterizzati da una successione prevalentemente conglomeratica e sabbiosa. I secondi, affioranti più verso est, sono ben identificati da una successione regressiva rappresentati dal basso verso l'alto da argille e sabbie e conglomerati.

L'Appennino Dauno rappresenta la porzione più orientale dell'Appennino meridionale ed è caratterizzato geologicamente da una serie di accavallamenti a vergenza adriatica, all'interno dei quali sono presenti più unità tettoniche accavallatesi verso Est dall'Oligocene al Pliocene. L'Appennino Dauno è costituito da rocce sedimentarie, nelle quali prevalgono sia unità prevalentemente lapidee (Formazione della Daunia o Flysch di Faeto) sia unità prevalentemente argillitiche, molto destrutturate (Argille Varicolori). Nelle aree di affioramento di questi ultimi terreni è maggiormente diffusa la presenza di frane e/o movimenti gravitativi superficiali. La Fossa Bradanica nell'area foggiana coincide con il Tavoliere. E' paleogeograficamente individuata come una depressione allungata da NO a SE, compresa fra le Murge e gli Appennini. Il basamento del Tavoliere è caratterizzato da una potente serie carbonatica di età mesozoica costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie su cui poggiano le coperture plio-pleistoceniche ed oloceniche costituite in particolare da depositi argillosi con livelli di argille sabbiose.

L'ampio ed esteso bacino di sedimentazione si è formato nel Pliocene, durante le ultime fasi dell'orogenesi appenninica, in

seguito alla subsidenza del margine interno dell'Avampese Apulo.

Esso è stato colmato durante tutto il Pliocene, nella porzione depocentrale, da sedimenti prevalentemente argillosi per uno spessore superiore ai 2000 metri. La sedimentazione ha avuto termine alla fine del Pleistocene con l'emersione dell'intera area di fossa. Lungo i bordi del bacino si sono depositati, sul lato appenninico, depositi costieri conglomeratico - arenacei mentre sul lato orientale depositi costieri carbonatici. Nel primo caso, nella zona depocentrale, i terreni sono rappresentati dalle argille grigio azzurre della Formazione delle Argille subappennine, mentre negli altri due casi si tratta di sabbie e conglomerati sul bordo occidentale e prevalentemente calcareniti su quello orientale.

I terreni affioranti nella zona in esame rientrano nell'Appennino Irpino, costituito da rilievi collinari argilloso-marnoso-arenacei, posti tra la Catena Appenninica (Appennino Campano – Lucano), costituita in prevalenza da rocce carbonatiche mesozoiche e coperture fliscoidi mioceniche, e la fossa Bradanica, in cui affiorano solo sedimenti argillosi Plio – Pleistocenici.

Tutti i terreni affioranti nell'area sono stati interessati dalle intense fasi tettoniche mio-plioceniche. La fase tettonica dominante, disposta NNW – SSE, porta a contatto i terreni argillosi varicolori delle Unità Lagonegresi, ad ovest, con i termini marnoso argillosi e calcarei del Flysch di Faeto ad est.

Nel Paleocene – Eocene, si aveva la sedimentazione delle Argille Varicolori ed era delimitata ad occidente dalla Piattaforma Carbonatica Campano – Lucana e ad est dalla Piattaforma Apula.

Ad un primo movimento è da imputare la messa in posto dei terreni della "Formazione delle Argille Variegate" appartenenti al Bacino di sedimentazione Sicilide (Ogniben, 1969) nel Bacino Lagonegrese Molisano; l'età deposizionale di tali coltri è attribuibile al Langhiano, ovvero il periodo in cui sono sovrascorse le Unità strutturali che limitavano verso Est il Bacino, riducendone l'ampiezza.

Dal punto di vista tettonico nell'area di studio si distinguono due zone a caratteri tettonici differenti. La zona orientale, coincidente con il bacino della Fossa Bradanica, presenta un assetto tettonico tranquillo con i sedimenti plio - pleistocenici a formare una monoclinale inclinata verso NNO-SSE di pochi gradi. La zona occidentale, coincidente con il margine esterno dell'Appennino Campano - Lucano, al contrario, è caratterizzata da una tettonica disturbata, interessata da un sistema di faglie inverse e da uno di faglie normali, entrambi orientate NNO-SSE.

Sulla tettonica della Fossa Bradanica molti dati sono stati ricavati negli anni cinquanta, quando alcuni autori hanno messo in evidenza la presenza di faglie longitudinali di direzione appenninica. Successivamente, sulla base di indagini gravimetriche, sismiche e di dati di geologia di sottosuolo, è stata rilevata la presenza, oltre che di faglie normali di direzione appenninica, anche di faglie trasversali che in combinazioni con le prime hanno dato luogo a Horst e Graben.

Più recentemente sono state rilevate faglie di superficie, soprattutto alla sommità dei rilievi, in corrispondenza dell'affioramento dei depositi regressivi pleistocenici, dove i loro rigetti risultano di pochi metri.

Dal rilievo geologico eseguito in campagna, dalla consultazione della letteratura scientifica e del catalogo dell'ISPRA (progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) non risultano presenti nell'area di studio faglie attive o capaci.

2.2 GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO

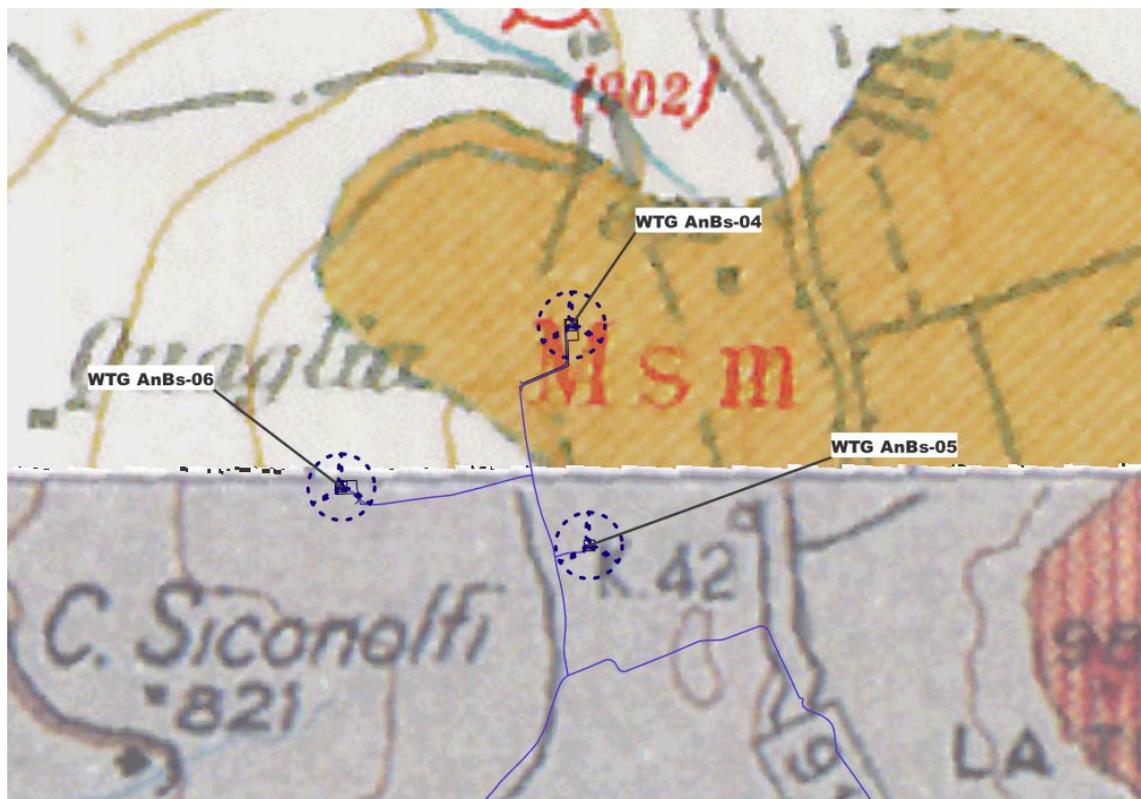
Dalla disamina della carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 Fogli n. 174 (Ariano Irpino) e n. 186 (Sant'Angelo dei Lombardi) della Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000, dalla consultazione della carta geologica d'Italia in scala 1:50.000 (Foglio 433 Ariano Irpino – Foglio 450 Sant'Angelo dei Lombardi), si evince che le aree interessate dalla realizzazione dei futuri aerogeneratori e le relative opere connesse attraversano una serie di formazioni geologiche delle quali di seguito si descrivono le caratteristiche principali e a quali elementi del parco corrispondono:

Carta Geologica d'Italia 1:100.000 – Foglio 174 (Ariano Irpino)

DEPOSITI MIOCENICI

- (Msm) – (Miocene) – (Porzione di cavidotto – Aerogeneratore WTG AnBs 04)

Trattasi di sedimenti molassici, arenarie, argille e marne siltose.



