

COMUNI DI MAFALDA e MONTENERO DI BISACCIA (CB)

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI **IMPIANTO EOLICO “Mafalda”**

REDAZIONE / PROGETTISTA:



CUBE SRL
SOCIETA' DI INGEGNERIA

gae | studio
geology architecture engineering

Via Turati,2
63074 - San Benedetto del Tronto (AP) - Italy
(+39) 0735 431388
MAIL: info@cubeinfo.it
gaestudio.it@gmail.com

TIMBRO E FIRMA PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

Relazione geologica, idrogeologica, geomorfologica, geotecnica e sismica

CODICE ELABORATO:

SIA05

FORMATO

A4-A3

Nr. EL.:

1.1.5

FASE:

**PROGETTO
DEFINITIVO**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	12/09/2023	A.M.	S.C.	M.G.
01					
02					
03					
04					

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	2 di 113

Sommario

1	PREMESSA	5
1.1	Scopo dell'elaborato	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3	INQUADRAMENTO ED UBICAZIONE	8
4	CARATTERISTICHE GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICHE ed IDROGEOLOGICHE.....	13
4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	13
4.2	UNITA' STRUTTURALI.....	18
4.2.1	DEPOSITI DELLA AVANFOSSA PLIO-PLEISTOCENICA.....	19
4.2.2	BACINI TOP-THRUST	20
4.2.3	UNITÀ SICILIDI.....	29
4.2.4	Falda dell'alto Molise	36
4.2.5	Mélange tettonico dei M. Frentani	36
4.3	QUADRO TETTONICO-STRUTTURALE DELL'AREA DI INTERVENTO	38
4.3.1	Mélange tettonico dei M. Frentani	38
4.3.2	Assetto strutturale delle Unità Molisane.....	38
4.4	QUADRO GEOMORFOLOGICO.....	40
4.5	QUADRO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO	69
4.5.1	COMPLESSI IDROGEOLOGICI.....	71
4.6	INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO	72
4.6.1	Unità territoriali	73
5	CARATTERISTICHE SISMO-STRATIGRAFICHE.....	75
5.1	Sequenza stratigrafica locale.....	75
5.2	Analisi dei livelli litotecnici individuati	76
6	CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA e GEOTECNICA.....	77
7	ANALISI SISMICA	79
7.1	SISMICITA'	79
7.2	SISMOTETTONICA.....	83
7.2.1	Eventi sismici principali	83
7.3	ANALISI DEL TERRENO e CATEGORIA di SUOLO.....	84
7.4	STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA	88
8	ANALISI SISMOTETTONICA E RISCHIO SISMICO	95
8.1	Mappa dei forti terremoti degli ultimi 150 anni.....	95
8.2	Valutazione del potenziale sismogenetico	96
8.3	Probabilità per il verificarsi di grandi eventi sismici in Italia	97
8.4	Storia sismica (Database Macrosismico Italiano 2016 - DBMI15).....	97
8.5	Storia sismica area di Mafalda, Montenero di Bisaccia, Montecilfone	100
8.6	CONSIDERAZIONI	108
8.7	ANALISI AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	108
9	VALUTAZIONI E CONCLUSIONI.....	112

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	3 di 113

Elenco delle Figure

Figura 1 : Inquadramento su base satellitare ESRI -GOOGLE con layout di intervento e centri urbani limitrofi	8
Figura 2 : Stralcio su immagine satellitare Google	9
Figura 3 : Stralcio su immagine satellitare con curve di livello (5m)	9
Figura 4 : Assetto tettonico attuale della penisola italiana	15
Figura 5 : Sezione schematica della catena appenninica.....	16
Figura 6 : Colonne stratigrafiche delle unità tettoniche affioranti in Molise.....	16
Figura 7 : Schema strutturale dell'Appennino abruzzese-molisano.	17
Figura 8 : Distribuzione degli affioramenti dell'avanfossa plio-pleistocenica	19
Figura 9 : Sezione geologica n. 3, M. Arcano-Campomarino. Per la didascalia di questa riferirsi alla legenda della Carta Geologica (Tavole f.t. di Fig. 7).	20
Figura 10 : Sezione geologica n. 7, Fosso di Canniviere-Staz. S. Salvo. Per la didascalia di questa riferirsi alla legenda della Carta Geologica (Tavole f.t. di Fig. 7).	20
Figura 11 : Distribuzione degli affioramenti dei bacini top-thrust	21
Figura 12 : Appoggio in onlap delle sabbie gialle della Formazione Atesa (Pleistocene inferiore - Pliocene superiore) sia su Argille Scagliose Sicilidi che su argille marnose (4b) del Pliocene medio-inferiore del bacino top-thrust di Palombaro, Casalanguida e Larino (vista da SSE).....	21
Figura 13 : Dettaglio dell'appoggio discordante delle sabbie gialle della Formazione Atesa (Pleistocene inferiore - Pliocene superiore) sulle argille marnose azzurre (4b) del Pliocene medio inferiore della successione di Palombaro, Casalanguida e Larino (vista da Sud).....	22
Figura 14 : Calcareniti organogene giallastre talora glauconitiche sulla strada Palombaro-Fara S. Martino, alla base della successione di Palombaro, Casalanguida e Larino (Pliocene medio-inferiore).....	23
Figura 15 : Calcareniti organogene basali (4a) della successione di Palombaro, Casalanguida e Larino (Pliocene medio-inferiore) poggianti in discordanza su marne del Messiniano superiore riferibili all'episodio Lago-Mare, nella cava di Stingeti (sinistra del F. Bijferno, SSO di Guglionesi)	23
Figura 16 : Conglomerati poligenici a matrice arenacea in grossi banchi in alternanza con sabbie gialle della cava di Madonnella a SO di Campobasso (Conglomerati di Campobasso, Pliocene inferiore basale? - Messiniano superiore)	24
Figura 17 : Dettaglio dei Conglomerati di Campobasso affioranti nei pressi dell'abitato di Molise, costituiti da clasti subarrotondati di calcari, arenarie, selci e rocce cristalline con diametro da pochi cm fino a 30 cm (Pliocene inferiore basale?-Messiniano superiore)	24
Figura 18 : Dettaglio dei conglomerati poligenici affioranti a Colle Fraudore ad Est di Jelsi, intercalati nella parte alta delle Calcareniti e conglomerati di Jelsi (Pliocene inferiore?-Messiniano superiore)	25
Figura 19 : Banchi metrici di gesso selenitico con sottili intercalazioni pelitiche coperte in discordanza da marne riferibili all'episodio Lago-Mare. Sulle marne poggiano in discordanza le calcareniti (4a) della successione di Palombaro, Casalanguida e Larino di età Pliocene medio-inferiore (cava di Stingeti in sinistra del F. Bijferno a SSO di Guglionesi)	26
Figura 20 : Argille e argille siltose grigio-oliva con potenti intercalazioni di sabbie e conglomerati calcarei ben cementati di Toppo Vipera, ben sviluppate tra Gambatesa ed il Torrente Tappino (Argille del F. Fortore, Pliocene inferiore? - Messiniano). In netto rilievo la scarpata formata dai conglomerati di Gambatesa che raggiungono uno spessore di 10-15 m	27
Figura 21 : Dettaglio delle potenti bancate di sabbie grossolane grigio-cenere di Macchia Valfortore (Messiniano superiore), caratterizzate dalla presenza di numerose concrezioni arenacee sferoidali sviluppate parallelamente alla stratificazione (Sabbie di Valli)	27
Figura 22 : Sabbie e arenarie grossolane (Sabbie di Valli) con potenti corpi canalizzati di megabrecce e conglomerati (*) affioranti a Limosano (Messiniano superiore)	28
Figura 23 : Megabrecce costituite da un ammasso caotico di blocchi spigolosi di calcari, marne, arenarie, selci e di alternanze conglomeratico-sabbioso-argillose, di taglia da centimetrica a decametrica sviluppate come grosso corpo fanglomeratico nelle Sabbie di Valli (Messiniano superiore). Alta valle del T. Chiusano a Sud di Gambatesa.....	28
Figura 24 : Sabbie di Valli (Messiniano superiore) in appoggio discordante su Argille Scagliose Sicilidi (Fiumarella di Casalciprano ad Est di S. Pietro in Valle). Vista verso Est	29
Figura 25 : Distribuzione degli affioramenti delle Unità Sicilidi.....	29
Figura 26 : Calanchi in argille rosse, verdi e violacee (Argille Scagliose Sicilidi) con sottili intercalazioni calcareo-silicee (Miocene inferiore - Cretaceo superiore). Sinistra Fiume Bijferno, a Sud di Guglionesi	30
Figura 27 : Alternanza di argille di colore rosso mattone e verdi della Formazione delle Argille Scagliose Sicilidi della cava a Nord di Spinete (Miocene inferiore - Cretaceo superiore)	30
Figura 28 : Intercalazioni calcareo-silicee nella Formazione delle Argille Scagliose Sicilidi della cava di Pietra Fracida (Miocene inferiore - Cretaceo superiore)	31
Figura 29 : Argille di colore da rosso mattone a nero verdastro a grigio della Formazione delle Argille Scagliose Sicilidi nella cava di Pietra Fracida (Miocene inferiore - Cretaceo superiore).....	31
Figura 30 : "Calcari cristallini" della Civita di Duronia rappresentati da calcari detritici bianchi con sottili intercalazioni di calcari silicei verdognoli talora ad aspetto nodulare con lenti di selce (Eocene? - Cretaceo superiore), tettonicamente imballati nelle Argille Scagliose Sicilidi. ..	32
Figura 31 : Alternanza di argille grigie, grigioverdastre e rosse e di marne rosso mattone della Formazione delle Argille Scagliose Sicilidi. Fonte dei Ladri alla confluenza del T. Verrino nel F. Trigno.....	32
Figura 32 : Blocchi di biocalcareni glauconitiche grigie in banchi metrici della Formazione Cercemaggiore (Miocene inferiore), tettonicamente imballati nelle Argille Scagliose Sicilidi. Morgia Corvara a NE di Castelbottaccio.....	33

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	4 di 113

Figura 33 : Marne calcaree rosate in banchi metrici con sottili intercalazioni di argille rosso mattone affioranti tra Salcito e Vallone S. Ianni. Costituiscono una facies della Formazione Cercemaggiore caratterizzata da una dominante componente marnoso-calcareea rosata con intercalazioni di brecciole calcaree a macroforaminiferi e con sottili livelli di calcareniti e di areniti grigie, di età Miocene inferiore.....	34
Figura 34 : Alternanza di brecciole calcaree, biocalcareni e calcilutiti con intercalazioni di argille marnose rosse e grigio verdastre della Formazione di Cercemaggiore (Miocene inferiore). Cava in località Padula ad Est di Jelsi	34
Figura 35 : Blocchi di Flysch Numidico (Serravalliano-Langhiano) tettonicamente imballati nelle Argille Scagliose Sicilidi, in sponda sinistra del F. Biferno (Morgia dell'Eremita presso Molino del Duca ad Est di Castelbottaccio)	35
Figura 36 : Blocchi di calcari cretacei a Rudiste tettonicamente imballati nelle Argille Scagliose Sicilidi, in località la Rocca sulla destra del F. Biferno a Nord di Oratino.....	35
Figura 37 : Sezione geologica n. 2, Colle le Case-T. Sente.....	36
Figura 38 : Fronte del F. Trigno.. ..	36
Figura 39 : Struttura del Mélange tettonico dei M. Frentani in un nuovo affioramento in sponda sinistra del F. Trigno	37
Figura 40 : Sezione geologica n. 4, Cima della Stretta-Laroma.....	38
Figura 41 : Sezione geologica n. 7, S. Biase 1 - Mafalda	39
Figura 42 : Sezione geologica n. n. 5, Monte le Pere - Carpineto Sinello	40
Figura 43 : Reticolo idrografico ed andamento morfologico area impianto 1	40
Figura 44 : Reticolo idrografico ed andamento morfologico area impianto 2	41
Figura 45 : Reticolo idrografico ed andamento morfologico area impianto 3	41
Figura 46 : Reticolo idrografico ed andamento morfologico area impianto 4	42
Figura 43 : Schema geolitologico della regione centro-adriatica:.....	70
Figura 44 : Carta idrogeologica dell'Italia meridionale (ridisegnata da Allocca et al., 2007), rappresentante i principali gruppi	70
Figura 45 : Carta del Grado di Permeabilità delle Regioni Molise e Puglia (da De Vita, 2017) (segue legenda).....	72
Figura 46 : Unità Fisiografiche di Paesaggio della Regione Molise.....	73
Figura 48 : Zone Sismiche	79
Figura 49 : Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale.....	80
Figura 50 : Zonizzazione sismica regionale con ag.....	81
Figura 51 : Classificazione sismica regionale Molise.....	82
Figura 52 : Carta Geolitologica con ubicazione delle prove DH	84
Figura 53 : Confronti tra il VS30 stimato da USGS e dati sperimentali, per i diversi complessi geolitologici.....	85
Figura 54 : Istogramma del logaritmo del rapporto tra VS30 misurato (DH) e VS30 predetto (USGS)	86
Figura 55 : Boxplot dei valori sperimentali di VS30 per i diversi complessi geolitologici. b) Istogramma del logaritmo del rapporto tra VS30 misurato (DH) e VS30 medio dei complessi geolitologici riportati in Tab. 1	87

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	5 di 113

1 PREMESSA

La società **WIND ENERGY MAFALDA SRL**, d'ora in avanti il proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella provincia di Campobasso, nei comuni di Mafalda e Montenero di Bisaccia.

L'impianto, denominato "Mafalda", sarà costituito da 7 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 6,0 MW, per una potenza complessiva di 42,0 MW integrato da un sistema di accumulo.

Data la potenza dell'impianto, superiore ai 10.000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i.

Gli aerogeneratori forniscono energia elettrica in bassa tensione (690V) e sono pertanto dotati di un trasformatore MT/BT ciascuno, alloggiato all'interno dell'aerogeneratore stesso e in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco. La rete del parco è costituita da un cavidotto interrato in media tensione (30kV), tramite il quale l'energia elettrica viene convogliata dagli aerogeneratori alla sottostazione elettrica (SSE) di trasformazione AT/MT di proprietà del proponente che sarà collegata in antenna ad una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV della RTN, da inserirsi in modalità entra-esce sulla linea a 150 kV "Montecilfone", previa realizzazione degli interventi previsti nell'area di cui al Piano di Sviluppo Terna (421-P).

Le opere progettuali sono quindi sintetizzate nel seguente elenco:

- parco eolico composto da 7 aerogeneratori, da 6,0 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 105 m e diametro del rotore fino a 150 m e dalle relative opere civili connesse quali strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- impianto di rete, consistente in una nuova SE di smistamento a 150 kV della RTN da inserirsi in modalità entra-esce sulla futura linea a 150 kV "Montecilfone";
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto in media tensione (30kV) interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti, nella SSE di trasformazione 150/30 kV di proprietà del Proponente e nell'elettrodotta di collegamento tra la SSE e la nuova SE.

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997" e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e s.m.i..

L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti. Per il progetto in esame si stima una producibilità del parco eolico superiore a 84GWh/anno, che consente di risparmiare 15.710 TEP/anno (fonte ARERA: 0,187 TEP/MWh) e di evitare almeno 41.480 ton/anno di emissioni di CO₂ (fonte ISPRA,2020: 493,80 g [CO₂]/kWh).