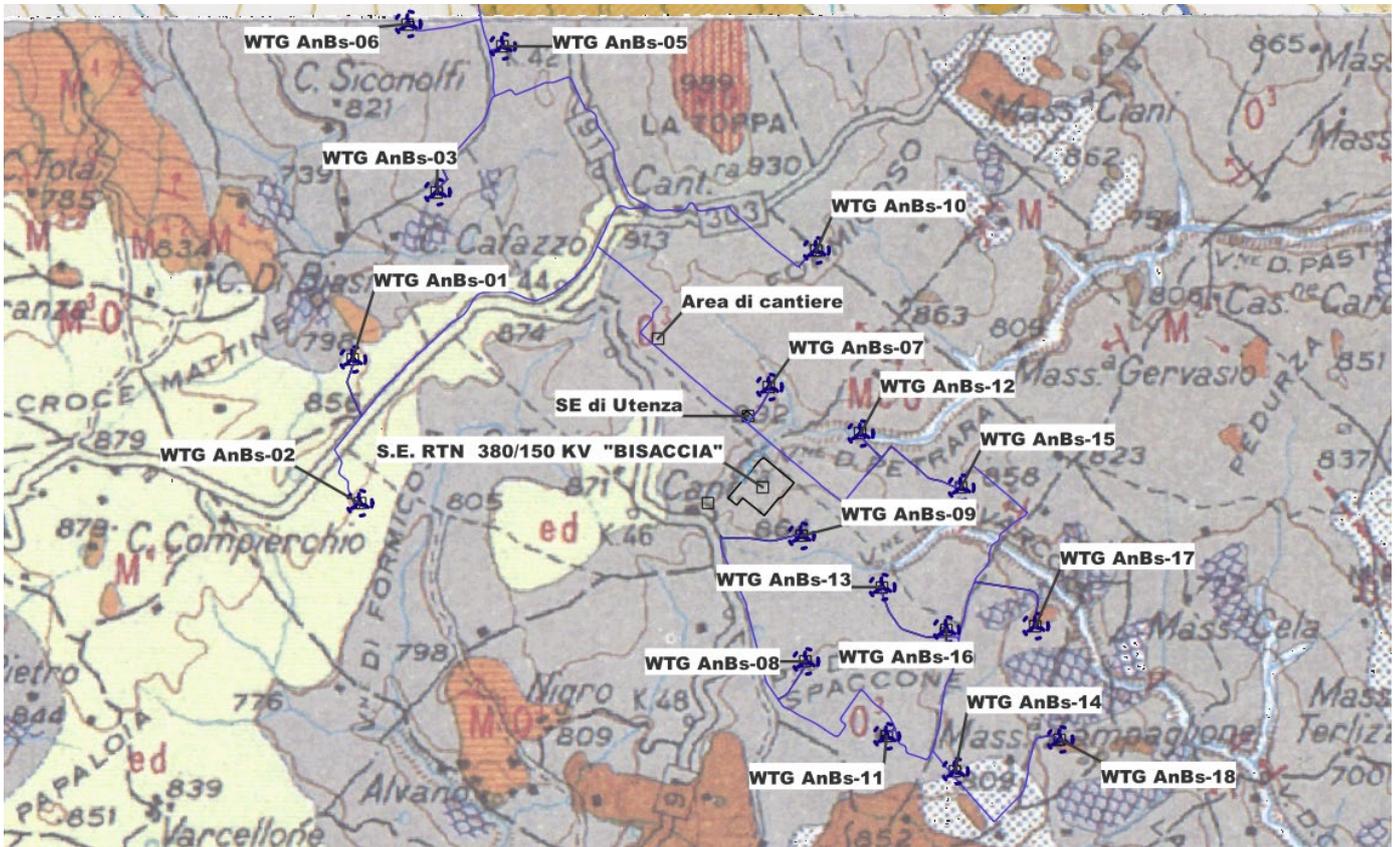
*Stralcio carta geologica d'Italia Foglio 174 Ariano Irpino con indicazione degli aerogeneratori
WTG AnBs-04 – Porzione di cavidotto*

Carta Geologica d'Italia 1:100.000 – Foglio 186 (Sant'Angelo dei Lombardi)

COMPLESSO DEGLI ARGILLOSCISTI VARICOLORI

- **(O₃) – (Oligocene) – (Porzione di cavidotto – Aerogeneratori WTG AnBs-01, WTG AnBs-02, WTG AnBs-03, WTG AnBs-05, WTG AnBs-06, WTG AnBs-07, WTG AnBs-08, WTG AnBs-09, WTG AnBs-0910, WTG AnBs-11, WTG AnBs-12, WTG AnBs-13, WTG AnBs-14, WTG AnBs-15, WTG AnBs-16, WTG AnBs-17, WTG AnBs-18)**

Complesso degli argilloscisti varicolori costituito da alternanze di argille marnose rossastre e verdastre e molasse giallastre e calcari, calcareniti e arenarie di colore grigio giallastro.



Stralcio carta geologica d'Italia Foglio 186 Sant'Angelo dei Lombardi con indicazione

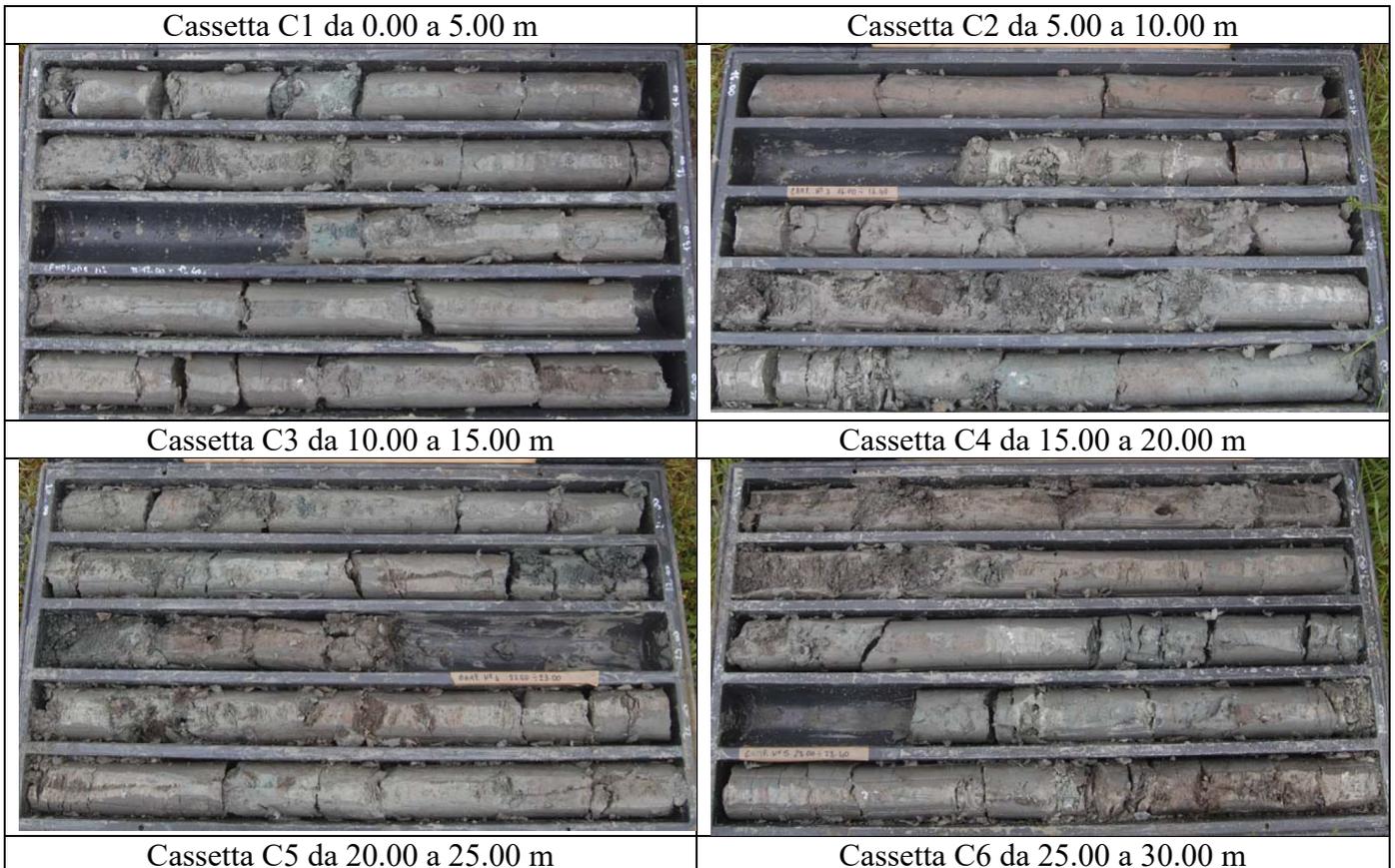
Aerogeneratori WTG AnBs-03, WTG AnBs-05, WTG AnBs-06, WTG AnBs-07, WTG AnBs-08, WTG AnBs-09, WTG AnBs-0910, WTG AnBs-11, WTG AnBs-12, WTG AnBs-13, WTG AnBs-14, WTG AnBs-15, WTG AnBs-16, WTG AnBs-17, WTG AnBs-18)