I dati del proponente sono i seguenti:

WIND ENERGY MAFALDA Srl

Indirizzo Sede legale PESCARA (PE)

VIA CARAVAGGIO 125 CAP 65125

Domicilio digitale/PEC windenergymafalda@legpec.it

Numero REA PE – 424846 - P.iva 02372300687

1.1 Scopo dell'elaborato

Il presente documento, costituisce l'analisi preliminare geologica-stratigrafica-idrogeologica-geotecnica e sismica a supporto della progettazione definitiva dell'impianto eolico denominato "Mafalda", con opere di connessione insistenti nel comune di Montecilfone.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	6 di 113

L'area prevista per il parco eolico presenta una quota compresa tra 120 e 250 m s.l.m. ed è prevalentemente collinare e basso collinare direttamente connessa all'ampia zona di piana alluvionale relativa al f.Trigno che scorre a Nord dell'area di intervento in senso Ovest/Est prevalente. Il paesaggio è quindi articolato attraverso colli e versanti a media-bassa pendenza, con profili ondulati ed intervallati da morfologie fluviali relative al reticolo idrografico secondario molto sviluppato e gerarchizzato e zone di crinale (Colle della Guardia, Colle Timbano, Colle di Pisticchio).

Di tali varietà, data la loro influenza sui profili aerodinamici e sulla turbolenza del vento, si dovrà tenere conto mediante un'opportuna mappa di rugosità dell'area di interesse.

Scopo del presente studio è approfondire il quadro geologico, geomorfologico, idrogeologico, idraulico ed ambientale, sulla base delle analisi geologiche di dettaglio derivanti dai piani comunali e da studi di approfondimento tecnico del Comune di Mafalda e Montenero di Bisaccia ed acquisire il maggior numero di dati sulle principali caratteristiche idrogeologiche, geologiche e geotecniche dei terreni sui quali verranno operati gli interventi; tutto ciò al fine di ottenere una modellazione geologica del sito oggetto di intervento e verificarne quindi l'idoneità geologica.

A tal fine lo studio è stato sviluppato attraverso:

- l'acquisizione dei dati cartografici e bibliografici esistenti per l'area in esame;
- reperimento e consultazione dei dati relativi all'archivio geognostico regionale molisano con specifiche indagini geognostiche differenziate per tipologia relative all'area di interesse;
- dati ed analisi relativi ai vari studi di MZS dei comuni interessati nei vari livelli di analisi e di quelli immediatamente limitrofi ma con medesima configurazione litostratigrafica e morfostrutturale;
- il rilevamento geologico e geomorfologico di superficie esteso ad un intorno significativo rispetto al sito di intervento;
- l'elaborazione di tutti i dati raccolti per riconoscere e valutare i lineamenti geologici e geomorfologici essenziali, finalizzata alla costruzione del modello geologico definitivo;
- la caratterizzazione geotecnica del terreno costituente il volume significativo del sottosuolo;

Inoltre si farà riferimento in particolare ai seguenti studi e rapporti:

- *Studi di Microzonazione sismica della Regione Molise - Provincia di Campobasso (2007);*
- *A. FESTA, F. GHISSETTI & L. VEZZANI - CARTA GEOLOGICA DEL MOLISE - Scala 1:100.000 – NOTE ILLUSTRATIVE (2006);*
- *VALIDAZIONE DI APPROCCI SEMPLIFICATI PER LA STIMA DELLA CLASSE DI SOTTOSUOLO A SCALA TERRITORIALE: IL CASO STUDIO DELLA REGIONE MOLISE*
Giovanni Forte, Giovanni Lanzano, Filippo Santucci de Magistris
Dipartimento DiBiT, Laboratorio StreGa, Università degli Studi del Molise
giovanni.forte@unimol.it , giovanni.lanzano@unimol.it , filippo.santucci@unimol.it - *Silvia Fabbrocino- Dipartimento DISTAR, Università degli Studi di Napoli Federico II*
silvia.fabbrocino@unina.it - *Francesco Silvestri - Dipartimento DICEA, Università degli Studi di Napoli Federico II -* francesco.silvestri@unina.it (2013);
- *LA CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ITALIA MERIDIONALE*
Metodi ed analisi territoriali per l'identificazione e la caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei (Direttiva 2000/60/CE)
Vincenzo Allocca, Fulvio Celico, Pietro Celico, Pantaleone De Vita, Silvia Fabbrocino, Cesaria Mattia, Giuseppina Monacelli, Ilaria Musilli, Vincenzo Piscopo, Anna Rosa Scalise, Gianpietro Summa, Giuseppe Tranfaglia.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	7 di 113

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente documento è stato elaborato secondo la seguente normativa di riferimento:

- Decreto Ministeriale del 6 settembre 1994 "Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n° 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto" ("DM 6/9/94");
- Decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti" ("D.Lgs. 36/03").
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137" ("D.Lgs. 42/04").
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" ("D.Lgs. 152/06").
- Decreto Legislativo 163/2006 e s.m.i. " Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle Direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE".
- Decreto Ministeriale 27 settembre 2010 "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005" (D.M. 27/9/10).
- Legge Regionale 29 novembre 1996, n. 35 "Costituzione dell'Autorità' di Bacino Regionale in attuazione della legge 18 maggio 1989, n. 183 e successive modificazioni ed integrazioni" e s.m.i. ("LR 183/96").
- D.P.R 207/2010 recante il Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.
- D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni"
- Circ. C.S.LL.PP. 2 febbraio 2009 n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.
- O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e succ. m. e i.
- Legge 2 febbraio 74 n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" e succ. m. e i.
- Legge Regionale 27 aprile 98 n. 7 "Disciplina per le costruzioni ricadenti in zone sismiche. Snellimento delle procedure in attuazione dell'art. 20 della Legge 10 dicembre 1981, n. 741".
- D.M. LL.PP. 11/03/1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	8 di 113

3 INQUADRAMENTO ED UBICAZIONE

L'area interessata dall'installazione delle turbine e dalle opere accessorie ricade nei comuni di Mafalda e Montenero di Bisaccia, in provincia di Campobasso (CB).

La zona di progetto è ubicata circa 2.0 km ad Ovest del centro abitato di Montenero di Bisaccia e 2,0 km a Nord rispetto all'area urbana di Mafalda rispetto alle più prossime WTG. L'area di impianto è rappresentata in Fig. 1, su stralcio cartografico in scala 1:30'000.

Sulla Carta in scala 1:100'000 l'area di impianto interessa il foglio 154 "Larino", mentre sulla carta IGM 25k interessa il foglio F154--I NO "MONTENERO DI BISACCIA".

Il layout di impianto si sviluppa all'interno dei territori comunali di Mafalda, Montenero di Bisaccia (WTG, cavidotto interno) e Montecilfone (SSEU, SE Terna, cavidotto esterno).

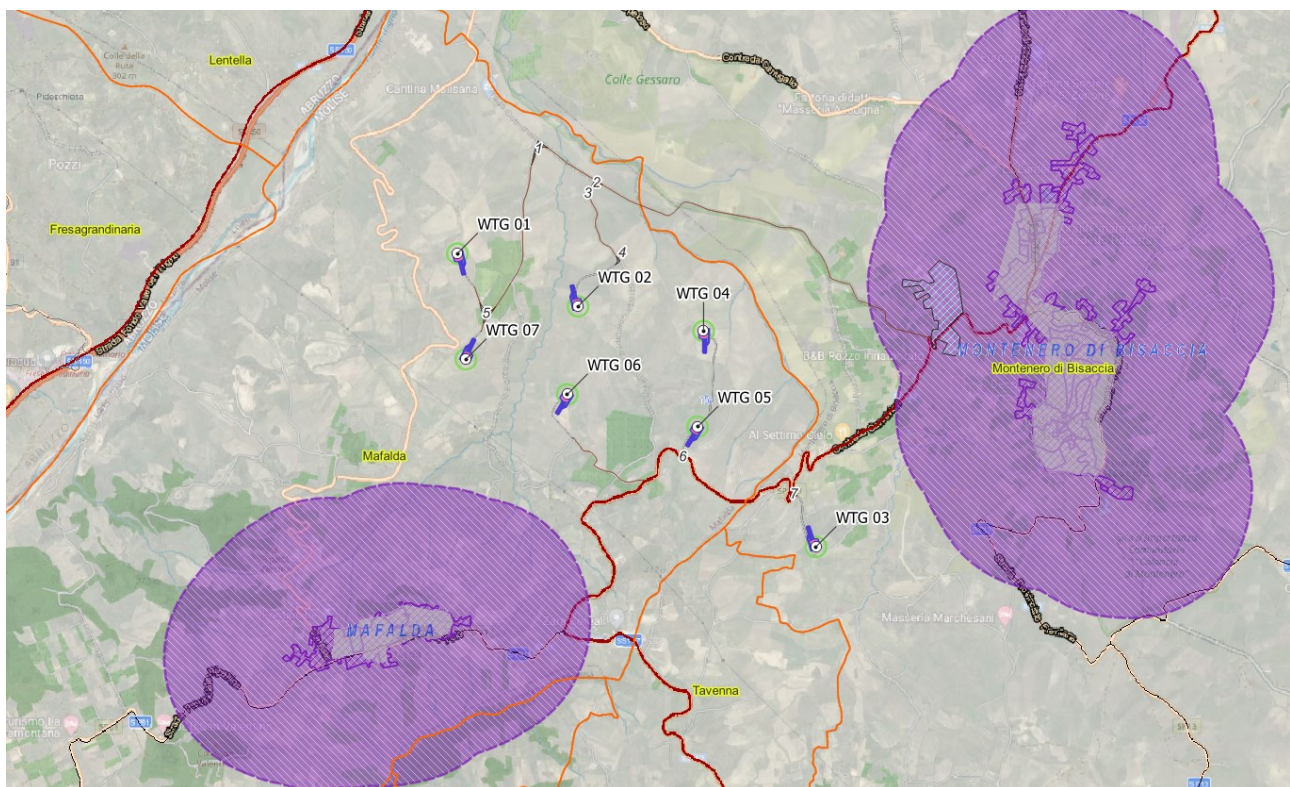


Figura 1 : *Inquadrimento su base satellitare ESRI -GOOGLE con layout di intervento e centri urbani limitrofi*

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	9 di 113



Figura 2 : Stralcio su immagine satellitare Google

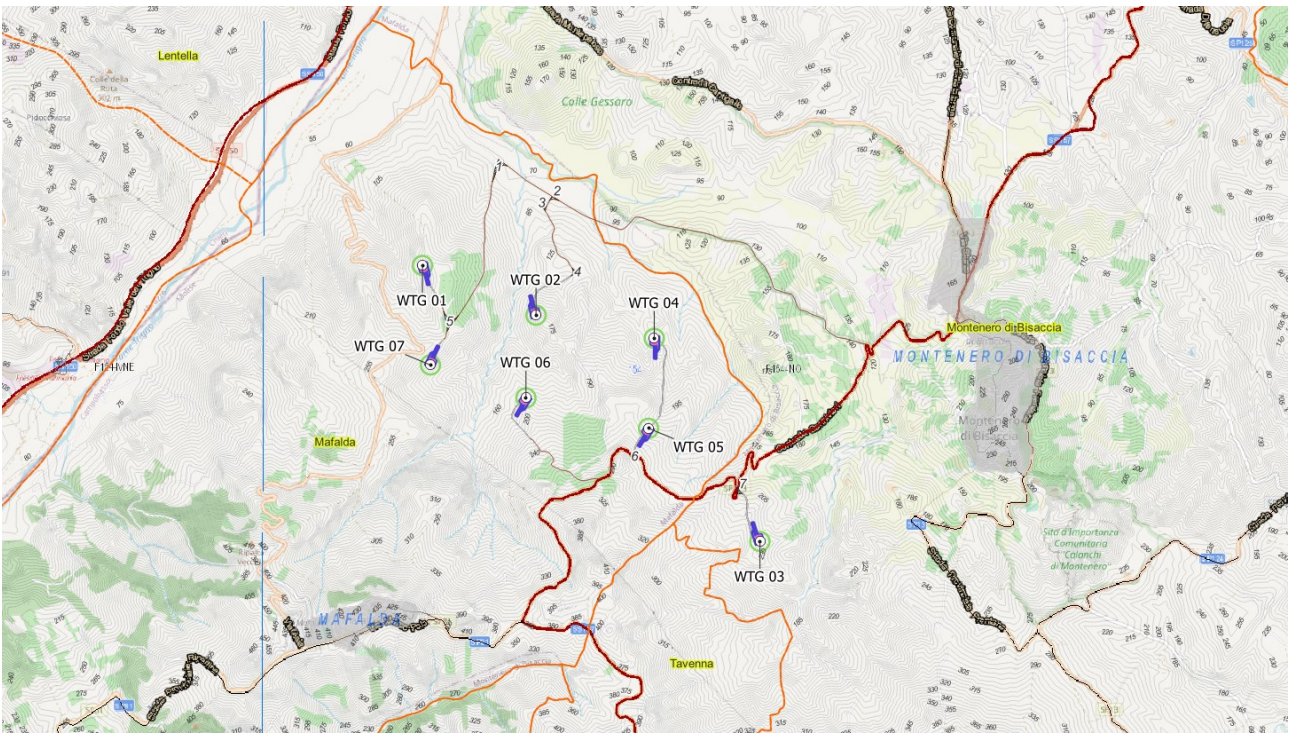


Figura 3 : Stralcio su immagine satellitare con curve di livello (5m)

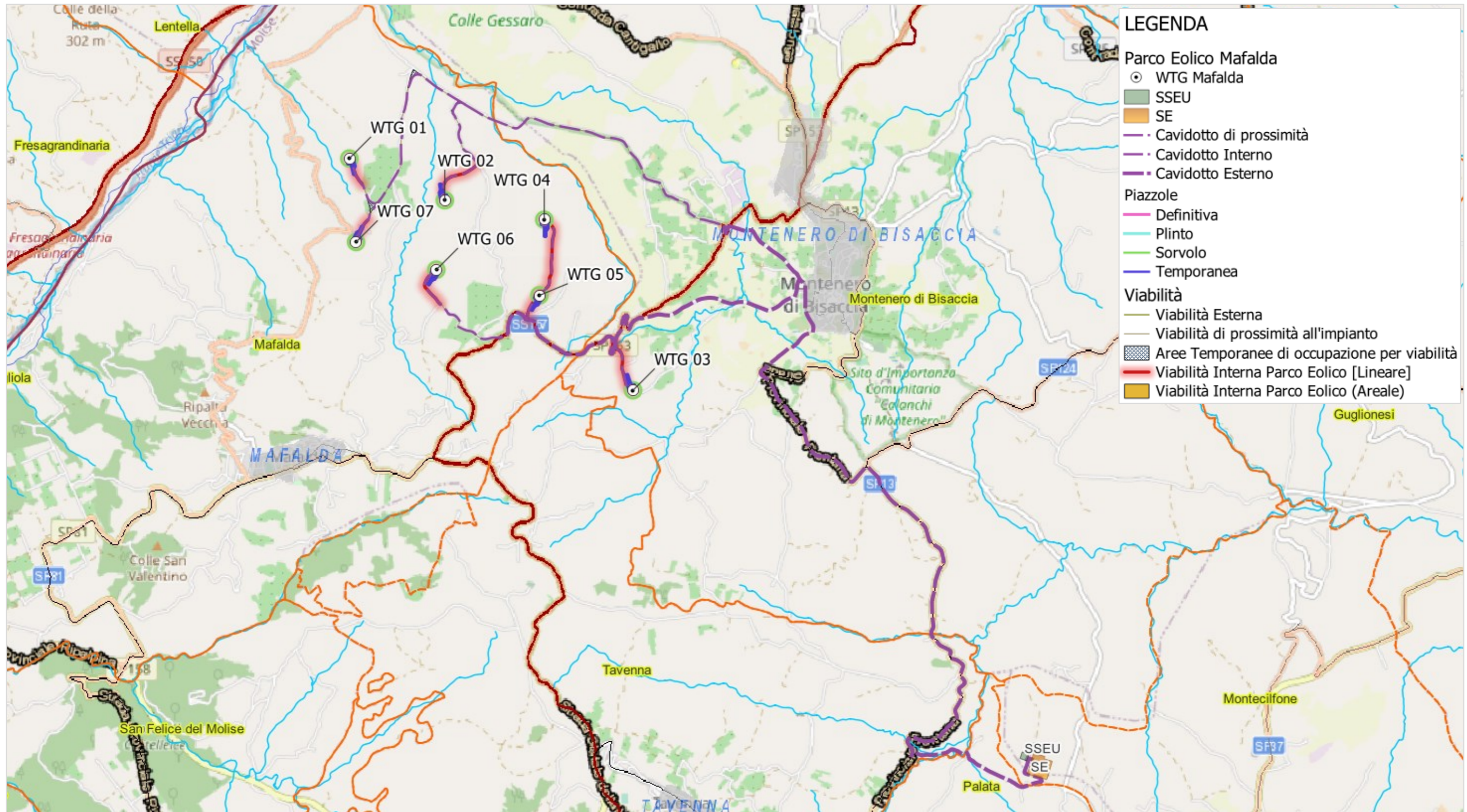
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	12/09/2023
		Revisione:	00
		Pagina:	10 di 113