Di seguito si riporta una stratigrafia "tipo" risultante da una campagna di indagini geognostiche eseguita dal sottoscritto nelle immediate vicinanze del sito in esame e nelle stesse litologie rappresentative delle opere in esame.

metri	Ø mm	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test			Pz	Class
								m	S.P.T.	N		
1				0.40	0.40	Terreno vegetale di colore marrone grigiastro a granulometria limoso argillosa con presenza di resti vegetali indecomposti (radici).						
2						Materiale di colore variabile da marrone grigiastro a beige a granulometria argilloso limosa con rara presenza di elementi litici di natura calcarea marnosa di dimensioni variabili dal millimetro a max 1 centimetro. Materiale poco consistente.	1) She < 3.00 3.50					1
3												
4												
5												
6				6.40	5.00	Materiale di colore grigio azzurrognolo, talora grigio verdastro, a granulometria argilloso limosa con rara presenza di elementi litici di natura calcarea e calcarea marnosa di dimensioni eterometriche variabili da 1 a 2-3 centimetri a spigoli vivi. Materiale da mediamente consistente a consistente debolmente scaglioso.		7.5	11-24-27	51		2
7												
8												
9												
10												
11												
12							2) She < 12.00 12.40					3
13												
14												
15												
16							3) She < 16.00 16.40					4
17												
18												
19												
20												
21												
22							4) She < 22.00 22.50					5
23												
24												
25												
26												
27												
28							5) She < 28.00 28.40					6
29												
30	101			30.00	24.60							

Stratigrafia "tipo" litologie caratteristiche dell'area in esame





3 MODELLAZIONE SISMICA

3.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA

Le norme per le costruzioni in zona sismica (Ordinanza del O.P.C.M. 3274 e Decreto 14 settembre 2005), avevano suddiviso il territorio nazionale in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g = accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A. I valori convenzionali di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale erano riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed assumono i valori riportati nella Tabella che segue:

Zona	Valore di a_g
1	0.35 g
2	0.25 g
3	0.15 g
4	0.05 g

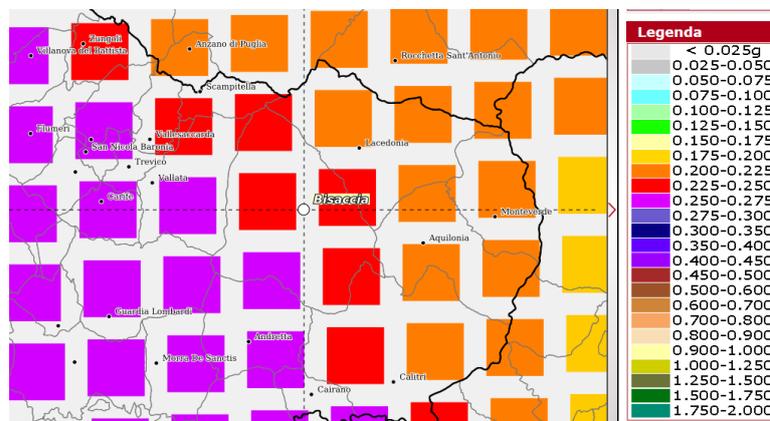
I comuni di Bisaccia e Andretta (AV), con O.P.C.M. n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Campania n. 5447 del 7.11.2002, vennero classificati di categoria 1.

Con l'entrata in vigore del D.M. 17/01/2018 e ancor prima del D.M. 14/01/2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Quindi per la stima della pericolosità sismica di base, si determinano le coordinate geografiche del sito di interesse, si sceglie la maglia di riferimento, e si ricavano i valori dei parametri spettrali come media pesata dei valori corrispondenti ai vertici della maglia (forniti in allegato al D.M. 17.01.2018), moltiplicati per le distanze dal punto.

Le nuove Norme Tecniche per le costruzioni del 2008 forniscono, per l'intero territorio nazionale, i parametri da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica. Tali parametri sono forniti in corrispondenza dei nodi, posti ad una distanza massima di 10 km, all'interno di un reticolo che copre l'intero territorio nazionale. I valori forniti di a_g , T_r , F_o e T_c da utilizzare per la risposta sismica del sito sono riferiti al substrato, inteso come litotipo con $V_s > 800$ m/sec.

Tale griglia è costituita da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove, con metodologia e convenzioni analoghe vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio (tabella 2 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Di seguito si riporta la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, per entrambi i comuni nel quale ricadono tutti gli aerogeneratori da installare.



Mappa di pericolosità sismica e relativa legenda con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

Comune di Bisaccia (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)



Mappa di pericolosità sismica e relativa legenda con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

Comune di Andretta (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

Secondo le mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale, per il sito in esame l'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico a_g varia tra 0.225 e 0.250 g per il comune di Bisaccia e 0.250 - 0.275 g per il comune di Andretta (a_g espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi) - ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

La disaggregazione dei valori di a_g con la medesima probabilità di eccedenza, mostra come il contributo percentuale

maggiore alla pericolosità sismica di base per il parco eolico in esame, sia determinato da sismi con magnitudo massima pari a 6.05 con epicentri individuati ad una distanza di 11.80 km.

L'azione sismica sulle costruzioni viene dunque valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale (categoria A nelle NTC). La "pericolosità sismica di base" costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Come anzi detto, essa, in un generico sito viene descritta in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale, sopra definito, in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri: a_g accelerazione orizzontale massima del terreno; F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale. Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo ad:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica,

- F_0 e T_c i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento, previste dalle NTC, scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è impostata operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare: la vita di riferimento V_R della costruzione, le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_V , associate a ciascuno degli stati limite considerati. Si possono così individuare, partendo dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

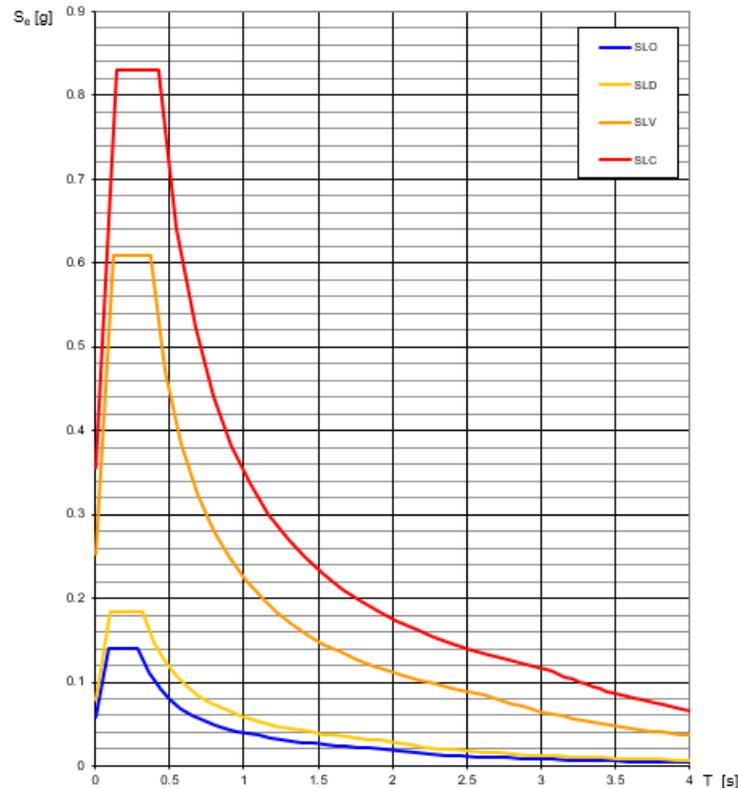
Considerando che le aree di sedime che ospiteranno i futuri aerogeneratori appartengono alla categoria sismica B e alla categoria topografica T1, si riportano i valori di tali parametri ai vari stati limite previsti dalla normativa, (SLO stato limite di operatività, SLD stato limite di danno, SLV stato limite di salvaguardia della vita, SLC stato limite di prevenzione del collasso), calcolati all'interno del settore in cui verranno realizzati gli aerogeneratori in esame.

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.059	2.369	0.285
SLD	50	0.079	2.338	0.317
SLV	475	0.253	2.404	0.367
SLC	975	0.356	2.332	0.423

Gli stessi valori sono di seguito riportati sotto forma di grafico.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Grafici spettri di risposta per i diversi stati limite

3.2 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DERIVANTI DA INDAGINI PREGRESSE

Per la caratterizzazione sismica dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto eolico e delle opere connesse sono state prese in considerazione alcune indagini sismiche eseguite in aree prospicienti il sito in esame e dall'analisi dei risultati emerge che le velocità delle onde di taglio sono compatibili con le litologie presenti con valori di $V_{s,eq}$ attribuibili alle categorie di suolo B. In particolare, è stata presa in considerazione un'indagine sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde superficiali di Rayleigh), eseguita in aree prospicienti il sito in esame.

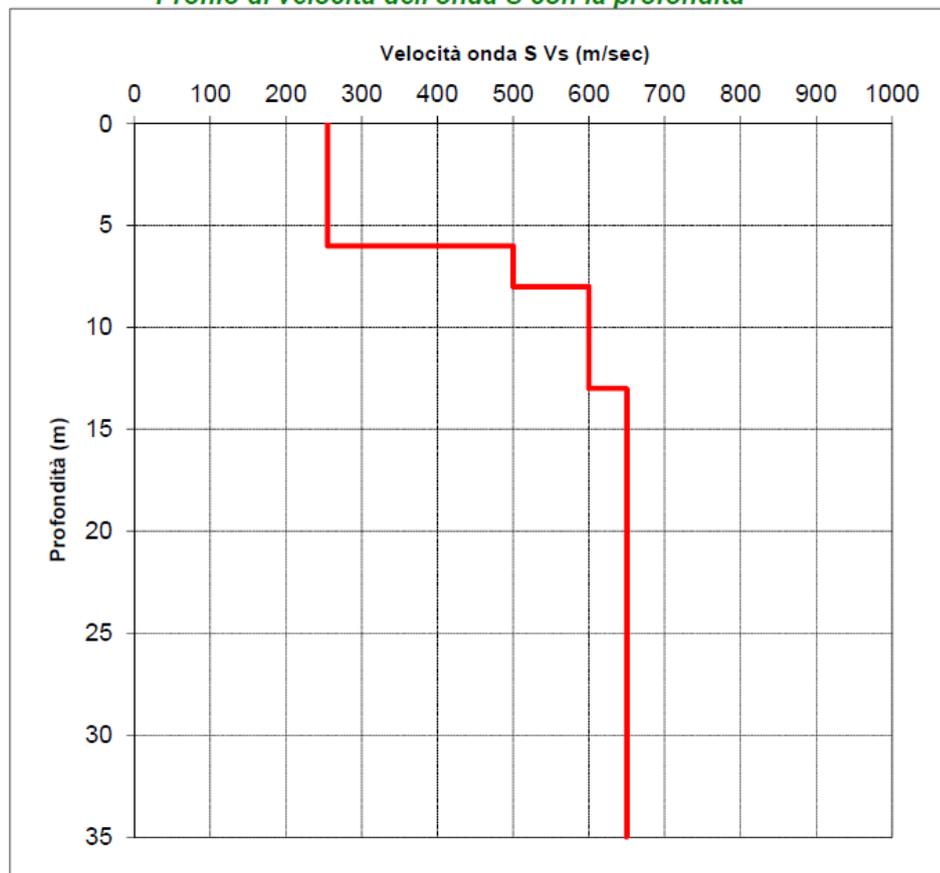
Il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$, è definito dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove h_i e $V_{s,i}$ sono gli spessori e le velocità delle onde di taglio dei singoli strati e H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s. Quando la profondità H del substrato è superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per la prova MASW M1, eseguita nelle aree limitrofe dell'area in esame, il $V_{s, eq}$ calcolato a partire del piano campagna risulta pari a 484 m/s.

Profondità (m)		Velocità	Spess/Veloc
Da	a	(m/sec)	Hi/Vi
0.00	6.00	255	0.0235
6.00	8.00	500	0.0040
8.00	13.00	600	0.0083
13.00	35.00	650	0.0338

Tabella delle velocità rilevate dal MASW M1
Profilo di velocità dell'onda S con la profondità

Grafico velocità-profondità dal MASW M1
3.3 ANALISI DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Per la caratterizzazione sismica dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto eolico e delle opere connesse è stata presa in considerazione un'indagine sismica di superficie di tipo Masw eseguita in aree prospicienti il sito in esame, dalla quale emerge che le velocità delle onde di taglio sono compatibili con le litologie presenti con valori di $V_{s,eq}$ attribuibili alle categoria di suolo B.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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	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.
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.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Categorie di sottosuolo sismico per l'approccio semplificato
Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Espressioni di S_s e C_c
3.4 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

La norma citata, per la risposta sismica del sito, stabilisce 4 categorie, in relazione alle caratteristiche topografiche dell'area in esame. Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale, mentre per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

- T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
- T2 Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
- T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
- T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se presentano altezze maggiori di 30 m.

Per ciò che concerne l'area in studio, considerando che il parco eolico ricoprirà un'area praticamente subpianeggiante, il coefficiente topografico da adottare è quello relativo alla categoria topografica T1.

4 MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA

Dalle conoscenze pregresse e dal modello geologico risultante dell'area di studio si è proceduto ad analizzare una serie di indagini eseguite nel corso degli anni in aree limitrofe al sito in esame e su terreni con caratteristiche simili.

In particolare, sono state consultate una serie di indagini geognostiche in sito e prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati nell'ambito delle stesse formazioni geologiche che caratterizzano l'intero impianto eolico.

Inoltre, la massiccia raccolta di dati bibliografici rappresentativi dell'area in esame e delle principali litologie affioranti ha rappresentato un valido e ulteriore strumento per la definizione dei parametri geotecnici locali.

Le aree di sedime sulle quali verranno ubicate le opere in progetto sostanzialmente sono riconducibili a depositi argilloso limosi moderatamente consistenti, talora plastici, saturi e poco consistenti passanti a alternanze di argille marnose rossastro-verdastre, molasse giallastre e calcari, calcareniti e arenarie di colore grigio giallastro.

Le caratteristiche geotecniche di questi terreni possono essere sintetizzate come nelle tabelle che seguono:

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO								
Ammodernamento Parco Eolico "Bisaccia-Andretta"								
Prof. della falda: 2.00 m dal p.c.								
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a		g/cm ³	g/cm ³	(°)		Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.00	6.00	Argille limose allentate, plastiche e poco consistenti. (1)	2.00	2.10	19	0.15	1.00	35
6.00	15.00	Argille limose moderatamente consistenti (2)	2.05	2.15	20	0.25	1.50	60
15.00	30.00	Argille limose consistenti, debolmente scagliose. (3)	2.10	2.10	21	0.35	2.50	100

Tabella parametri geotecnici medi aerogeneratori – Aerogeneratori WTG AnBs-01, WTG AnBs-02, WTG AnBs-03, WTG AnBs-04, WTG AnBs-05, WTG AnBs-06, WTG AnBs-07, WTG AnBs-08, WTG AnBs-09, WTG AnBs-0910, WTG AnBs-11, WTG AnBs-12, WTG AnBs-13, WTG AnBs-14, WTG AnBs-15, WTG AnBs-16, WTG AnBs-17, WTG AnBs-18

4.1 STABILITÀ DELL'AREA

Dal punto di vista della stabilità dell'area, considerato che la franosità è funzione delle caratteristiche geotecniche, litologiche, idrogeologiche e morfologiche dell'area, è quindi in relazione a parametri quali la litologia, l'angolo di attrito interno, il contenuto d'acqua, la coesione, la giacitura dei terreni e, soprattutto, la pendenza dei versanti dove essi affiorano, fa escludere la presenza di fenomeni gravitativi in atto o quiescenti, nonché l'innescarsi di potenziali dissesti. Inoltre, non esiste, allo stato, alcuna alterazione antropica (gallerie o cavità artificiali) che possa mutare completamente il regime statico del terreno sedime di fondazione e la sua capacità portante.

Ciò nonostante le opere in progetto si inseriscono in un contesto geomorfologico in continua evoluzione caratterizzato da forme di dissesto molteplici che in tutti i casi si sviluppano lungo le aree a margine delle zone in studio.

Si sottolinea che l'area di sedime che ospiterà l'aerogeneratore WTG AnBs-03 è ubicata in corrispondenza di aree cartografate da fenomeni di "colamento lento" che interessano la coltre argilloso limosa superficiale, allentata, plastica e poco consistente.

Pertanto, in fase esecutiva dovranno essere eseguite specifiche indagini geognostiche e geotecniche puntuali, con lo scopo di

valutare e analizzare attentamente le caratteristiche geotecniche del caso.