STRALCIO CARTA I.G.M. 250k – scala 1:80'000



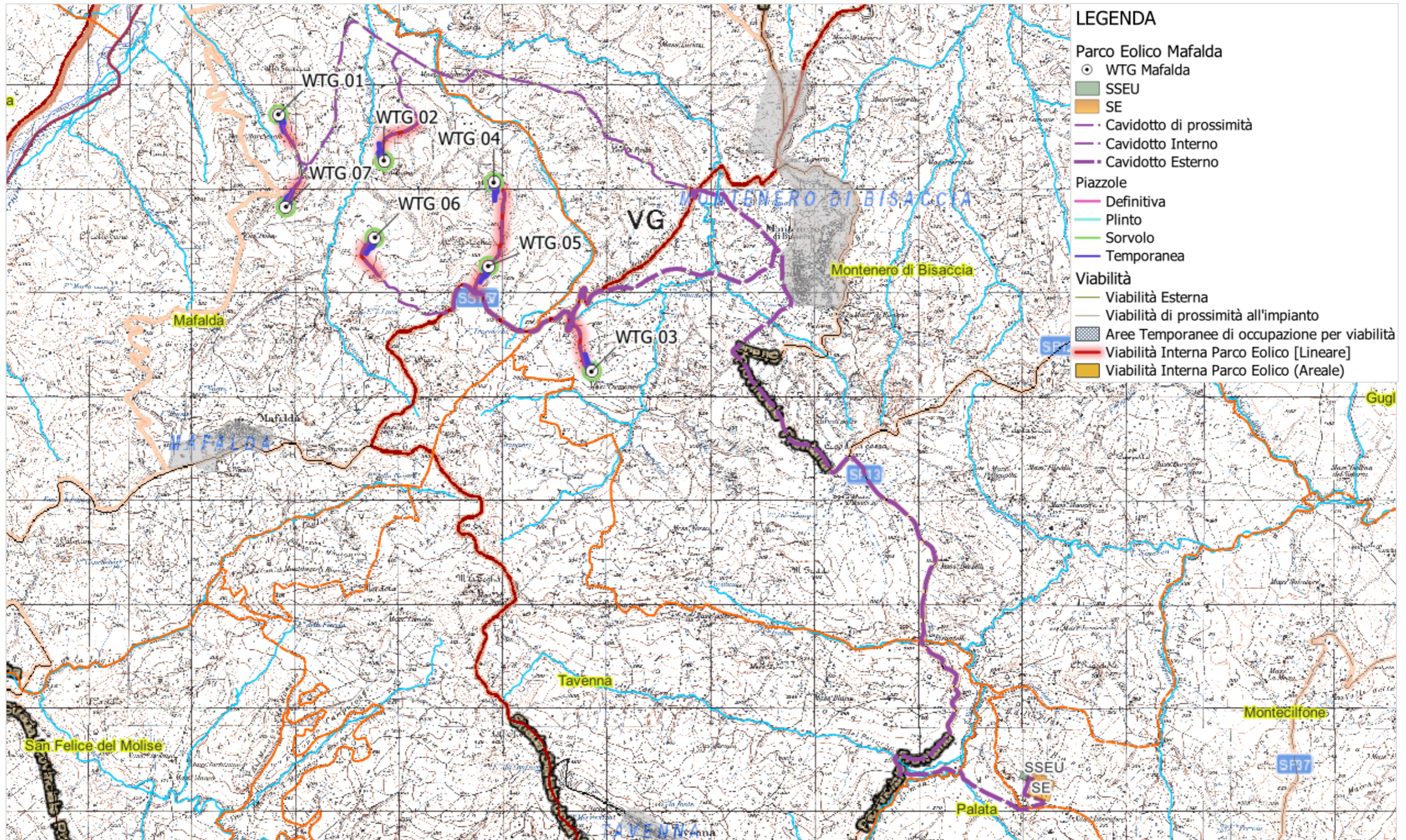
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	12/09/2023
		Revisione:	00
		Pagina:	11 di 113

Open Street Map – scala 1:40'000



Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	12/09/2023
		Revisione:	00
		Pagina:	12 di 113

STRALCIO CARTA I.G.M. 25k – scala 1:25'000



Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	13 di 113

4 CARATTERISTICHE GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICHE ed IDROGEOLOGICHE

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il Molise ricade nella zona di congiunzione tra l'Appennino meridionale e quello centrale ed è caratterizzato da una situazione geologica molto articolata, di difficile e complessa interpretazione, sia per quanto riguarda le condizioni di superficie sia soprattutto per la geologia profonda.

La configurazione attuale è il risultato della continua evoluzione paleogeografica e dei notevoli sconvolgimenti tettonici che, a più riprese, hanno deformato e disarticolato le unità tettoniche preesistenti. In particolare, dobbiamo immaginare che nel tardo Mesozoico l'area dell'attuale settore centromeridionale della catena appenninica, faceva parte di un sistema deposizionale posto al margine continentale della cosiddetta "Adria", che limitava verso Sud l'oceano Tetide. In questo settore crostale si sono depositi potenti spessori di carbonato di calcio a formare isole coperte da pochi centimetri di acqua, le cosiddette piattaforme carbonatiche, alternate ad aree di bacino, in cui si deponevano sedimenti di mare più profondo. Le successive "spinte", dovute all'orogenesi alpina, a partire dal Miocene inferiore, hanno coinvolto, in una generale traslazione verso nord-est, le unità tettoniche che si erano costituite, provocando deformazioni profonde e l'accavallamento delle une sulle altre.

Durante le fasi orogenetiche si sono deposte le successioni clastiche dei Flysch, anch'esse poi coinvolte e implicate nelle deformazioni che portarono all'emersione dei rilievi di questo settore appenninico.

In Molise dunque affiorano successioni riferibili a domini di piattaforma carbonatica (Unità della Piattaforma Appenninica) e di bacino (Unità del Sannio e Unità del bacino Molisano) di età compresa tra il Giurassico e il Miocene. Tali terreni sono ricoperti da conglomerati e arenarie (Flysch di S. Bartolomeo e Flysch del Molise) formati a partire dal Miocene in seguito alle varie fasi orogenetiche. (Calcaterra D. et al., 2016).

Nel corso del quaternario si verificò, inoltre, un progressivo sollevamento della Catena appenninica, accompagnato dallo sviluppo di estese faglie la cui attività è, ancora oggi, responsabile dei forti terremoti che si verificano nella regione.

Con la strutturazione della Catena sotto l'azione della tettonica e l'influenza del clima, contraddistinto da variazioni cicliche caratterizzate da fasi glaciali e interglaciali, avviene il modellamento del paesaggio da parte degli agenti erosivi e la deposizione di corpi sedimentari sia di ambiente continentale che di ambiente marino. Le deposizioni più antiche sono di ambiente marino; le deposizioni di origine continentale, rappresentate da depositi lacustri, fluviali, detritici di versante e glaciali testimoniano, invece, l'evoluzione più recente del paesaggio molisano.

Nel settore occidentale (fig 7) si osserva la presenza dominante di rocce carbonatiche di ambiente di mare basso (piattaforma carbonatica) caratterizzato da sedimentazione calcareo-dolomitica di età Trias-Cretaceo (Matese - Mainarde) e di scarpata contraddistinta da sedimentazione calcareo-marnoso-selciosa, a partire dal Cretaceo fino al Miocene con notevoli apporti detritici della zona di piattaforma (Monti di Venafro-Isernia, zona di Frosolone, zona di Sepino).

Il settore centrale è, invece, tipicamente rappresentato da morfologie collinari impostate su successioni marnoso-argilloso-calcaree ed arenacee di bacino (Unità del Sannio e Molisane).

Nel settore orientale, che si affaccia sul Mare Adriatico, prevalgono successioni argillose ed arenaceo-conglomeratiche sia di ambiente marino che di ambiente continentale di un'età variabile tra il Pliocene e il Pleistocene.

Questo settore è determinato da una morfologia collinare regolare e dolce con dorsali orientate, principalmente NNO-SSE, digradanti verso il mare Adriatico e separate dalle principali valli fluviali e dalle relative pianure alluvionali. (Calcaterra D. et al., 2016).

Questa conformazione morfologica si ripete muovendosi dalla pianura del fiume Trigno, a confine con l'Abruzzo, fino alla pianura del torrente Saccione, a confine con la Puglia.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	14 di 113

Lo studio del quadro geologico generale si è altresì basato come punto di partenza sulla Carta Geologica Regionale in scala 1:100'000 quale prodotto finale di un progetto di ricerche stratigrafiche e strutturali e di cartografia geologica impostato da diversi anni in Appennino centrale da parte di un gruppo di ricercatori di diverse sedi universitarie italiane, condotto con fondi M.I.U.R. 60% e 40% e contributi della Regione Molise.

La Carta Geologica del Molise (VEZZANI et al., 2004) ricade all'interno di 8 Fogli alla scala 1:100.000.

I dati geologici di base utilizzati per la redazione di questo documento di sintesi sono costituiti da rilevamenti geologici a scala da 1:10.000 a 1:25.000 eseguiti da F. Ghisetti e L. Vezzani tra il 1997 ed il 2003 nel settore tra le Mainarde e la Montagna del Matese, da L. Vezzani tra il 1996 ed il 2003 per la zona tra il F. Trigno ed il F. Fortore, e da A. Festa tra il 1996 ed il 2001 per la zona della Montagnola di Frosolone, l'alta valle del F. Biferno ed il settore di M. Moschiatturo. U. Follador ha eseguito le analisi micropaleontologico-stratigrafiche sulle successioni mioceniche e plioceniche.

La Carta Geologica del Molise, localizzata in un settore chiave per la interpretazione del sistema catenavanco in Appennino centrale (Fig. 4), si riallaccia fisicamente e si sovrappone in parte alla Carta Geologica dell'Abruzzo per il settore compreso tra la Montagna della Maiella ed il F. Trigno. Come per la Carta Geologica dell'Abruzzo (VEZZANI & GHISSETTI, 1998) è stata scelta per la stampa la scala 1:100.000 ed un'impostazione della legenda per unità strutturali. Nella carta sono pertanto differenziate (con colore e sigla numerica) le unità aventi una diversa posizione geometrica nella struttura della catena. Lo stesso criterio è stato utilizzato per identificare e descrivere le successioni stratigrafiche dei bacini top-thrust che tracciano l'evoluzione compressiva della catena a partire dal Messiniano.

Obiettivo di questa carta è fornire una base geologica di sintesi aggiornata ed adeguata per l'integrazione tra dati di superficie e di sottosuolo (sismica e pozzi perforati per ricerca di idrocarburi, v. BALLY et al., 1986; MOSTARDINI & MERLINI, 1986). Per l'area di M. Moschiatturo e della Montagnola di Frosolone la ricostruzione presentata nelle sezioni geologiche che corredano la carta si è avvalsa del lavoro originariamente effettuato da FESTA (2000), con la supervisione dei Dr. Merlini e Rea, sui dati di sondaggi e di sezioni sismiche forniti da ENI-Exploration & Production Division. Per le restanti aree le sezioni geologiche, ricostruite soprattutto sulla base di dati di terreno, tengono ampiamente conto di interpretazioni stratigrafico-strutturali presentate da CASNEDI et al. (1981); MOSTARDINI & MERLINI (1986); DI BUCCI (1995); VEZZANI & GHISSETTI (1998); PATACCA & SCANDONE (2004).

L'assetto strutturale dell'Appennino centrale è largamente documentato per quanto concerne il sistema Avanfossa-Avampese da un imponente numero di sondaggi e linee sismiche per ricerca di idrocarburi (JABOLI & ROGER, 1952; CARISSIMO et al., 1963; PIERI, 1966; OGNIBEN, 1969; CASERO et al., 1988; SELLA et al., 1988; CELLO et al., 1989; PATACCA et al., 1992). Questi dati mostrano che la Catena appenninica, costituita dal sistema imbricato delle Unità della Piattaforma Carbonatica Laziale-Abruzzese, del Bacino Molisano e della Piattaforma Abruzzese esterna è largamente alloctona, ricoprendo tettonicamente le Unità Apulo-Adriatiche deformate della Maiella e di Casoli. Queste ultime sono a loro volta in sovrapposizione tettonica su argille dell'Avanfossa Adriatica (3 e 4 in Fig. 5), di età da Pliocene inferiore a Pliocene medio-superiore e collegate allo sviluppo del Mélange tettonico dei M. Frentani, ove sono implicati sia in affioramento che in sottosuolo (tra le valli del F. Sangro e del F. Fortore) i sedimenti plio-pleistocenici (5 e 6 in Fig. 5) dei settori Adriatici più esterni (Fig. 7).

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	15 di 113

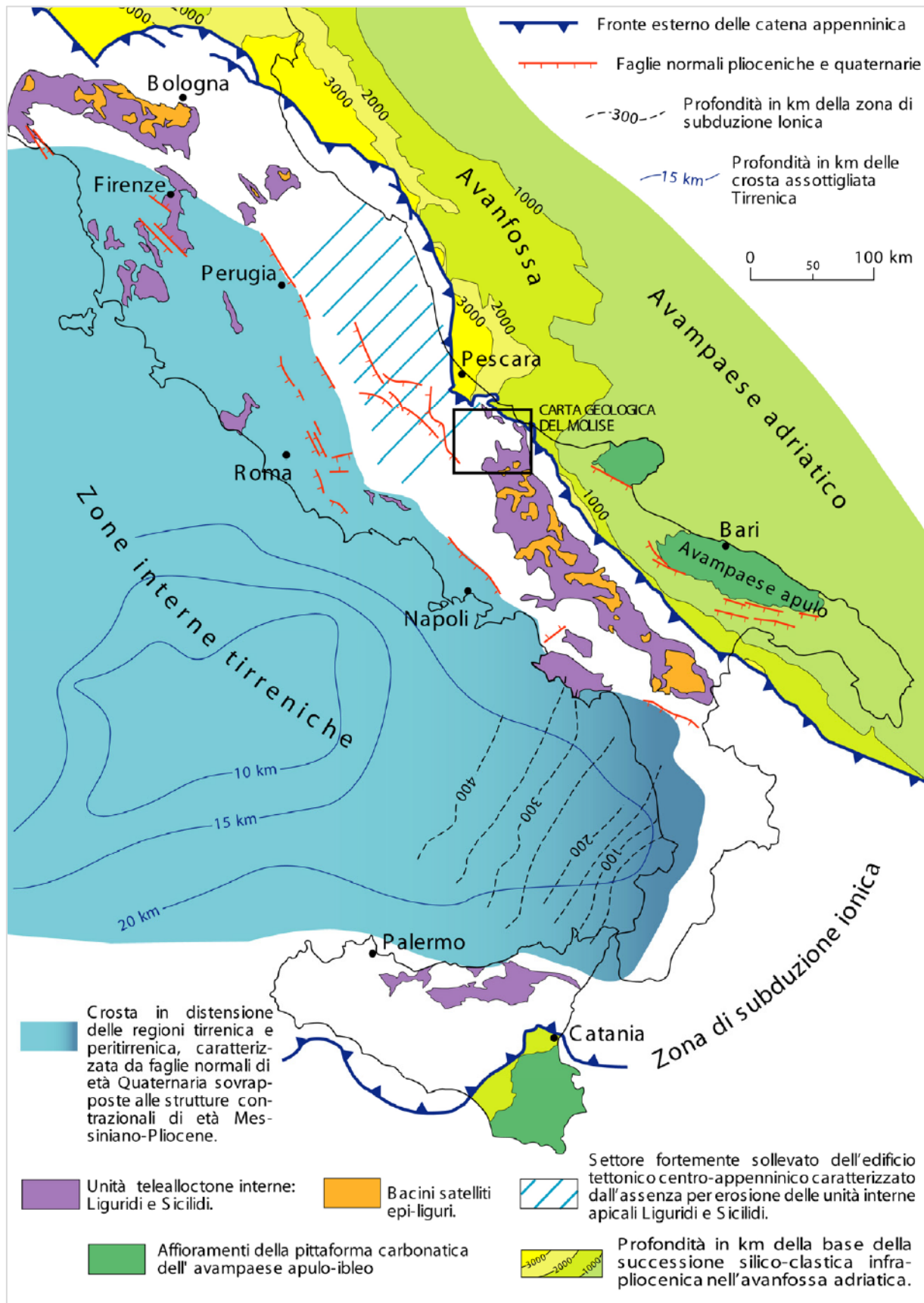
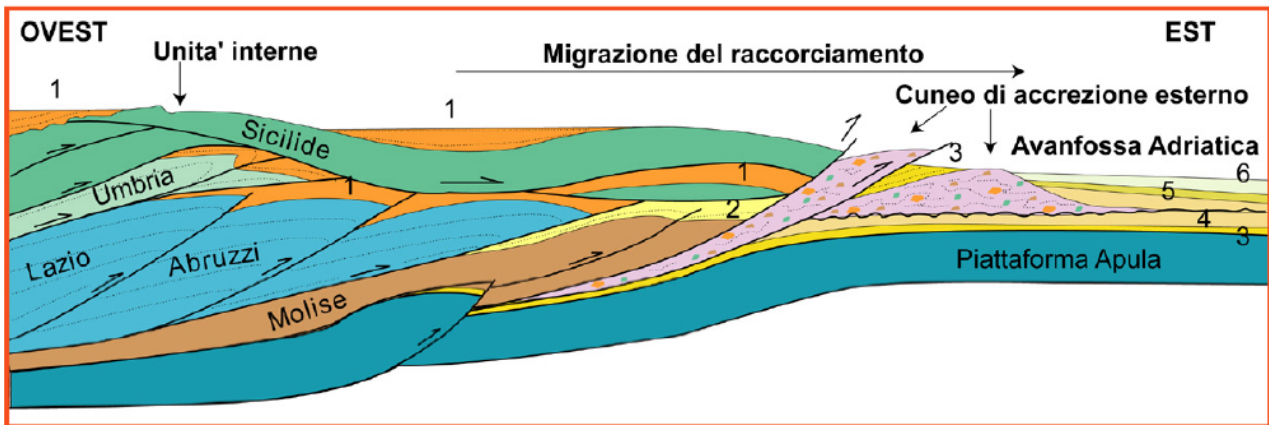


Figura 4 : Assetto tettonico attuale della penisola italiana



Successioni silico-clastiche dei bacini thrust-top e dell'Avanfossa Adriatica

1	Tortoniano-Messiniano (10-6.4 Ma)	3	Pliocene inf. (5.4-2.7 Ma)	5	Pliocene sup. (2.0-1.62 Ma)
2	Messiniano (6.4-5.4 Ma)	4	Pliocene medio-sup. (2.7-2.0 Ma)	6	Pleistocene inf. (1.62-0.72 Ma)

Figura 5 : Sezione schematica della catena appenninica

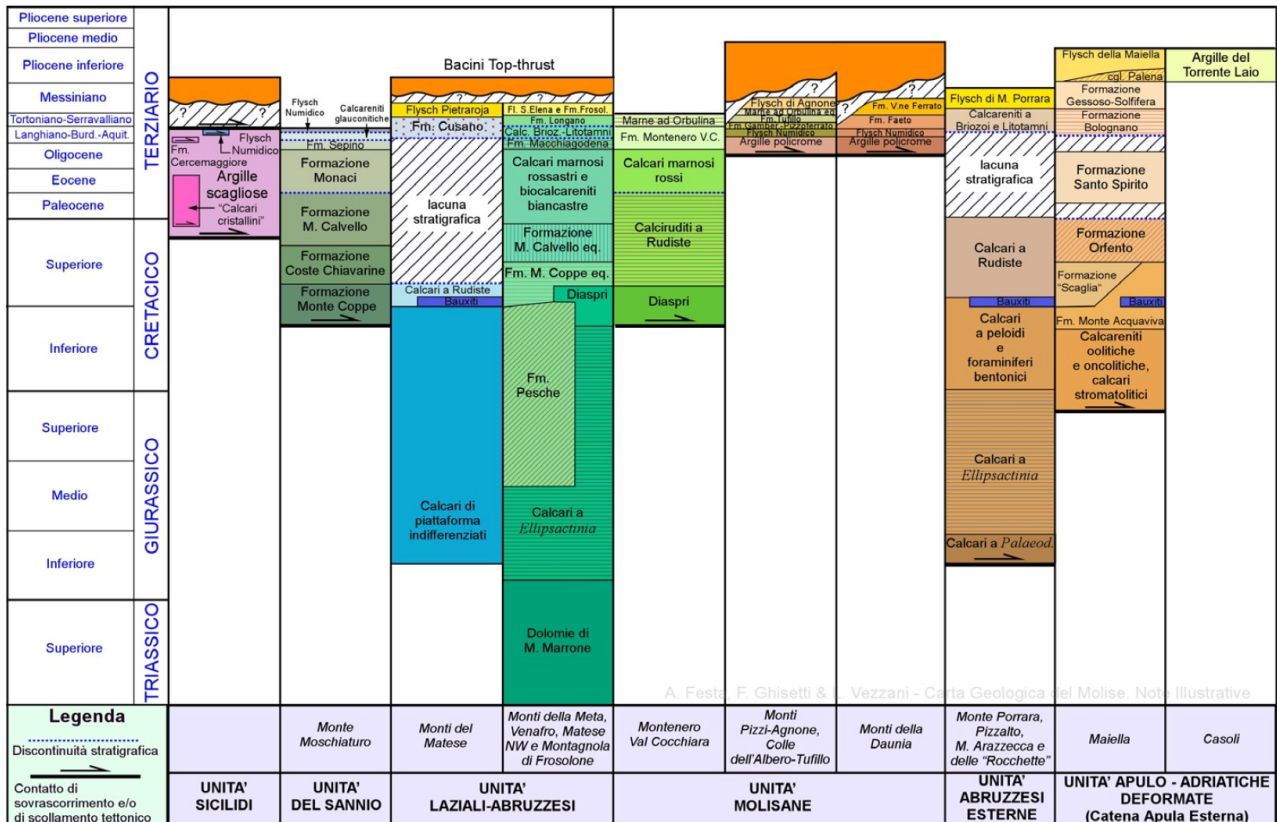


Figura 6 : Colonne stratigrafiche delle unità tettoniche affioranti in Molise

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	17 di 113

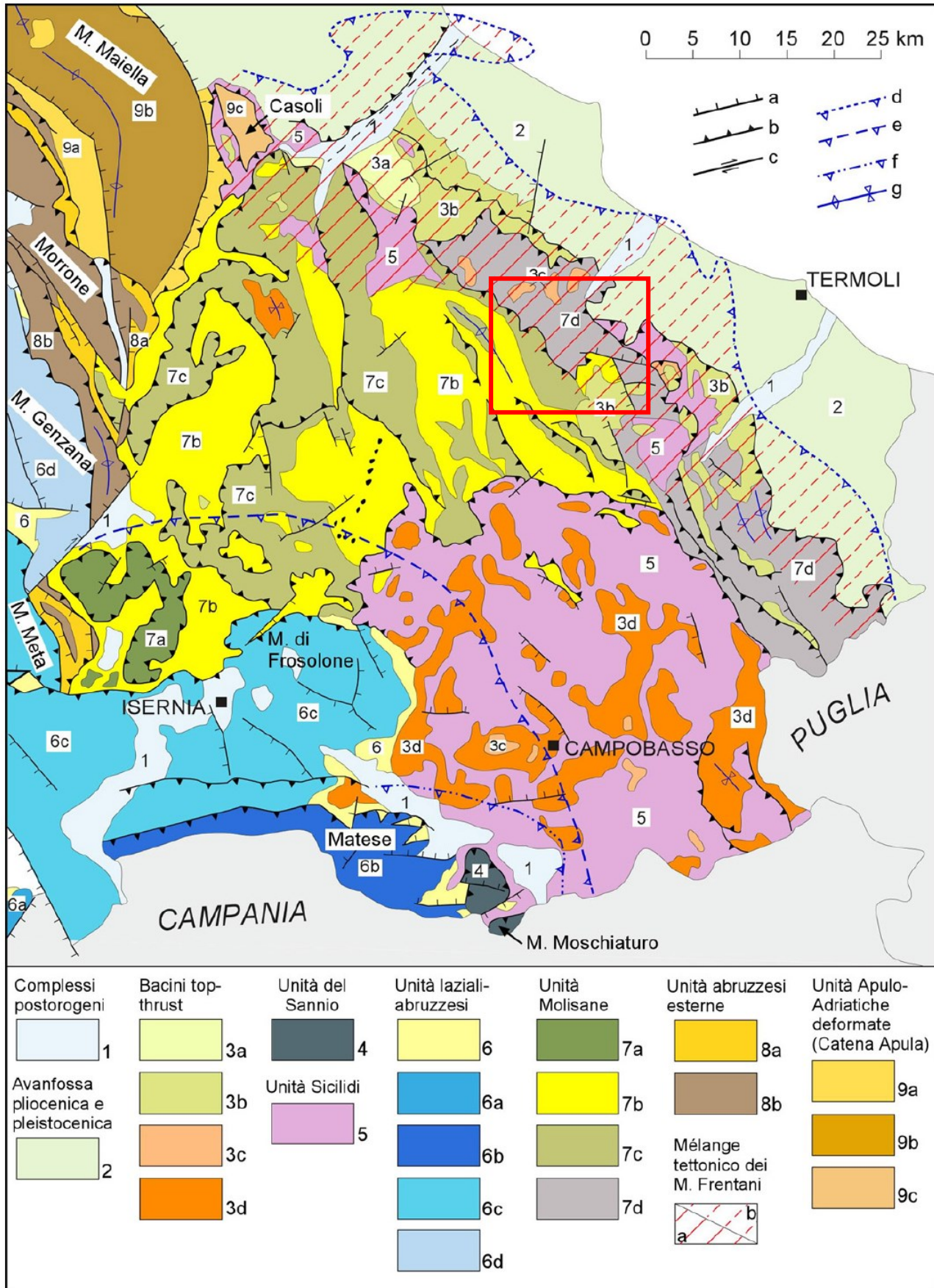


Figura 7 : Schema strutturale dell'Appennino abruzzese-molisano. 1. Successioni continentali postorogene (Olocene - Pleistocene superiore); 2. Successioni marine argilloso-sabbiose dell'avanfossa adriatica (Pliocene superiore - Pleistocene inferiore); 3. Bacini top-thrust: 3a. Formazione Atesa (Pleistocene inferiore - Pliocene superiore), 3b. Successione argilloso-calcarenitica di Palombaro,

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	18 di 113

Casalanguida e Larino (Pliocene medio - inferiore), 3c. Conglomerati di Campobasso; Gessi di Gessopalena; Successione clastico-evaporitica dei M. Frentani (Pliocene inferiore - Messiniano), 3d. Argille del F. Fortore; Sabbie di Valli (Pliocene inferiore? - Messiniano); 4. Unità di M. Moschiatturo (Aquitano - Albiano); 5. Unità Sicilidi indifferenziate (Miocene medio-inferiore - Cretaceo superiore); 6. Depositi sintettonici dei bacini di avanfossa a tetto delle unità carbonatiche laziali-abruzzesi (Messiniano - Tortoniano p.p.): 6a. Successione carbonatica prerterrigena meso-cenozoica in facies di piattaforma (Unità dei M. Lepini-M. Ausoni), 6b. Successione carbonatica prerterrigena meso-cenozoica in facies di piattaforma (Unità della Montagna del Matese), 6c. Successione carbonatica prerterrigena meso-cenozoica in facies da piattaforma a scarpata-bacino (Unità dei M. della Meta e di Venafro, del Matese Nord-occidentale e della Montagnola di Frosolone), 6d. Successione carbonatica prerterrigena meso-cenozoica in facies da laguna a margine (Unità di M. Genzana); 7. Unità Molisane: 7a. Successione prerterrigena in facies di scarpata-bacino dell'Unità di Montenero Val Cocchiara (Tortoniano superiore - Albiano), 7b. Flysch di Agnone (Messiniano), 7c. Successione prerterrigena dell'Unità dei M. Pizzi-Agnone e Colle dell'Albero-Tufillo (Tortoniano - Oligocene), 7d. Unità dei M. della Daunia (Messiniano - Oligocene); 8. Unità della piattaforma carbonatica Abruzzese esterna: 8a. Flysch di M. Porrara (Messiniano), 8b. Successione carbonatica prerterrigena meso-cenozoica dell'Unità di M. Morrone, M. Porrara, M. Arazzecca e delle "Rocchette"; 9. Unità Apulo-Adriatiche deformate: 9a. Flysch della Maiella (Pliocene inferiore), 9b. Successione carbonatica meso-cenozoica dell'Unità della Maiella, 9c. Flysch del Torrente Laio (Pliocene inferiore) dell'Unità di Casoli. a. Faglie normali; b. Faglie inverse e sovrascorrenti; c. Faglie trascorrenti; d. Fronte esterno sepolto del prisma di accrezione appenninico; e. Fronte sepolto dell'Unità della Montagnola di Frosolone; f. Fronte sepolto dell'Unità del Matese; g. Assi di pieghe. Nel box del Mélange tettonico dei M. Frentani: a) affiorante; b) sepolto.