4.2 POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Per liquefazione di un terreno si intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. Se si esprime la resistenza al taglio attraverso la relazione di Coulomb:

$$\tau = c + (\sigma_{v0} - u) \tan \varphi$$

dove:

c = coesione del terreno

σ_{v0} = pressione litostatica totale agente alla profondità d'indagine

u = pressione interstiziale dell'acqua

φ = angolo di resistenza al taglio del terreno,

È evidente che la grandezza "τ" si può annullare solo nel caso in cui siano verificate le condizioni:

a) c = 0;

b) ($\sigma_{v0} - u$) = 0;

(il caso $\varphi = 0$ non ha importanza pratica, perché può verificarsi solo in terreni coesivi in condizioni non drenate, dove però la condizione "c=0" non può ovviamente verificarsi).

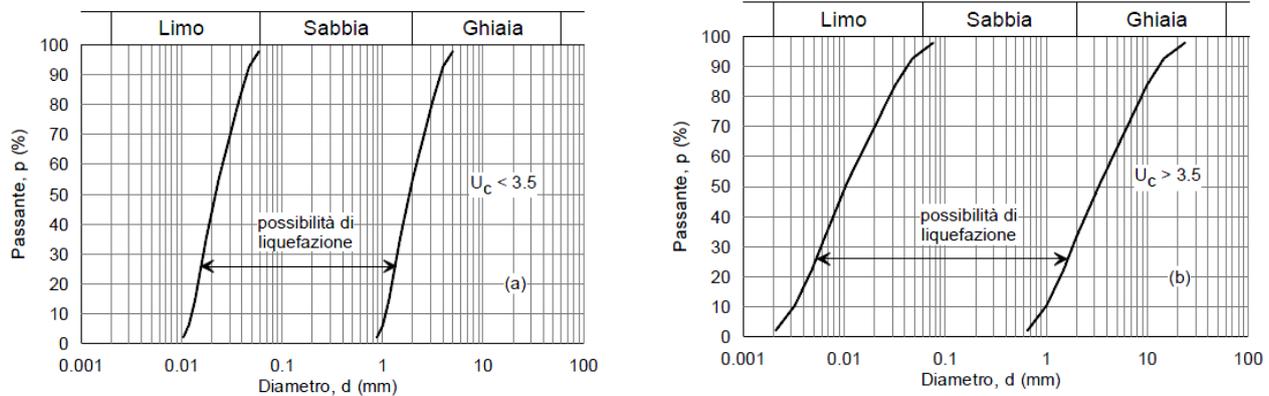
La condizione a) vieta che il fenomeno della liquefazione possa verificarsi in terreni coesivi o incoerenti ma con una significativa frazione argillosa o limosa plastica.

La condizione b) si verifica, quando la pressione interstiziale uguaglia la pressione totale esercitata ad una data profondità dalla colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi presenti in superficie ($\sigma_{v0} = u$). In definitiva il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti non coesivi posti sotto falda, in seguito ad eventi che producono un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua.

Il D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), richiede di effettuare la verifica a liquefazione nel caso in cui siano presenti, nel sottosuolo indagato, terreni granulari saturi (sabbie e sabbie limose) predisposti al fenomeno della liquefazione in caso di sisma.

Nelle stesse NTC è riportato che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura che segue: (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Alla luce di queste considerazioni, dall'analisi di tutti i dati presi in considerazione è emerso che i terreni che rappresentano l'area in esame sono riconducibili a depositi a depositi per lo più coesivi a granulometria argilloso limosa

Pertanto, in questo primo approccio potrebbe escludersi la verifica a liquefazione in caso di evento sismico; ciò nonostante la possibilità o meno di esclusione verrà valutata caso per caso nelle successive fasi esecutive, in funzione della presenza o meno della superficie piezometrica nell'ambito dei primi 15 metri di profondità.

5 CONCLUSIONI

Scopo del presente documento è la valutazione in via preliminare dei caratteri geologici e geomorfologici dell'area in esame per il **progetto di ammodernamento complessivo (repowering) di un impianto eolico esistente, costituito da due lotti, sito nei Comuni di Andretta e Bisaccia (AV)**, di proprietà della società Edison Rinnovabili S.p.A, connesso all'impianto Terna, sito in agro di Bisaccia (AV), realizzato ed in esercizio con: Concessione Edilizia n.34/2002 e successiva variante con Denuncia di Inizio Attività depositata in data 08/04/2004 (Comune di Andretta); Concessione edilizia in data n.20/2002 e successiva variante autorizzata con Denuncia di Inizio attività depositata in data 01/03/2004 (Comune di Bisaccia), previo parere favorevole della Commissione Tecnico – Istruttoria Regionale per la valutazione di Impatto Ambientale del 05/02/2002, recepito dalla Regione Campania con D.P.G.R.C. n.851 del 12.12.2002.

L'impianto eolico esistente si compone di due lotti: "Centrale Eolica Andretta" e "Centrale eolica Bisaccia".

La Centrale Eolica Andretta si compone di 11 aerogeneratori, di cui 9 ubicati nel territorio del Comune di Andretta e 2 in quello di Bisaccia, per una potenza complessiva pari a 22 MW. La centrale eolica Bisaccia si compone di 24 aerogeneratori, di cui 5 ubicate nel territorio del Comune di Andretta e 19 in quello di Bisaccia, per una potenza complessiva pari a 48 MW. Pertanto, l'impianto eolico esistente si compone di 35 aerogeneratori, con diametro di 80m, altezza al mozzo pari a 68 m e potenza di 2,0 MW, per una potenza totale di impianto pari a 70 MW, realizzato nei Comuni di Bisaccia (AV) e Andretta (AV), con il cavidotto in media tensione interrato che raggiunge l'impianto d'utenza per connessione, connesso al limitrofo impianto di proprietà di Terna S.p.A, sito in agro di Bisaccia (AV). L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito "Impianto eolico esistente".

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente, oggetto della presente valutazione, consta invece nell'installazione di 18 aerogeneratori con diametro massimo di 155,0 m, altezza massima pari a 180m e potenza unitaria massima di 6,6 MW, per una potenza totale massima pari a 118,80 MW, da realizzare nel medesimo sito. In merito alle opere di connessione, è prevista:

- la sostituzione dei cavidotti interrati MT, con piccole variazioni al tracciato;

- la realizzazione di un nuovo impianto d'utenza per la connessione, costituito da una nuova stazione elettrica d'utenza 30/150 kV, sbarre 150 kV e cavidotto AT, quest'ultime condivise con altro produttore avente codice pratica 06020746;
- la condivisione dell'impianto di rete per la connessione con il produttore di cui sopra. In particolare, il Progetto si conetterà sullo stallo esistente ed in esercizio all'interno della stazione RTN a 380/150kV denominata "Bisaccia", su cui attualmente è connesso alla rete l'impianto con codice pratica 06020746.

Il Progetto, nella configurazione innanzi descritta, viene definito nel seguito "**Progetto di ammodernamento**".

Dal punto di vista cartografico, l'area in esame ricade nei Fogli n. 174 (Ariano Irpino) e n. 186 (Sant'Angelo dei Lombardi) della Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000 e nei quadranti 174 -II-SO (Vallata), 186-I-NO (Andretta) e 186-I-NE (Monte Mattina) della carta IGM in scala 1: 25.000.

Dalla consultazione della Autorità di Bacino UoM Volturno – UoM Liri Garigliano è emerso che solamente una parte di cavidotto di progetto attraversa un'area cartografata come area di alta attenzione A4.

Tutti gli aerogeneratori in progetto non ricadono in alcuna area cartografata a rischio idrogeologico.

Dalla disamina della carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 Fogli n. 174 (Ariano Irpino) e n. 186 (Sant'Angelo dei Lombardi) della Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000, dalla consultazione della carta geologica d'Italia in scala 1:50.000 (Foglio 433 Ariano Irpino – Foglio 450 Sant'Angelo dei Lombardi), si evince che le aree interessate dalla realizzazione dei futuri aerogeneratori e le relative opere connesse attraversano una serie di formazioni geologiche delle quali di seguito si descrivono le caratteristiche principali e a quali elementi del parco corrispondono:

Carta Geologica d'Italia 1:100.000 – Foglio 174 (Ariano Irpino)

DEPOSITI MIOCENICI

- *(Msm) – (Miocene) – (Porzione di cavidotto – Aerogeneratore WTG AnBs 04)*

Trattasi di sedimenti molassici, arenarie, argille e marne siltose.