La legenda della Carta Geologica del Molise (v. Tavole f.t.) e quella dello schema strutturale (Fig. 7) sono organizzate a partire dai complessi continentali di età Olocene-Pleistocene, seguiti dalle successioni dell'avanfossa pliocenica e pleistocenica, a loro volta distinte dalle successioni stratigrafiche discordanti dei bacini top-thrust e da quelle delle sottostanti unità alloctone. Queste ultime sono descritte procedendo dalle unità geometricamente più elevate (unità del Sannio e Sicilidi) a quelle via via più profonde, fino a quelle autoctone sepolte dell'Avampaese Apulo, la cui posizione è ben documentata dai dati di sottosuolo.

Lo schema strutturale di Fig. 7 sintetizza i rapporti tettonici tra le unità stratigrafico-strutturali affioranti nel Molise e nelle limitrofe aree delle regioni Abruzzo, Marche, Umbria e Lazio, fornendo una chiave di lettura regionale, nonché una chiave interpretativa, dei collegamenti con la Carta Geologica dell'Abruzzo (VEZZANI & GHISSETTI, 1998). Le unità della catena comprendono distinte successioni sedimentarie meso-cenozoiche, riferibili a differenti domini paleogeografici (Fig. 6). Le principali unità tettoniche interne ed esterne affioranti in Molise sono unità alloctone, caratterizzate da un diverso grado di traslazione orizzontale, delimitate alla base da superfici di taglio a basso angolo a sviluppo regionale. Si tratta di unità costituite da successioni litostratigrafiche mesozoico-terziarie troncate a diversi livelli stratigrafici da superfici di scollamento tettonico. Pertanto nella simbologia strutturale si è fatto ricorso ad un limite indicato come contatto tettonico di scollamento ed utilizzato per rappresentare un insieme di situazioni di inviluppo con non univoche relazioni geometriche. Si tratta in genere di discontinuità meccaniche a basso angolo, caratterizzate da geometrie con caratteri sia compressivi che estensionali. Tali geometrie caratterizzano soprattutto la base della successione clastico-evaporitica dei M. Frentani, di età messiniana e si ritrovano in corrispondenza del passaggio stratigrafico tra successioni a forte contrasto di competenza, come si verifica spesso al passaggio tra il Flysch rosso e le soprastanti successioni calcaree della unità dei M. Pizzi-Agnone e Colle dell'Albero-Tufillo e dell'unità dei Monti della Daunia (Unità Molisane), o tra intervalli a dominante litologia calcarea ed a dominante litologia argillosa, internamente alle Unità Sicilidi.

4.2 UNITA' STRUTTURALI

Le unità stratigrafico-strutturali sono raggruppate in complessi originariamente pertinenti a separati domini paleogeografici (Fig. 6) e sono descritte in legenda (v. tavole f. t.) partendo dalle successioni apicali postorogene, discordanti sull'edificio tettonico, seguite da unità in posizione geometrica via via più profonda, fino alle unità autoctone dell'avampaese apulo sepolto. La distribuzione di successioni di piattaforma carbonatica e di bacino proposta in GHISSETTI et al. (1994) e in GHISSETTI & VEZZANI (1998) si configura con paleogeografie articolate, ma meno complicate di quelle proposte nella ricca letteratura dell'Appennino meridionale (SGROSSO, 1983; 1986; 1988; 1996; CIARAPICA & PASSERI, 1998), e generalmente riferibili alla più semplice ricostruzione di MOSTARDINI & MERLINI (1986).

L'attuale strutturazione geometrica della catena centro appenninica è il risultato di una successione di eventi deformativi compressivi avvenuti dal Miocene inferiore al Pliocene superiore con migrazione di scollamenti

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	19 di 113

e sovrascorrimenti dalle zone interne alle zone esterne della catena, seguiti da deformazioni distensive con sviluppo di faglie normali di estensione chilometrica, spesso ad elevato rigetto, attive fino al Quaternario e con attività talora collegata ad eventi sismici storici.

4.2.1 DEPOSITI DELLA AVANFOSSA PLIO-PLEISTOCENICA

Affiorano in un'ampia fascia del litorale adriatico tra il F. Trigno ed il T. Saccione e lungo la valle alluvionale de f.Trigno posto a Nord dell'area di interesse e studio, al di sotto di una copertura di depositi fluviali terrazzati di età Pleistocene superiore-Olocene.

Questa successione di origine marina è costituita da argille, sabbie, ghiaie e conglomerati poggianti direttamente sul substrato carbo-natico dell'avanfossa appenninica, come evidenziato da numerosi sondaggi (CASNEDI et al., 1981) e linee sismiche per ricerca di idro-carburi (Fig. 8). La stessa successione ricopre anche unità alloctone della catena lungo i segmenti più esterni del suo fronte (Fig. 9). Il ciclo più recente, di età Pliocene superiore-Pleistocene inferiore, è costituito da una sequenza di tipo trasgressivo-regressivo data da prevalenti argille azzurre di piattaforma, con intercalazioni e lenti di sabbie gialle più frequenti verso la base (Colle Ramignano a Sud di Cupello), corrispondenti alla Formazione Ofanto di CROSTELLA & VEZZANI (1964). Questa successione passa in modo graduale verso l'alto ai termini di chiusura del ciclo plio-pleistocenico, rappresentati da sabbie, ghiaie e conglomerati con facies da marine a litorali, a fluvio-deltizie (VEZZANI, 1975; LANZAFAME & TORTORICI, 1976). L'intera successione presenta associazioni microfaunistiche delle zone a Hyaline balthica ed a Globorotalia inflata. Lo spessore affiorante è di qualche centinaio di metri, ma i dati di numerosi sondaggi per ricerche di idrocarburi mostrano spessori fino a 1000 m (Figg. 9 e 10).

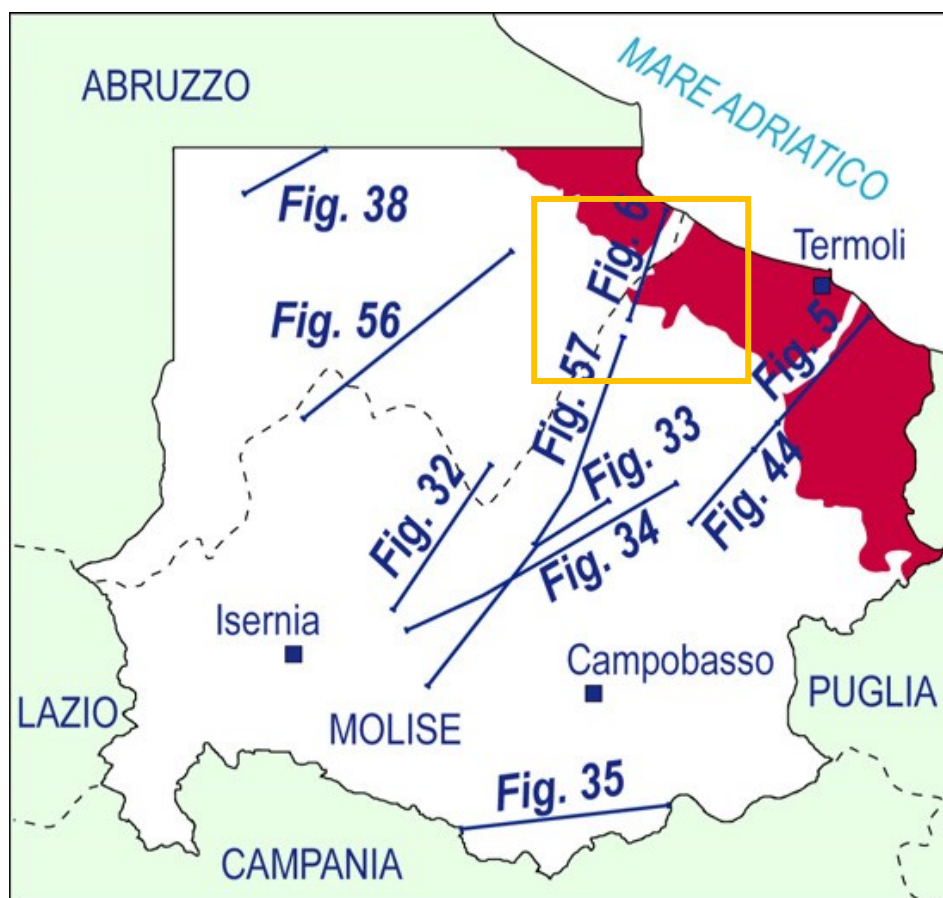


Figura 8 : Distribuzione degli affioramenti dell'avanfossa plio-pleistocenica

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	12/09/2023
		Revisione:	00
		Pagina:	20 di 113

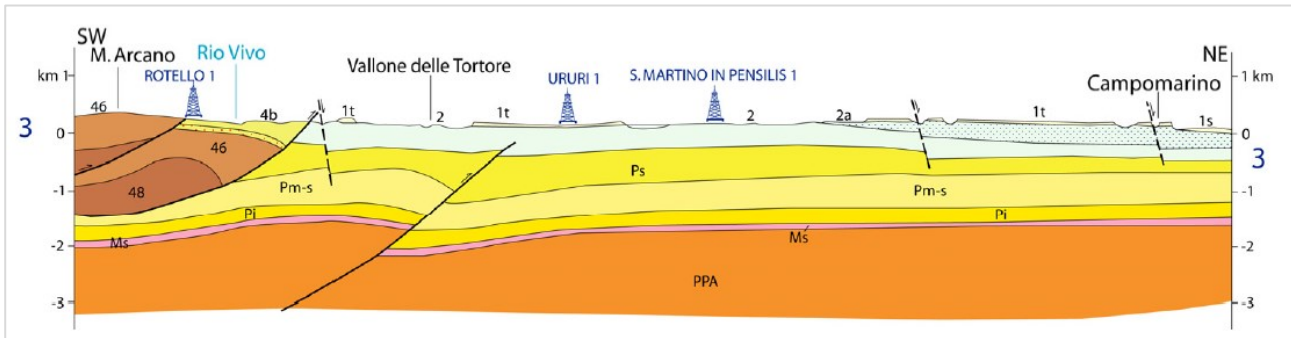


Figura 9 : Sezione geologica n. 3, M. Arcano-Campomarino. Per la didascalia di questa riferirsi alla legenda della Carta Geologica (Tavole f.t. di Fig. 7).

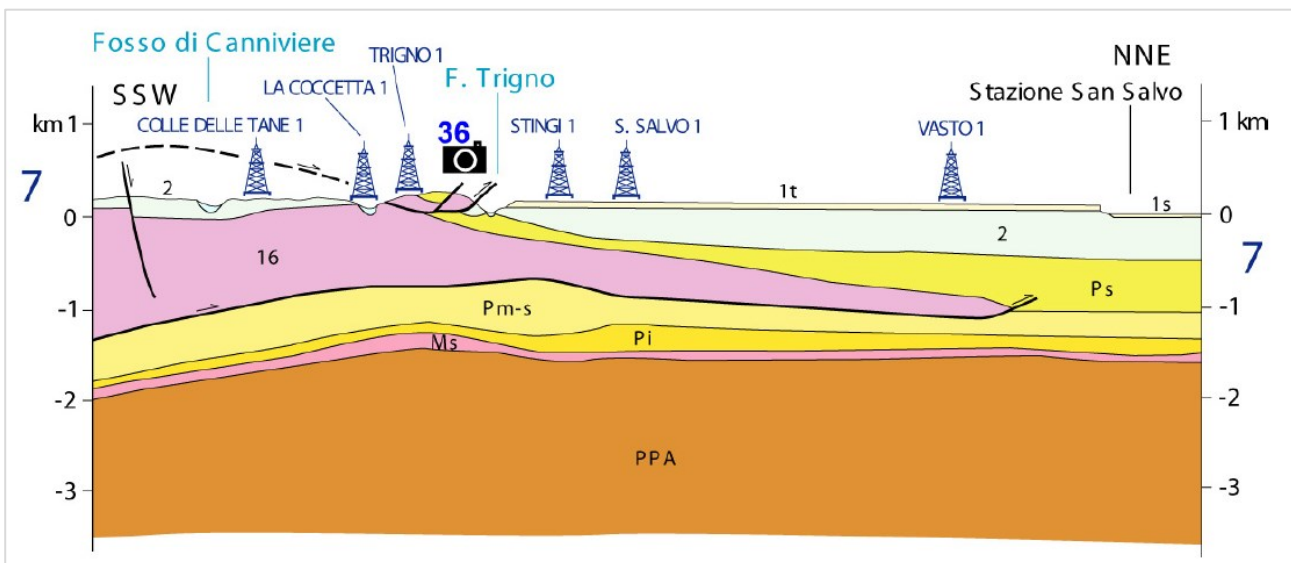


Figura 10 : Sezione geologica n. 7, Fosso di Canniviere-Staz. S. Salvo. Per la didascalia di questa riferirsi alla legenda della Carta Geologica (Tavole f.t. di Fig. 7).

4.2.2 BACINI TOP-THRUST

Sono state differenziate cinque principali successioni appartenenti ad una serie di bacini satelliti dell'avanfossa messiniano-pliocenica, con depositi via via più recenti distribuiti su aree progressivamente più esterne della Catena appenninica (HIPPOLYTE et al., 1995; GHISSETTI & VEZZANI, 1998).

4.2.2.1 Formazione Atessa

E' rappresentata da prevalenti sabbie gialle ben stratificate (Fig. 12) in banchi di qualche decimetro con sottili intercalazioni argillose, passanti verso l'alto e lateralmente ad argille marnose azzurre con rari e sottili livelli di siltiti argillose (Fig. 13).

Le sabbie gialle basali della Formazione Atessapoggiano discordanti sia sulle Argille Scagliose delle Unità Sicilidi (Fig. 12), sia - con rapporto di onlap - su argille marnose azzurre di età Pliocene medio-inferiore, appartenenti al bacino top-thrust di Palombaro, Casalanguida e Larino. La Formazione Atessa, che mostra uno spessore complessivo di 200-250 m, è separata dai coevi depositi della avanfossa dalla struttura antiforme di Colle Genere - M. Calvo - la Crocella (VEZZANI & GHISSETTI, 1998) dove affiora il Mélange tettonico dei M. Frentani costituito in prevalenza da Argille Scagliose Sicilidi e da argille infraplioceniche della successione di Palombaro, Casalanguida e Larino (VEZZANI et al., 2004).