Carta Geologica d'Italia 1:100.000 – Foglio 186 (Sant'Angelo dei Lombardi)

COMPLESSO DEGLI ARGILLOSCISTI VARICOLORI

- *(O₃) – (Oligocene) – (Porzione di cavidotto – Aerogeneratori WTG AnBs-01, WTG AnBs-02, WTG AnBs-03, WTG AnBs-05, WTG AnBs-06, WTG AnBs-07, WTG AnBs-08, WTG AnBs-09, WTG AnBs-0910, WTG AnBs-11, WTG AnBs-12, WTG AnBs-13, WTG AnBs-14, WTG AnBs-15, WTG AnBs-16, WTG AnBs-17, WTG AnBs-18)*

Complesso degli argilloscisti varicolori costituito da alternanze di argille marnose rossastre e verdastre e molasse giallastre e calcari, calcareniti e arenarie di colore grigio giallastro.

Di seguito si riporta una stratigrafia "tipo" risultante da una campagna di indagini geognostiche eseguita dal sottoscritto nelle immediate vicinanze del sito in esame e nelle stesse litologie rappresentative delle opere in esame.

metri	Ø mm	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test			Pz	Class
								m	S.P.T.	N		
1				0.40	0.40	Terreno vegetale di colore marrone grigiastro a granulometria limoso argillosa con presenza di resti vegetali indecomposti (radici).						
2						Materiale di colore variabile da marrone grigiastro a beige a granulometria argilloso limosa con rara presenza di elementi litici di natura calcarea marnosa di dimensioni variabili dal millimetro a max 1 centimetro. Materiale poco consistente.	1) She < 3.00 3.50					1
3												
4												
5				6.40	5.00	Materiale di colore grigio azzurrognolo, talora grigio verdastro, a granulometria argilloso limosa con rara presenza di elementi litici di natura calcarea e calcarea marnosa di dimensioni eterometriche variabili da 1 a 2-3 centimetri a spigoli vivi. Materiale da mediamente consistente a consistente debolmente scaglioso.		7.5	11-24-27	51		2
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12							2) She < 12.00 12.40					3
13												
14												
15												
16							3) She < 16.00 16.40					4
17												
18												
19												
20												
21												
22							4) She < 22.00 22.50					5
23												
24												
25												
26												
27												
28							5) She < 28.00 28.40					6
29												
30	101			30.00	24.60							

Per la caratterizzazione sismica dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto eolico e delle opere connesse sono state prese in considerazione delle indagini sismiche di superficie di tipo Masw, dalle quali emerge che le aree di sedime che ospiteranno i futuri aerogeneratori appartengono alla categoria sismica B.

Dal punto di vista geotecnico, dalle conoscenze pregresse e dal modello geologico risultante dell'area di studio si è proceduto ad analizzare una serie di indagini eseguite nel corso degli anni in aree limitrofe al sito in esame e su terreni con caratteristiche simili. In particolare, sono state consultate una serie di indagini geognostiche in sito e prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati nell'ambito delle stesse formazioni geologiche che caratterizzano l'intero impianto eolico.

Inoltre, la massiccia raccolta di dati bibliografici rappresentativi dell'area in esame e delle principali litologie affioranti ha

rappresentato un valido e ulteriore strumento per la definizione dei parametri geotecnici locali.

Le aree di sedime sulle quali verranno ubicate le opere in progetto sostanzialmente sono riconducibili a depositi argilloso limosi moderatamente consistenti, talora plastici, saturi e poco consistenti passanti a alternanze di argille marnose rossastro-verdastre, molasse giallastre e calcari, calcareniti e arenarie di colore grigio giallastro.

Le caratteristiche geotecniche di questi terreni possono essere sintetizzate come nelle tabelle che seguono:

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO								
Ammodernamento Parco Eolico "Bisaccia-Andretta"								
Prof. della falda: 2.00 m dal p.c.								
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a		g/cm ³	g/cm ³	(°)		Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.00	6.00	Argille limose allentate, plastiche e poco consistenti. (1)	2.00	2.10	19	0.15	1.00	35
6.00	15.00	Argille limose moderatamente consistenti (2)	2.05	2.15	20	0.25	1.50	60
15.00	30.00	Argille limose consistenti, debolmente scagliose. (3)	2.10	2.10	21	0.35	2.50	100

Tabella parametri geotecnici medi aerogeneratori – Aerogeneratori WTG AnBs-01, WTG AnBs-02, WTG AnBs-03, WTG AnBs-04, WTG AnBs-05, WTG AnBs-06, WTG AnBs-07, WTG AnBs-08, WTG AnBs-09, WTG AnBs-0910, WTG AnBs-11, WTG AnBs-12, WTG AnBs-13, WTG AnBs-14, WTG AnBs-15, WTG AnBs-16, WTG AnBs-17, WTG AnBs-18

Dal punto di vista della stabilità dell'area, la franosità è funzione delle caratteristiche geotecniche, litologiche, idrogeologiche e morfologiche dell'area, è quindi in relazione a parametri quali la litologia, l'angolo di attrito interno, il contenuto d'acqua, la coesione, la giacitura dei terreni e, soprattutto, la pendenza dei versanti dove essi affiorano.

Alla luce di quanto esposto, dal rilevamento geomorfologico eseguito in fase di sopralluogo in corrispondenza delle aree di sedime che ospiteranno i futuri aerogeneratori, è possibile asserire che non sono state rilevate tipologie di frana di grande rilevanza ma le aree in esame si caratterizzano solamente per la presenza di movimenti lenti superficiali e leggere ondulazioni e sinuosità tipiche di tali contesti geomorfologici che interessano solamente i primi 2-3 metri della coltre di alterazione superficiale, saturata, alterata e poco consistente.

In sostanza le aree di sedime che ospiteranno i suddetti aerogeneratori attualmente si presentano stabili e non si evidenziano forme di dissesto e/o squilibri diffusi e criticità geoambientali di grande rilevanza.

Ciò nonostante è importante sottolineare che le opere in progetto si inseriscono in un contesto geomorfologico in continua evoluzione caratterizzato da forme di dissesto molteplici che in tutti i casi si sviluppano lungo le aree a margine delle zone in studio. Si sottolinea che l'area di sedime che ospiterà l'aerogeneratore WTG AnBs-03 è ubicata in corrispondenza di aree cartografate da fenomeni di "colamento lento" che interessano la coltre argilloso limosa superficiale, allentata, plastica e poco consistente.

Pertanto, in fase esecutiva dovranno essere eseguite specifiche indagini geognostiche e geotecniche puntuali, con lo scopo di valutare e analizzare attentamente le caratteristiche geotecniche del caso.

Per ciò che riguarda la possibilità o meno che i terreni investigati possano essere interessati da fenomeni di liquefazione in caso di evento sismico, i terreni che rappresentano l'area in esame sono riconducibili a depositi per lo più coesivi a granulometria argilloso limosa fortemente ricche di inclusi litici eterometrici di dimensioni variabili dal millimetro a 3-4 centimetri di natura calcareo marnosa e marnosa.

Pertanto, in questo primo approccio potrebbe escludersi la verifica a liquefazione in caso di evento sismico; ciò nonostante la possibilità o meno di esclusione verrà valutata caso per caso nelle successive fasi di progettazione.