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	21 di 113

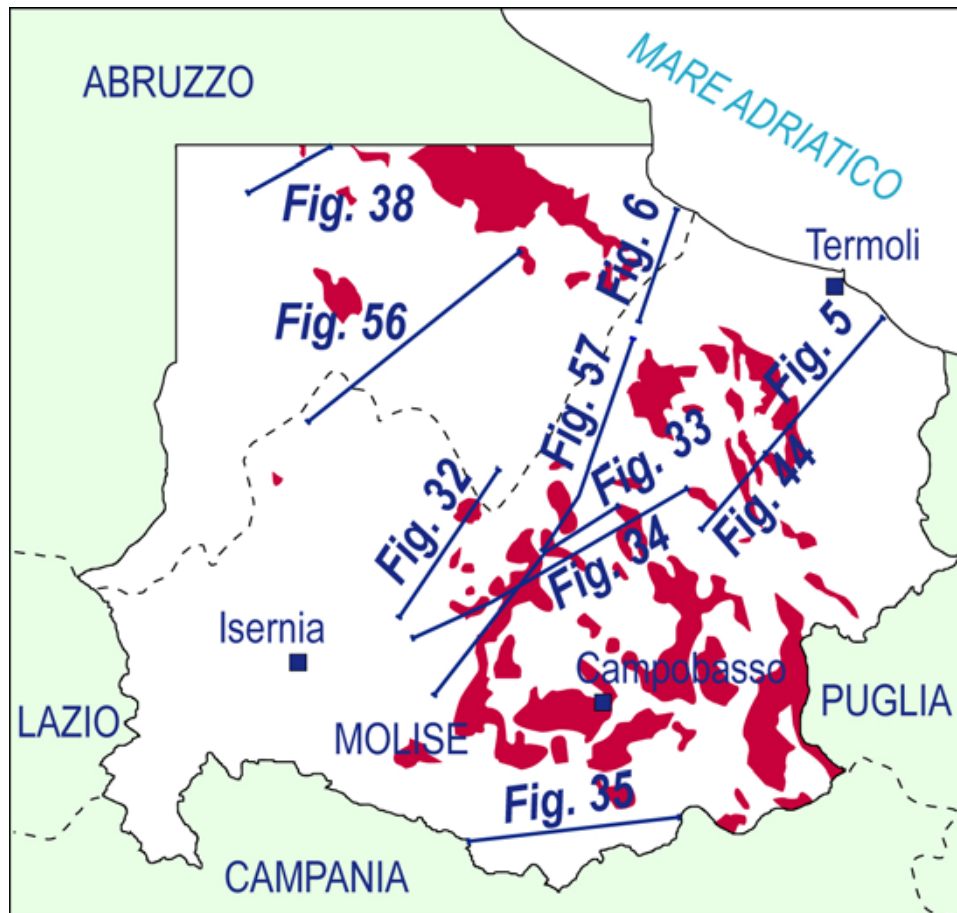


Figura 11 : Distribuzione degli affioramenti dei bacini top-thrust



Figura 12 : Appoggio in onlap delle sabbie gialle della Formazione Atessa (Pleistocene inferiore - Pliocene superiore) sia su Argille Scagliose Sicilidi che su argille marnose (4b) del Pliocene medio-inferiore del bacino top-thrust di Palombaro, Casalanguida e Larino (vista da SSE)

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	22 di 113

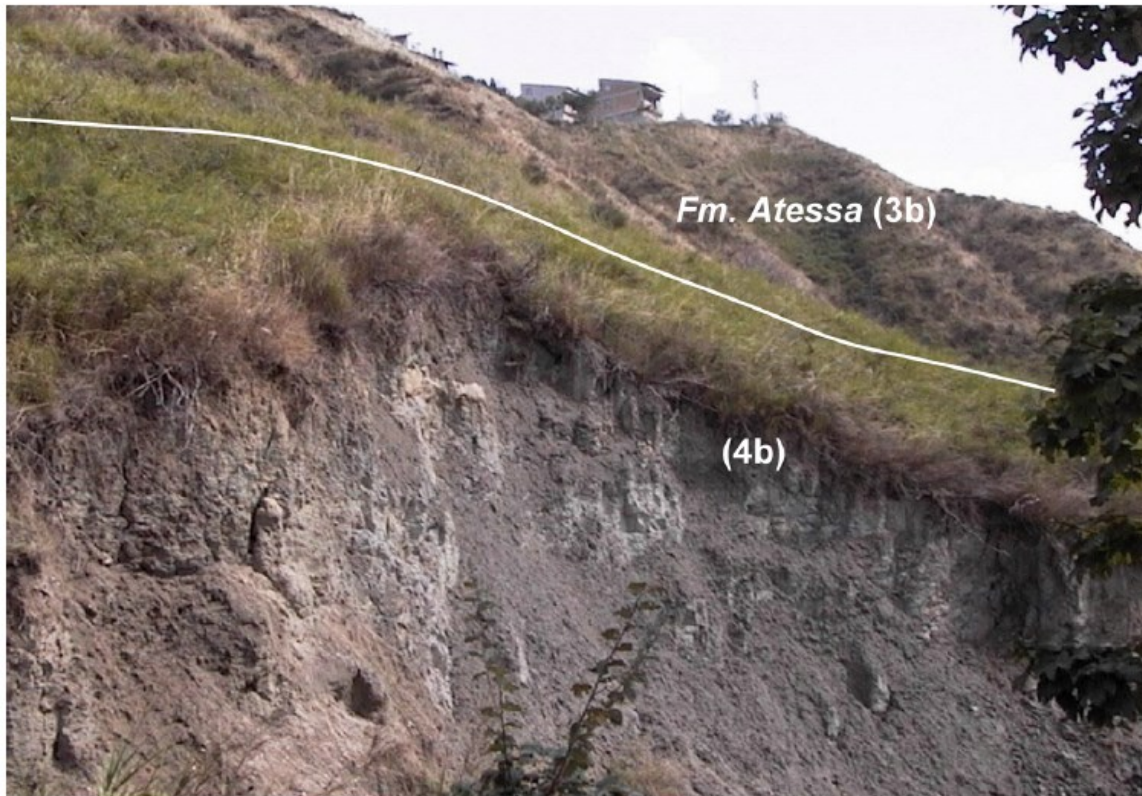


Figura 13 : Dettaglio dell'appoggio discordante delle sabbie gialle della Formazione Atessa (Pleistocene inferiore - Pliocene superiore) sulle argille marnose azzurre (4b) del Pliocene medio inferiore della successione di Palombaro, Casalanguida e Larino (vista da Sud)

4.2.2.2 Successione di Palombaro, Casalanguida e Larino

Questa successione è composta da un intervallo basale di calcareniti organogene giallastre, conglomerati e sabbie talora glauconitiche (Fig. 14), passanti lateralmente e verso l'alto ad argille marnose a *G. margaritae* ed a *G. punctulata* di età Pliocene inferiore. Nel settore tra il F. Sangro ed il F. Sinello le argille marnose infraplioceniche passano verso l'alto ad un'alternanza di argille siltose e marne argillose biancastre con microfaune della zona a *G. crassaformis*, di età Pliocene medio. Lo spessore complessivo di questa successione è di 600 m.

Frequenti eteropie caratterizzano i livelli basali di questa successione che presentano localmente facies costituite in prevalenza da microconglomerati poligenici a clasti anche di rocce cristalline in alternanza con sabbie ed argille (Colle Perrone a SE di Palena, VEZZANI & GHISSETTI, 1998).

A volte prevalgono sabbie glauconitiche e calcareniti organogene con intercalazioni di microconglomerati a prevalenti elementi di derivazione Sicilide (Roccascalegna), passanti verso l'alto ad argille siltose azzurre con microfaune della zona a *Sphaeroidinellopsis* (Roccascalegna e dintorni di Torricella Peligna) ed a *G. margaritae* (Pennadomo). Localmente sono presenti calcareniti con intercalate bancate metriche di conglomerati poligenici a clasti prevalentemente calcarei e, subordinatamente, con clasti di quarziti ad affinità Sicilide (M. Miglio) e con granuli subarrotondati di quarzo di derivazione Numidica. Lo spessore di questo intervallo varia tra 100 e 200 m.

L'insieme di questi depositi detritici corrispondenti alla Formazione Panni di CROSTELLA & VEZZANI (1964), poggia in discordanza su varie formazioni dei bacini top-thrust (Gessi di Gessopalena, Successione clastico-evaporitica dei M. Frentani e su marne riferibili all'episodio Lago-Mare che possono essere interpretate a loro volta come resti di bacini top-thrust sigillanti la fase deformativa intra-messiniana, Fig. 15) e su varie unità della catena (Argille Scagliose Sicilidi, Unità dei Monti della Daunia, dei M. Pizzi-Agnone e Colle dell'Alberotufillo).

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	23 di 113



Figura 14 : Calcareniti organogene giallastre talora glauconitiche sulla strada Palombaro-Fara S. Martino, alla base della successione di Palombaro, Casalanguida e Larino (Pliocene medio-inferiore)

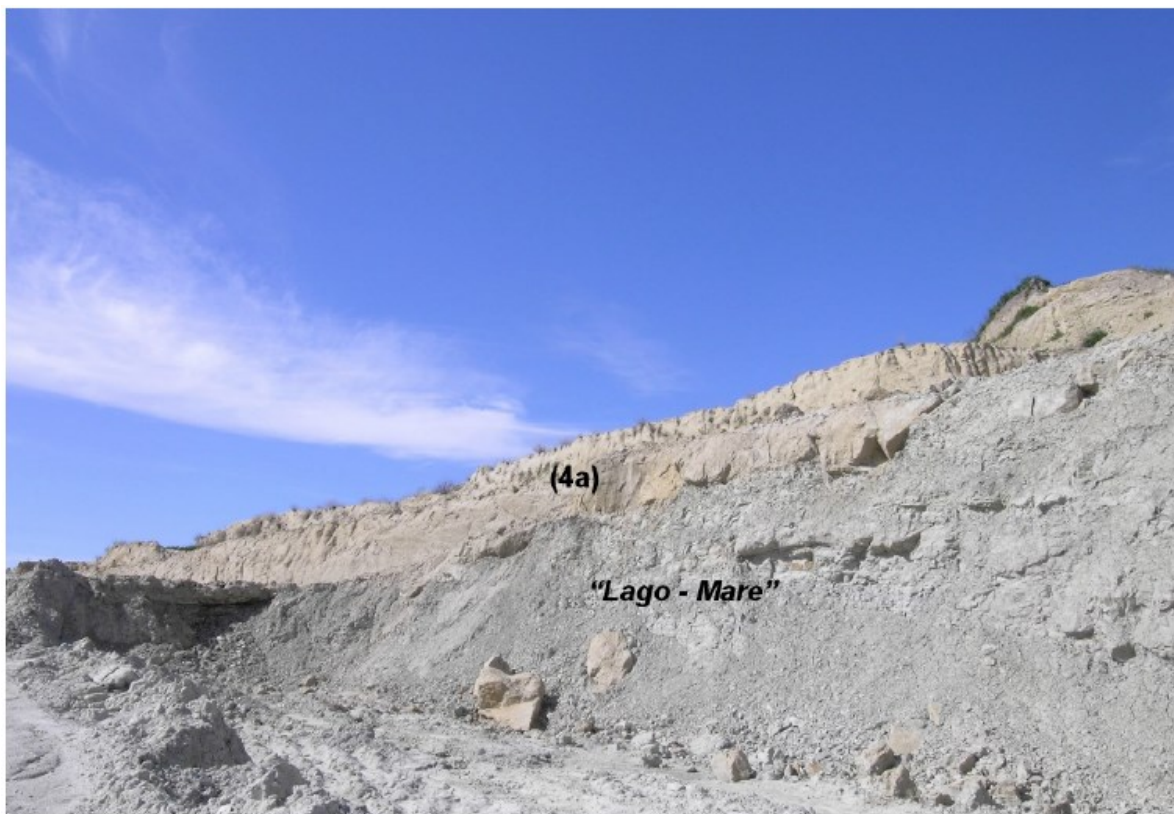


Figura 15 : Calcareniti organogene basali (4a) della successione di Palombaro, Casalanguida e Larino (Pliocene medio-inferiore) poggianti in discordanza su marne del Messiniano superiore riferibili all'episodio Lago-Mare, nella cava di Stingeti (sinistra del F. Biferno, SSO di Guglionesi)

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	24 di 113

4.2.2.3 *Conglomerati di Campobasso; Calcareniti e Conglomerati di Jelsi*

I livelli basali di questa successione sono rappresentati da conglomerati poligenici a matrice arenacea in bancate fino a decametriche con graduale aumento della frazione sabbiosa verso i livelli apicali. Sono costituiti da ciottoli ben arrotondati di calcari, arenarie, selci e rocce cristalline da pochi cm fino a 30 cm di diametro (Fig. 16 e 17), con clasti di dimensione gradualmente decrescente verso l'alto fino a dare luogo ad arenarie microconglomeratiche (Molise, Toro, Monacilioni).

Nella zona di Jelsi la successione si differenzia per la presenza di un livello basale di circa 20 m di spessore formato da calcareniti e arenarie organogene giallastre ben stratificate, passanti verso l'alto e lateralmente a sabbie gialle, con intercalazioni di conglomerati, di età Pliocene inferiore?-Messiniano superiore (Fig. 18). Questi depositi poggiano in discordanza sia su Argille Scagliose Sicilidi sia sulle Argille del F. Fortore, appartenenti al ciclo messiniano dei bacini top-thrust.



Figura 16 : *Conglomerati poligenici a matrice arenacea in grossi banchi in alternanza con sabbie gialle della cava di Madonnella a SO di Campobasso (Conglomerati di Campobasso, Pliocene inferiore basale? - Messiniano superiore)*



Figura 17 : *Dettaglio dei Conglomerati di Campobasso affioranti nei pressi dell'abitato di Molise, costituiti da clasti subarrotondati di calcari, arenarie, selci e rocce cristalline con diametro da pochi cm fino a 30 cm (Pliocene inferiore basale?-Messiniano superiore)*

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	25 di 113



Figura 18 : Dettaglio dei conglomerati poligenici affioranti a Colle Fraudore ad Est di Jelsi, intercalati nella parte alta delle Calcareniti e conglomerati di Jelsi (Pliocene inferiore?-Messiniano superiore)

4.2.2.4 Successione clastico-evaporitica dei M. Frentani; Gessi di Gessopalena.

La successione clastico-evaporitica dei M. Frentani è costituita da conglomerati ad elementi gessosi passanti verso l'alto a gessareniti ed a gessosiltiti di età Pliocene inferiore?-Messiniano superiore che nella zona di Fonte dell'Olmo in sinistra del F. Treste, poggiano in discordanza su un'alternanza di gessoruditi, gessareniti, e gessosiltiti con alla base argille bituminose nerastre ad associazioni oligotipiche a foraminiferi planctonici (CIARANFI et al., 1980).

Localmente (Gissi) prevalgono gessi selenitici in alternanza con gessosiltiti in lamine millimetriche, gessi nodulari passanti verso il basso a marne diatomitiche brune con microfauna a *Orbulina* universale e *Globigerina* quinqueloba, di età Messiniano, con spessore variabile tra 70 e 120 m.

A S. Agata, ad Ovest di Gessopalena, affiorano gessi, gessareniti e conglomerati ad abbondante matrice arenacea a clasti in prevalenza calcarei ben arrotondati, in alternanza con argille grigio-oliva, e con uno spessore di 150-200 m (VEZZANI & GHISSETTI, 1998). La presenza di associazioni microfaunistiche a *Sphaeroidinellopsis* nei livelli pelitici indica un'età Pliocene inferiore basale.

Nella cava di Stingeti, in sinistra del F. Biferno a SSO di Guglionesi, marne riferibili all'episodio Lago-Mare poggiano in discordanza angolare su banchi metrici di gesso selenitico con sottili intercalazioni pelitiche (Fig. 19) sigillando la fase deformativa intra-messiniana.

La successione clastico-evaporitica dei M. Frentani poggia generalmente con contatto di scollamento tettonico sulle Formazioni di Vallone Ferrato e Faeto dell'Unità dei Monti della Daunia ed è diffusamente inglobata nelle Argille Scagliose Sicilidi delle zone più esterne della catena come componente del Mélange tettonico dei Monti Frentani.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	26 di 113



Figura 19 : Banche metriche di gesso selenitico con sottili intercalazioni pelitiche coperte in discordanza da marne riferibili all'episodio Lago-Mare. Sulle marne poggiano in discordanza le calcareniti (4a) della successione di Palombaro, Casalanguida e Larino di età Pliocene medio-inferiore (cava di Stingeti in sinistra del F. Biferno a SSO di Guglionesi)

4.2.2.5 Argille del F. Fortore; Sabbie di Valli.

La formazione delle Argille del F. Fortore è costituita da un'alternanza di argille biancastre, sabbie ed arenarie gialle in strati centimetrici con concrezioni sferoidali (Busso, F. Fortore), talora con intercalazioni di marne, gessi e gessareniti (stazione di Ripalimosani e Gessificio a Nord di Campobasso, Colle Casella e Serra della Croce in destra T. Tappino).