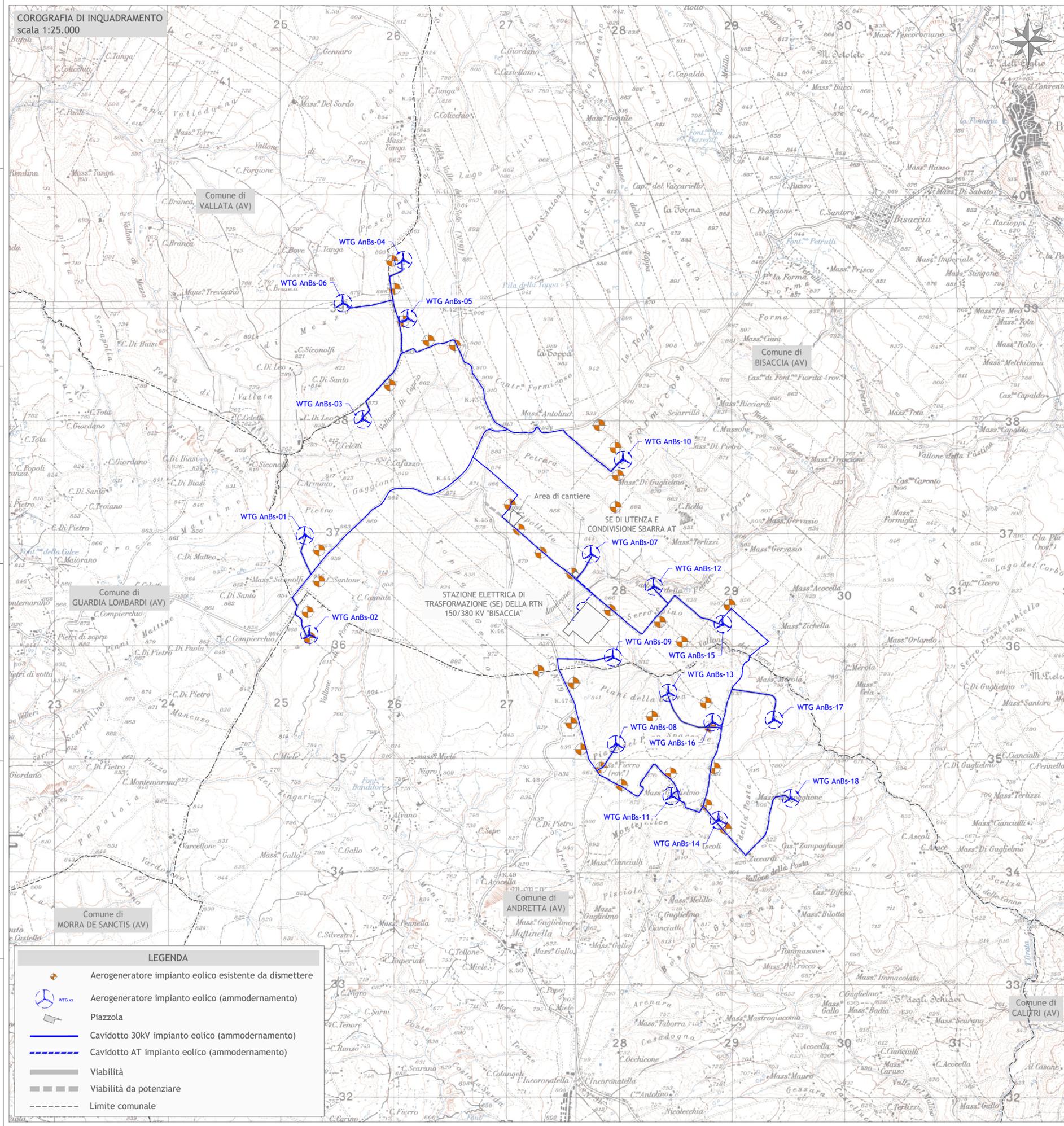
In definitiva vista la morfologia, la strutturazione geologica dell'area in studio, si può asserire che questi offrono sufficienti garanzie ai fini della loro utilizzazione e quindi, tenuto conto di tutte le indicazioni riportate nella presente, non esiste alcuna controindicazione circa la fattibilità di quanto previsto nell'ipotesi progettuale.

Si rimanda alle fasi progettuali successive la predisposizione di una campagna geognostica puntuale atta a determinare i parametri geotecnici dei terreni che costituiranno fondazione delle opere.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Castel Morrone, 02/05/2024


Il Geologo
Dott. Antonio Petriccione
Albo n. 895

**INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO
"Andretta- Bisaccia"**
ADEGUAMENTO TECNICO IMPIANTO EOLICO MEDIANTE INTERVENTO DI REPOWERING
DELLE TORRI ESISTENTI E RIDUZIONE NUMERICA DEGLI AEROGENERATORI



Progettazione Coordinamento
GEKO S.p.A.
Via Reno, 5 - 00198 Roma (RM)
Tel. 06.88803910 | Fax 06.45654740
E-Mail: gekospa@pec.gekospa.it

Studio Acustico e avifaunistico
Teasistemi
Via Ponte Piglieri, nr 8 - 56122 Pisa (PI)
Tel. 05.06396101
E-Mail: info@tea-group.com

Geo.Amb.
Studio di geologia applicata
Dott. Antonio Petriccione

Geologo: Dott. Antonio Petriccione

Dott. Geol. Antonio Petriccione
Via delle Costare, 15 - 81020
Castel Morrone Caserta
Tel. e Fax 082399115/961 3483850177

Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato

Progettazione, Studi Ambientali e Specialistici

TITOLO DOCUMENTO:
COROGRAFIA DI INQUADRAMENTO

Scala: 1:25.000	Formato Stampa: A2 Foglio: 1 di 1	Numero Documento: Commessa Fase Tipo doc. Progr. doc. Rev.
---------------------------	--	---

Opera

Progetto di Integrale Ricostruzione di un impianto eolico composto da 18 aerogeneratori da 6,6 MW per una potenza complessiva di 118,8MW e relative opere di connessione nei Comuni di Andretta, Bisaccia e Vallata (AV) con smantellamento di n.35 aerogeneratori di potenza in esercizio pari a 70MW

Approvazione documento

Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione

CARTE GEOLOGICHE D'ITALIA
 (1:100.000)
 Foglio 174 Ariano Irpino - Foglio 186 -
 Sant'Angelo dei Lombardi

CARTE GEOLOGICHE D'ITALIA CON
 INDIVIDUAZIONE AREA IN ESAME

LEGENDA

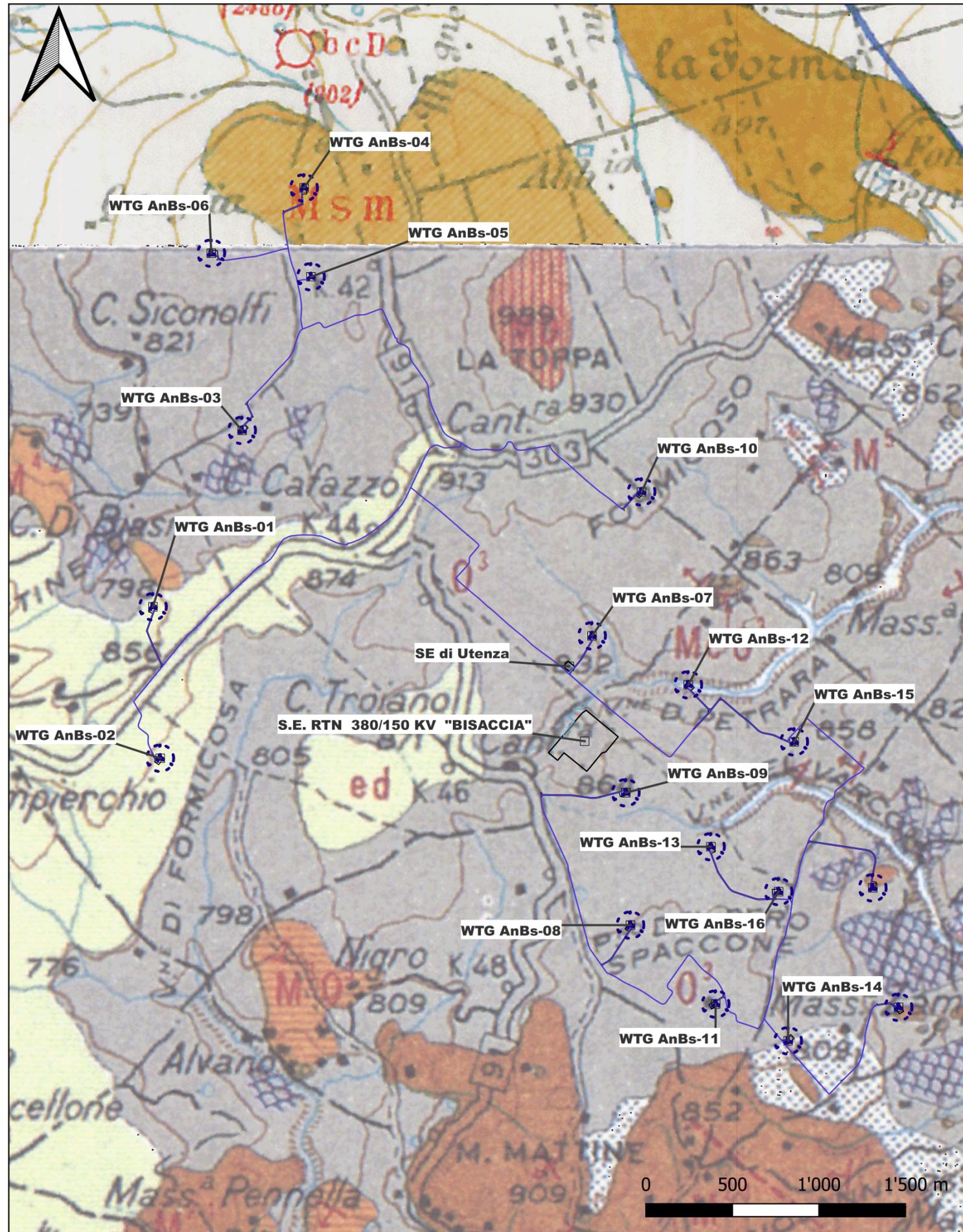
-  Aerogeneratore
-  Cavidotto MT
-  Cavidotto AT