Seguono verso l'alto e lateralmente argille grigio-oliva con sottili lenti e talora bancate fino a 15-30 m di conglomerati calcarei ben cementati (Gambatesa, Fig. 20). Questa successione di età Pliocene inferiore? - Messiniano ha uno spessore compreso tra 200 e 650 m. In continuità stratigrafica verso il basso si passa alla formazione delle Sabbie di Valli, costituita da sabbie e arenarie grossolane di color grigio-cenere in bancate fino a 10 m (Casalciprano, Civitacampomariano, Macchia Valfortore, Fig. 21) talora contenenti potenti corpi conglomeratici canalizzati (Limosano, Fig. 22), con sottili intercalazioni di argille bluastre, e talora con lenti di megabrecce a blocchi calcarei e di selce, di probabile derivazione Sicilide, più sviluppati e frequenti nei livelli basali (Fig. 23). Si tratta di depositi di età Messiniano superiore che nei settori dell'alto Biferno e dell'alto Fortore poggiano in discordanza sulle Argille Scagliose Sicilidi (Fig. 24) e sigillano i contatti tettonici tra le Unità Sicilidi e le sottostanti unità Molisane e della Montagnola di Frosolone (GHISSETTI & VEZZANI, 1998).

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	27 di 113



Figura 20 : Argille e argille siltose grigio-oliva con potenti intercalazioni di sabbie e conglomerati calcarei ben cementati di Toppo Viperà, ben sviluppate tra Gambatesa ed il Torrente Tappino (Argille del F. Fortore, Pliocene inferiore? - Messiniano). In netto rilievo la scarpata formata dai conglomerati di Gambatesa che raggiungono uno spessore di 10-15 m



Figura 21 : Dettaglio delle potenti bancate di sabbie grossolane grigio-ceneri di Macchia Valfortore (Messiniano superiore), caratterizzate dalla presenza di numerose concrezioni arenacee sferoidali sviluppate parallelamente alla stratificazione (Sabbie di Valli)

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	28 di 113

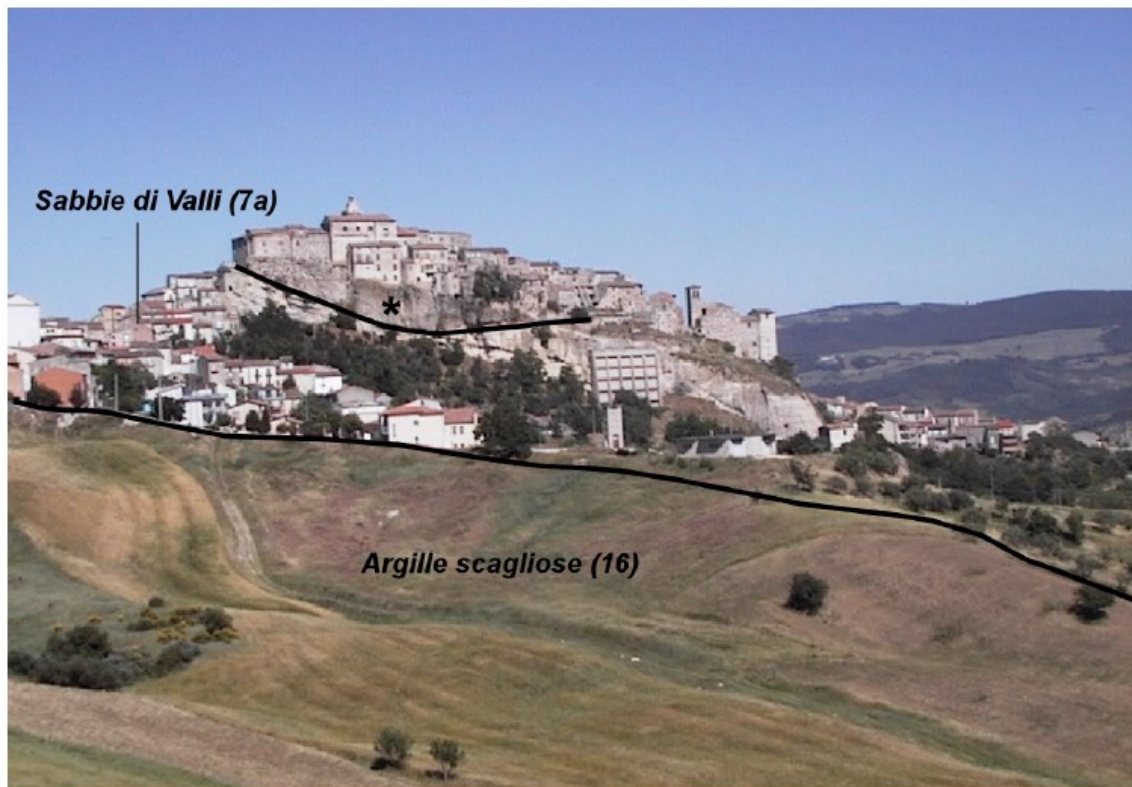


Figura 22 : Sabbie e arenarie grossolane (Sabbie di Valli) con potenti corpi canalizzati di megabrecce e conglomerati (*) affioranti a Limosano (Messiniano superiore)



Figura 23 : Megabrecce costituite da un ammasso caotico di blocchi spigolosi di calcari, marne, arenarie, selci e di alternanze conglomeratico-sabbioso-argillose, di taglia da centimetrica a decametrica sviluppate come grosso corpo fanglomeratico nelle Sabbie di Valli (Messiniano superiore). Alta valle del T. Chiusano a Sud di Gambatesa

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	29 di 113



Figura 24 : Sabbie di Valli (Messiniano superiore) in appoggio discordante su Argille Scagliose Sicilidi (Fiumarella di Casalciprano ad Est di S. Pietro in Valle). Vista verso Est

4.2.3 UNITÀ SICILIDI

Corrispondono alle unità a maggior tasso di alloctonia della Catena appenninica, attualmente affioranti in posizione geometrica più elevata nell'edificio strutturale centro-appenninico (Fig. 5). Sono rappresentate da una successione derivante dalla deformazione di un paleodominio interno di bacino e costituite in larga prevalenza dalla Formazione delle Argille Scagliose, note in letteratura anche come Argille Varicolori (Auct.) o Terreni caotici (SELLI, 1962). Si tratta di prevalenti peliti rosse, grigie, verdi e violacee (Figg. 26, 27 e 29) con intercalazioni decimetriche siltitico-arenacee e calcareo silicee (Fig. 27), di età dal Cretaceo superiore al Miocene inferiore.

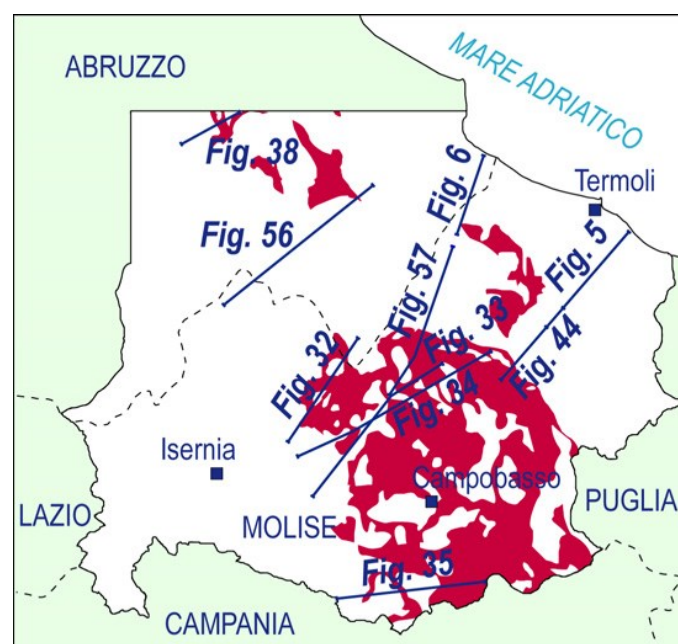


Figura 25 : Distribuzione degli affioramenti delle Unità Sicilidi

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	30 di 113



Figura 26 : Calanchi in argille rosse, verdi e violacee (Argille Scagliose Sicilidi) con sottili intercalazioni calcareo-silicee (Miocene inferiore - Cretaceo superiore). Sinistra Fiume Biferno, a Sud di Guglionesi



Figura 27 : Alternanza di argille di colore rosso mattone e verdi della Formazione delle Argille Scagliose Sicilidi della cava a Nord di Spinete (Miocene inferiore - Cretaceo superiore)

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	31 di 113



Figura 28 : Intercalazioni calcareo-silicee nella Formazione delle Argille Scagliose Sicilidi della cava di Pietra Fracida (Miocene inferiore - Cretaceo superiore)

A causa di una estesa e potente copertura eluviale e della caoticità interna, la formazione ha uno spessore misurabile se non per tratti parziali; si possono tuttavia stimare spessori complessivi fino ad un paio di migliaia di metri. Gli intervalli pelitici della Argille Scagliose, spesso minutamente scagliettati e stirati in livelli boudinati, sono associati a frammenti non cartografabili di calcari grigio-verdi con vene spatiche (tipo "Alberese"), di calcari marnosi rosati in facies di scaglia, di calcari con patine limonitiche e noduli ferruginosi con pirite, calcari selciferi rosso-verdastri, radiolariti nere e quarzosiltiti verdognole (CLERMONTÉ, 1977).



Figura 29 : Argille di colore da rosso mattone a nero verdastro a grigio della Formazione delle Argille Scagliose Sicilidi nella cava di Pietra Fracida (Miocene inferiore - Cretaceo superiore)

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	32 di 113

A questa formazione sono tettonicamente associati blocchi da metrici a pluriettometrici appartenenti alla Formazione dei "Calcari cristallini" (Figg. 29 e 30), alla Formazione Cercemaggiore (Figg. 31, 32 e 33) ed al Flysch Numidico (Fig. 34). Sono inoltre presenti blocchi (da metrici a pluridecametrici) di calcari di piattaforma cretacei a Rudiste (Fig. 35), di calcareniti mioceniche a Pectinidi e Litotamni, di gessi e calcari evaporitici messiniani e di marne tortoniane.



Figura 30 : "Calcari cristallini" della Civita di Duronia rappresentati da calcari detritici bianchi con sottili intercalazioni di calcari silicei verdognoli talora ad aspetto nodulare con lenti di selce (Eocene? - Cretaceo superiore), tettonicamente imballati nelle Argille Scagliose Sicilidi.



Figura 31 : Alternanza di argille grigie, grigioverdastrre e rosse e di marne rosso mattone della Formazione delle Argille Scagliose Sicilidi. Fonte dei Ladri alla confluenza del T. Verrino nel F. Trigno

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	33 di 113



Figura 32 : Blocchi di biocalcareniti glauconitiche grigie in banchi metrici della Formazione Cercemaggiore (Miocene inferiore), tettonicamente imballati nelle Argille Scagliose Sicilidi. Morgia Corvara a NE di Castelbottaccio

La Formazione dei "Calcari cristallini", di età Eocene-Cretaceo superiore, è costituita da calciruditi e calcareniti ben cementate in banchi da metrici a decametrici con lenti di conglomerati calcarei in alternanza con calcari silicei di colore da bianco-nocciola a verdognolo con lenti di selce (Figg. 30 e 31).

La Formazione Cercemaggiore è formata da un'alternanza di brecciole calcaree, biocalcareniti e calcilutiti a liste e noduli di selce e di argille marnose e marne rosse e verdastre con rare intercalazioni arenacee, di età Miocene inferiore (Figg. 32,33 e 34).

La Formazione del Flysch Numidico è costituita da banchi metrici di arenarie grossolane di colore giallastro, con clasti ben arrotondati di prevalente natura quarzosa, e con intercalazioni centimetriche di argille e argille marnose grigie, di età Serravalliano-Langhiano (Fig. 30). Le ultime due formazioni si sono probabilmente depositate sulle Argille Scagliose durante il loro trasporto tettonico verso l'avanfossa (SELLI, 1962) e potrebbero pertanto essere interpretate come depositi residuali di estesi bacini top-thrust pre-Messiniani.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico “Mafalda”	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	34 di 113



Figura 33 : *Marne calcaree rosate in banchi metrici con sottili intercalazioni di argille rosso mattone affioranti tra Salcito e Vallone S. Ianni. Costituiscono una facies della Formazione Cercemaggiore caratterizzata da una dominante componente marnoso-calcareo rosata con intercalazioni di brecciole calcaree a macroforaminiferi e con sottili livelli di calcareniti e di areniti grigie, di età Miocene inferiore*



Figura 34 : *Alternanza di brecciole calcaree, biocalcareni e calcilutiti con intercalazioni di argille marnose rosse e grigio verdastre della Formazione di Cercemaggiore (Miocene inferiore). Cava in località Padula ad Est di Jelsi*

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	35 di 113



Figura 35 : Blocchi di Flysch Numidico (Serravalliano-Langhiano) tettonicamente imballati nelle Argille Scagliose Sicilidi, in sponda sinistra del F. Biferno (Morgia dell'Eremita presso Molino del Duca ad Est di Castelbottaccio)



Figura 36 : Blocchi di calcari cretacei a Rudiste tettonicamente imballati nelle Argille Scagliose Sicilidi, in località la Rocca sulla destra del F. Biferno a Nord di Oratino

Dal punto di vista geometrico le Unità Sicilidi sono state suddivise in due complessi collocati a due diversi livelli strutturali:

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	12/09/2023
		Revisione:	00
		Pagina:	36 di 113

4.2.4 Falda dell'alto Molise

E' collocata nella posizione geometricamente più elevata ed è costituita da prevalenti Argille Scagliose Sicilidi, traslate, tramite un sistema di piani di accavallamento sub-orizzontali, con decapitazione tettonica del sottostante sistema imbricato Unità del Matese - Unità della Montagnola di Frosolone - Unità Molisane. Questa situazione geometrica, sviluppata su una vasta area delle medie-alte valli dei Fiumi Trigno, Biferno e Fortore, determina l'appoggio tettonico delle Argille Scagliose Sicilidi della Falda dell'alto Molise su diversi livelli del Flysch di Agnone, delle Formazioni Tufillo e Faeto e del Flysch di S. Elena (Figg. 37 per il caso in esame in prossimità del f.Trigno) e lo sviluppo di locali olistostromi intercalati nella parte alta del Flysch di Pietraraja.