IL GEOLOGO
 Dott. Antonio Petriccione

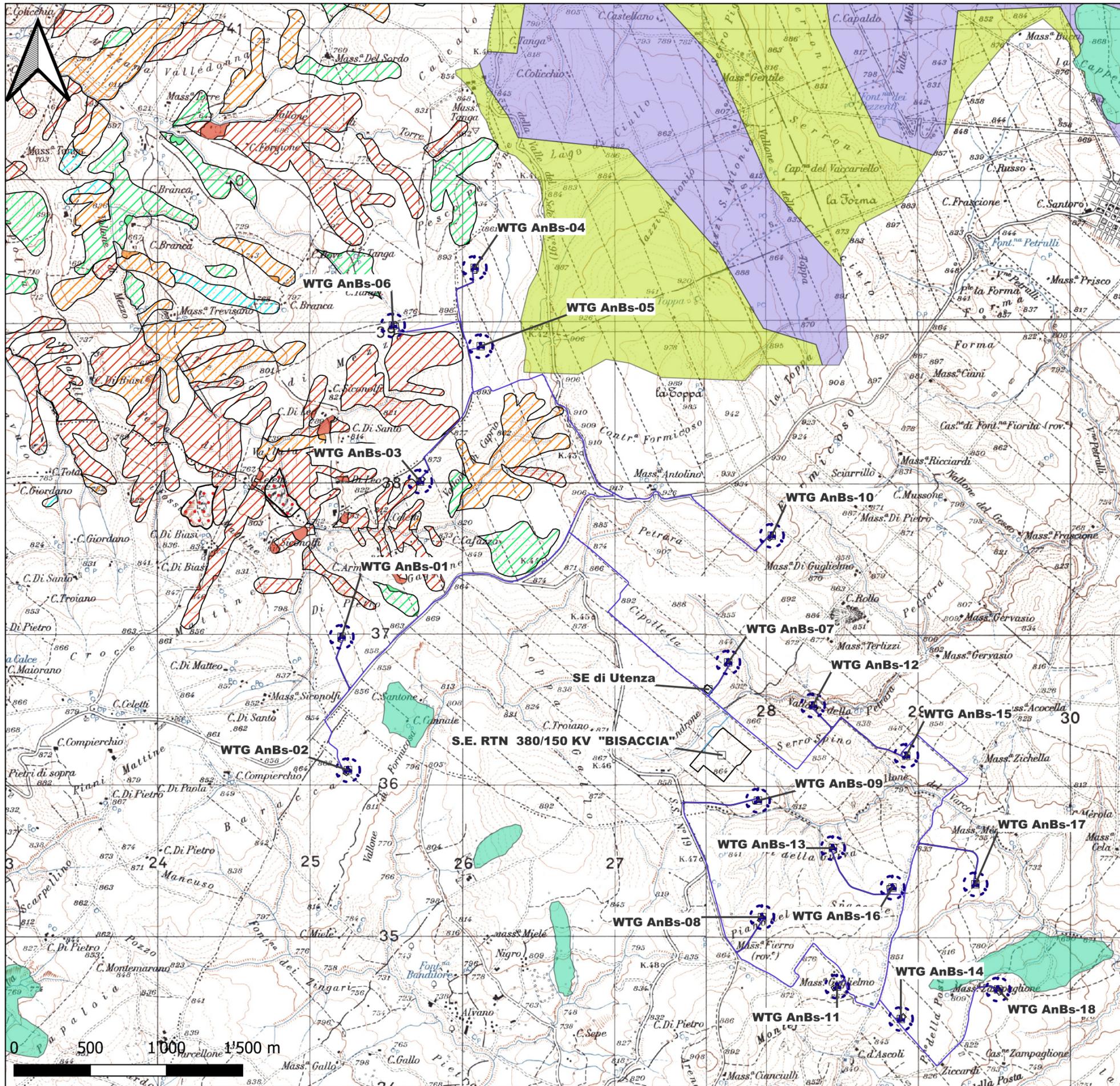


Scala di stampa 1:25.000

Quaternario	<p>Q₄ Alluvioni recenti e attuali (Q₄). Depositi di fango e frane (Q₄).</p> <p>Q₃ Depositi proglaciali inestesi (Q₃).</p> <p>Q₂ Superfici spigolate sparse residui di antiche morfologie fluviali, rispetto da terreni ancora molli ad elementi isolati.</p> <p>Q₁ Depositi fluviali (sub)glaciali, terrazzati a quota superiore a 7 mt. dall'attuale alveo dei fiumi (Q₁).</p> <p>Q₀ Depositi proglaciali legittimi (Q₀).</p>
Pliocene	<p>P₃ Argille ed argille sabbiose, grigie e giallastre.</p> <p>P₂ Sabbie ed arenarie con livelli di puddinghe poligeniche e di argille sabbie.</p> <p>P₁ Puddinghe poligeniche più o meno cementate, con livelli sabbiosi.</p>
Miocene	<p>M₃ Sedimenti argillosi variabili con presenza di arenarie, breccie calcaree e calcari marini (oliossani).</p> <p>M₂ Argille sabbiose, argille marcesse, sabbie ed arenarie con abbondanti microfossili del Miocene superiore.</p> <p>M₁ Molasse e sabbie argillose, a luoghi con microfossili del Miocene superiore.</p> <p>M₀ Puddinghe poligeniche e sabbie.</p>
Oligocene	<p>O₃ Ossi marini e microstratificati (con molasse gessose alla base del M₃ Ferrare).</p> <p>O₂ Calcari vesuviani in facies di « calcare soffice ».</p> <p>O₁ Diastemi ed argille diastemiche (« triadi »).</p>
Eocene	<p>E₃ Arenarie spesse, sabbie, sabbie argillose ed argille siltose a luoghi con microfossili del Miocene superiore.</p> <p>E₂ Puddinghe poligeniche ed elementi di varia grandezza, con differenze grado di cementazione.</p>
Cenozoico	<p>C₃ Formazione di Pugliese: argille siltose, marne siltose gessoformi alterate a calcari marini, a luoghi vesuviani, ed arenarie quarzose con rari fossili marini.</p> <p>C₂ Formazione della Diavola: breccie, brecciate calcaree e marne ed argille di vario colore, argille e marne siltose, calcari vulcanici argillosi, calcari micropaginati bianchi e giallastri, arenarie gialle, puddinghe poligeniche e fossaniferi padogeni, marne a microfossili del Miocene.</p> <p>C₁ Molasse, arenarie, argille e marne siltose con microfossili del Miocene medio-superiore.</p> <p>C₀ Marne ed argille siltose, marne calcaree rosse e limonite associate a breccie calcaree e calcari bianchi. Abbondanti fossili padogeni ed, a luoghi, microfossili miocenici.</p>
Triassico	<p>T₃ Breccie e brecciate calcaree, calcareniti, calcari con interstrati di argille e marne siltose di vario colore, a luoghi con disegni, entro cui si ritrovano frequentemente abbondanti fossaniferi del Boscato.</p> <p>T₂ Marne ed argille siltose siltose con interstrati di calcareniti e breccie con fossili creati e padogeni.</p> <p>T₁ Diastemi rissanti e bruni associati ad argille variabili.</p>
Permiano	<p>P₃ Argille e marne prevalentemente siltose, grigie e rosse, con differenze grado di compattazione e siltosità (mercurio o complessi di strati calcarei, calcarenite, calcareniti, di breccie calcaree, di arenarie varie, puddinghe, disegni e silti disegni).</p>
Carbonifero	<p>C₃ Argille e marne, con calcari, brecciate calcaree, sabbie ed arenarie con disegni ed altri fossaniferi del Carbonifero superiore (Olivio S. Luca (vedi Nota)).</p> <p>C₂ Olivoli di siltone a presenza di cretosee (C₂).</p> <p>C₁ Olivoli di siltone a presenza di trisaccie (C₁).</p>



CARTA SCENARI DI RISCHIO IDROGEOLOGICO
A dB Appennino Meridionale - A dB Puglia
STRALCIO CARTA IGM
Foglio 174-II-SO VALLATA
Foglio 186-I-NO ANDRETTA
Foglio 186-I-NE Montemattina



LEGENDA

- Aerogeneratore
 - Cavidotto MT
 - Cavidotto AT
- Autorità di Bacino Uom Volturno UoM Liri Garigliano
- Area a rischio molto elevato R4
 - Area a rischio elevato R3
 - Area a rischio medio R2
 - Area a rischio moderato R1
 - Area di alta attenzione A4
 - Area di medio-alta attenzione A3
 - Area di media attenzione A2
 - Area di moderata attenzione A1
 - Area a rischio potenzialmente alto Rpa
 - Area a rischio potenzialmente basso Rpb
 - Area di attenzione potenzialmente alta Apa
 - Area di attenzione potenzialmente bassa Apb
- Autorità di Bacino della Puglia e Interregionale Ofanto
- Pericolosità geomorfologica media e moderata PG1
 - Pericolosità geomorfologica elevata PG2
 - Pericolosità geomorfologica molto elevata PG3

IL GEOLOGO
 Dott. Antonio Petriccione



Scala 1:25.000