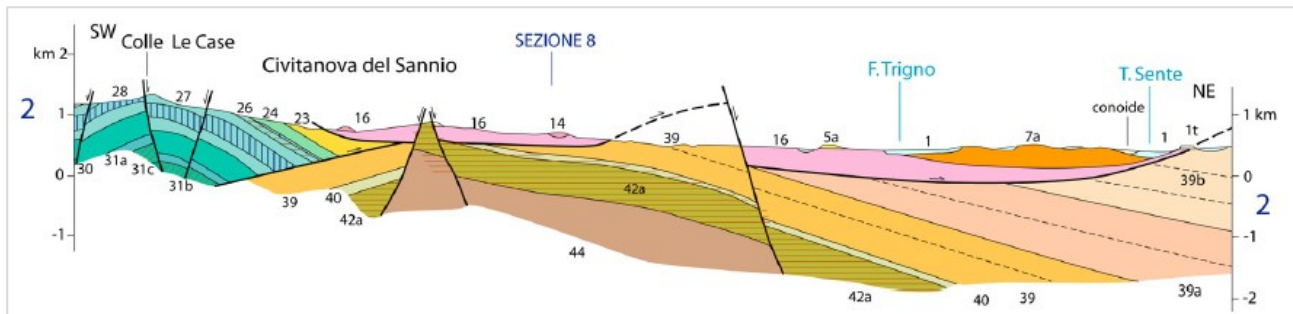


Figura 37 : Sezione geologica n. 2, Colle le Case-T. Sente

4.2.5 Mélange tettonico dei M. Frentani

E' un complesso caotico, che occupa una posizione basale e frontale nel prisma di accrezione appenninico, e che è costituito in larga prevalenza da Argille Scagliose Sicilidi, strutturate in duplex insieme a lembi di Unità Molisane, di sedimenti dei bacini top-thrust mio-pliocenici e di depositi plio-pleistocenici della avanfossa (VEZZANI et al., 2004), intensamente deformati da ripetute superfici di sovrascorrimento a basso angolo, con sviluppo di una serie di scaglie tettoniche, ben diffuse sia in affioramento che in sottosuolo tra il F. Sangro ed il F. Biferno.



Figura 38 : Fronte del F. Trigno. E' visibile il piano di accavallamento tettonico che, con geometria flat-ramp-flat, sovrappone le argille viola rossastre ingobanti blocchi da metrici a decametrici di calcareniti inframioceniche, marne tortoniane e gessi messiniani (Argille Scagliose Sicilidi) sulle argille marnose azzurre della avanfossa plio-pleistocenica. Questo piano di sovrascorrimento inclinato

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	37 di 113

15° verso SSW, visibile sul versante destro del F. Trigno in località Masseria Franceschini, rappresenta il fronte affiorante del Mélange tettonico dei M. Frentani; il piano costituisce una diramazione emergente in posizione più interna rispetto al fronte principale sviluppato in sottosuolo, circa 10 di km più ad Est in prossimità della foce del F. Trigno (v. Fig. 6), al di sotto di 1.000 m di argille azzurre del Pliocene superiore (Fig. 9). Il riquadro in basso a sinistra mostra l'affioramento in Fig. 39.

Questi complessi rapporti tettonici tra vari termini delle Unità Sicilidi e Molisane e con la successione argillosa della avanfossa plio-pleistocenica (GHISSETTI & VEZZANI, 1997a; VEZZANI & GHISSETTI, 1998) sono localmente illustrati in affioramento lungo il F. Trigno da emergenze in superficie del Mélange tettonico di M. Frentani (v. Figg. 38 e 39).

Tuttavia, sulla base di una serie di dati di sismica e di pozzi utilizzati per la elaborazione delle sezioni geologiche presentate, questi terreni caotici risultano largamente sviluppati anche in sottosuolo fin quasi alla costa adriatica, come indicato dal tracciato del suo fronte di accavallamento sepolto riportato nella carta geologica del Molise (Fig.6).

Si tratta di un complesso caotico localmente interposto tra le Unità della Maiella e di Casoli (Fig. 40) ed implicato, tra il F. Sangro ed il F. Biferno, in rapporti di sovrascorrimento tettonico sui depositi plio-pleistocenici della avanfossa bradanica (Figg. 38 e 39).

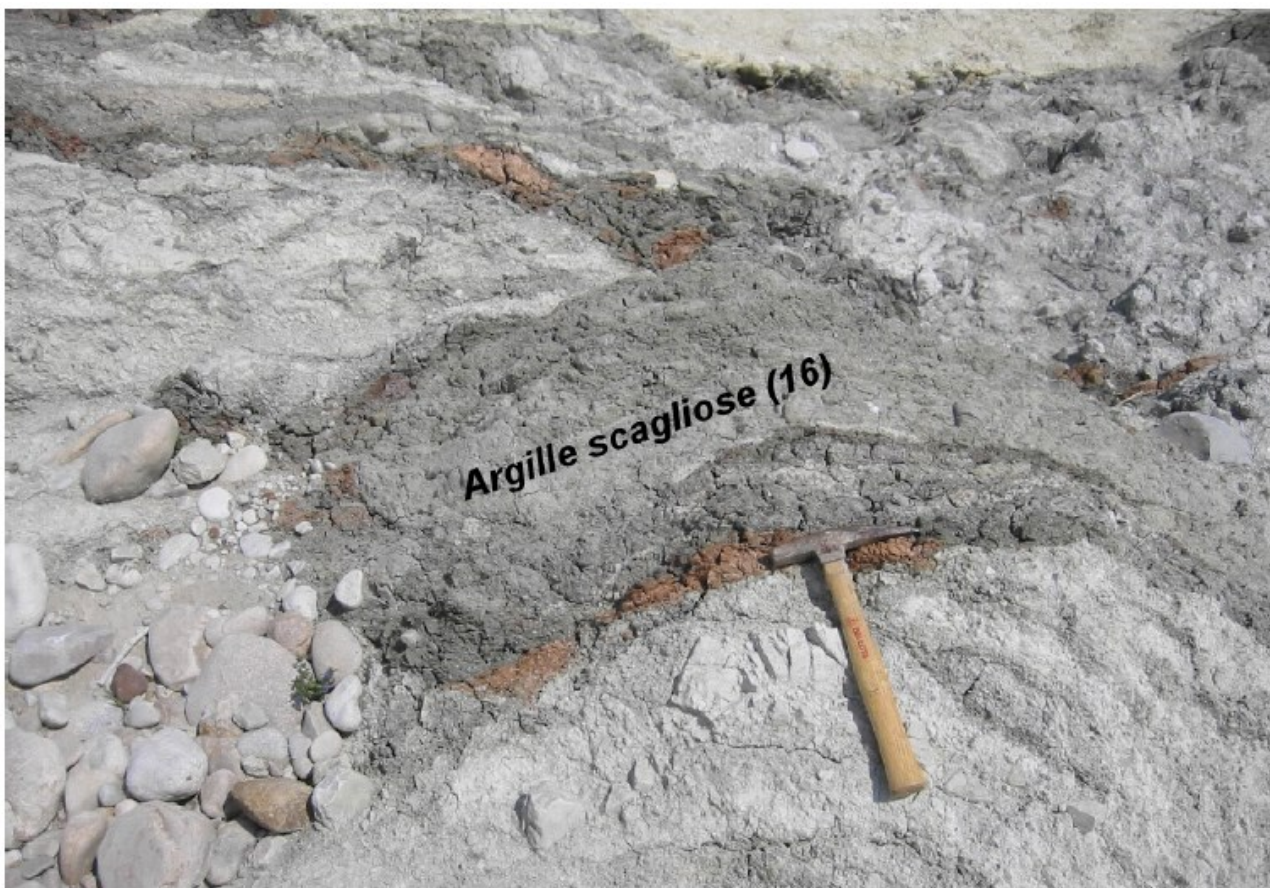


Figura 39 : Struttura del Mélange tettonico dei M. Frentani in un nuovo affioramento in sponda sinistra del F. Trigno (loc. Rotella), messo in luce durante una fase di piena con forte erosione fluviale nel maggio 2003. Dettaglio della struttura caotica delle Argille Scagliose Sicilidi implicate nel sovrascorrimento illustrato in Fig. 38. Si tratta di argille grigio scure e violacee fortemente caoticizzate, inglobanti tettonicamente frammenti di argille marnose azzurre dell'avanfossa plio-pleistocenica, marne tortoniane della Formazione di Vallone Ferrato e calcari marnosi della Formazione Faeto della Unità dei Monti della Daunia. Vista verticale sul piano del fondo valle.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	38 di 113

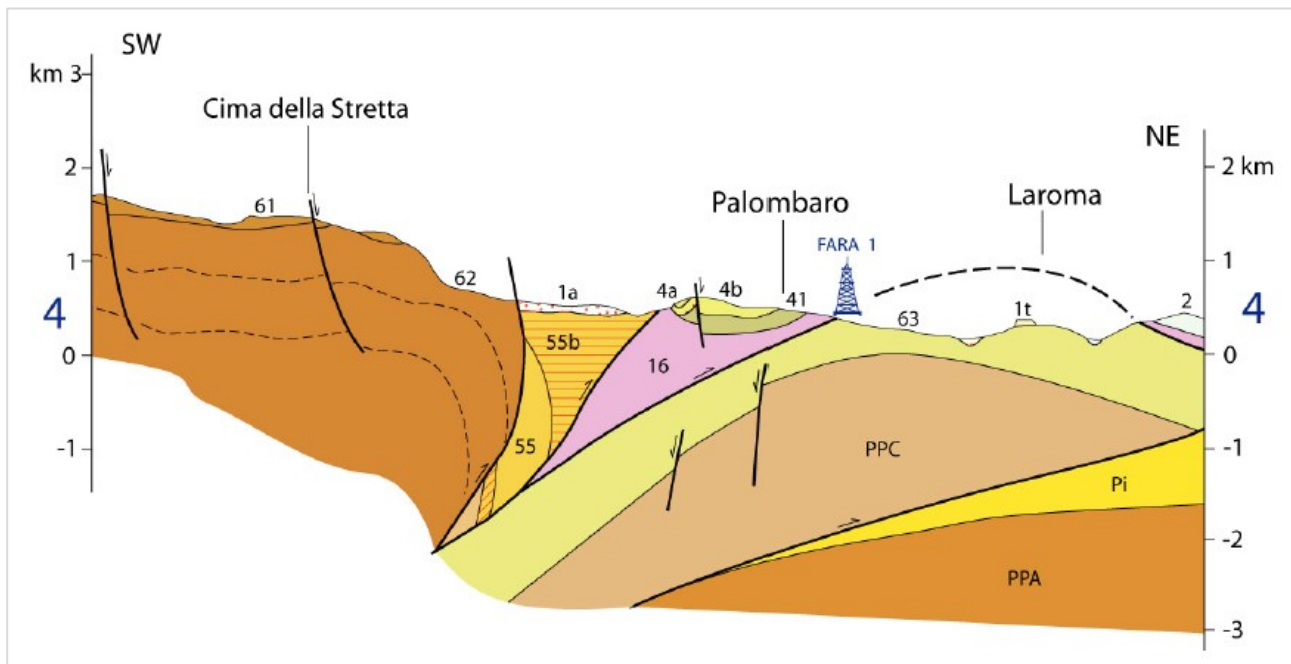


Figura 40 : Sezione geologica n. 4, Cima della Stretta-Laroma

4.3 QUADRO TETTONICO-STRUTTURALE DELL'AREA DI INTERVENTO

FRONTE DELLA CATENA APPENNINICA

4.3.1 Mélange tettonico dei M. Frentani

Nelle zone più Nord-orientali del settore compreso tra il F. Sangro e il F. Biferno la più esterna delle unità Molisane (Unità dei M. della Daunia) mostra rapporti di involuppo tettonico e di ripetuta imbricazione con le Argille Scagliose Sicilidi, configurando un sistema di duplex ad assetto caotico, sviluppato nelle porzioni più profonde e frontali della catena (Mélange tettonico dei M. Frentani in Figg. 6, 9 e 39).

Nel settore tra il T. Sinello ed il F. Sangro questo mélange tettonico non affiora perché coperto da calcareniti plioceniche e dalle soprastanti argille marnose di età Pliocene medio-Pliocene inferiore, appartenenti alla successione del bacino top-thrust di Palombaro, Casalanguida e Larino. Tuttavia, il complicato assetto geometrico di questo settore del fronte si ricava dai discontinui affioramenti di Argille Scagliose Sicilidi che, tra Monte Marcone e Colle Cenere, in destra del F. Sangro, sono disseminati tra le argille infra-mesoplioceniche di Casalanguida. L'insieme degli affioramenti, caratterizzati talora da scaglie sub-verticali, suggerisce la presenza di una anticlinale asimmetrica ad asse NO-SE con vergenza a Nord-Est (VEZZANI & GHISSETTI, 1998).

4.3.2 Assetto strutturale delle Unità Molisane

La Carta Geologica del Molise include la parte più esterna della Catena appenninica, caratterizzata da estesi affioramenti delle successioni oligo-mioceniche delle Unità Molisane, scollate a livello dell'alternanza basale di marne argillose rosse e verdi, calcilutiti e radiolariti di età Miocene inferiore-Oligocene (Flysch Rosso), rispetto ad un letto stratigrafico identificabile con la classica successione del Bacino Lagonegrese (Formazione M. Facito, Calcarì con selce, Scisti silicei, Galestri), affiorante nelle porzioni più interne della Catena appenninica (terreni del Mesozoico Lagonegro-S. Fele di SELLI, 1962, corrispondente al Complesso basale di OGNIBEN, 1969). Favorita dalla presenza di questo intervallo litostratigrafico terziario a dominante componente pelitica, una importante fase contrazionale messiniana avrebbe determinato l'elisione a scala regionale delle coperture terziarie dal relativo substrato mesozoico Lagonegrese (OGNIBEN, 1969). Il risultato di questa deformazione è rappresentato dal denudamento tettonico delle Unità Lagonegresi e dal trasferimento verso l'esterno delle relative coperture terziarie che vengono a costituire le strutture delle Unità Molisane,

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	12/09/2023
		Revisione:	00
		Pagina:	39 di 113

della Daunia e dei Flysch esterni lucani, sviluppate lungo il fronte appenninico dell'avanfossa adriatico-bradanica dal Molise alla Basilicata (CROSTELLA & VEZZANI, 1964).

Si tratta di un allineamento di dorsali a direzione NO-SE, caratterizzate da pieghe anticlinali rovesciate verso NE e da strutture imbricate Est-vergenti (Unità Molisane) che poggiano tettonicamente sulle unità della Catena Apula sepolta (Figg. 41 e 42) e di sue culminazioni emergenti nelle finestre tettoniche della Maiella e di Casoli (Fig. 39), oltre che sul sistema avanfossa-avampaese. Dal Molise verso Sud la distribuzione di strutture correlabili, sviluppate lungo il margine esterno dell'Appennino Pugliese e Lucano, è documentata fino al Mar Jonio in Calabria settentrionale (VEZZANI, 1975).

Nell'area cartografata le Unità Molisane sono in contatto tettonico con le Unità della Piattaforma Carbonatica Abruzzese esterna (M. Morrone, Pizzalto, M. Rotella, M. Arazzecca e "Rocchette") e localmente, anche con le unità di transizione piattaforma- scarpata-bacino dei M. della Meta e di Venafro, del Matese Nord-occidentale e della Montagnola di Frosolone (Fig. 6). Si tratta di un contatto di sovrapposizione-giustapposizione piuttosto complesso, sviluppato sub-parallelamente alla linea Sangro-Volturno, ed associato ad importanti componenti di movimento verticali ed orizzontali, accompagnate da distorsione e rotazione delle strutture tettoniche regionali (CORRADO et al., 1997; DI LUZIO et al., 1999). Nella Carta Geologica del Molise sono state differenziate diverse unità tettoniche, elise a diversi livelli stratigrafici da superfici di scollamento che determinano ripetute imbricazioni, ed accavallate in toto sulle strutture sepolte della Catena Apula esterna.

Il sistema sovrascorso Molisano è costituito, dal basso verso l'alto, dalle tre principali unità tettoniche dei M. della Daunia, dei M. Pizzi-Agnone e Colle dell'Albero-Tufillo e di Montenero Val Cocchiara.

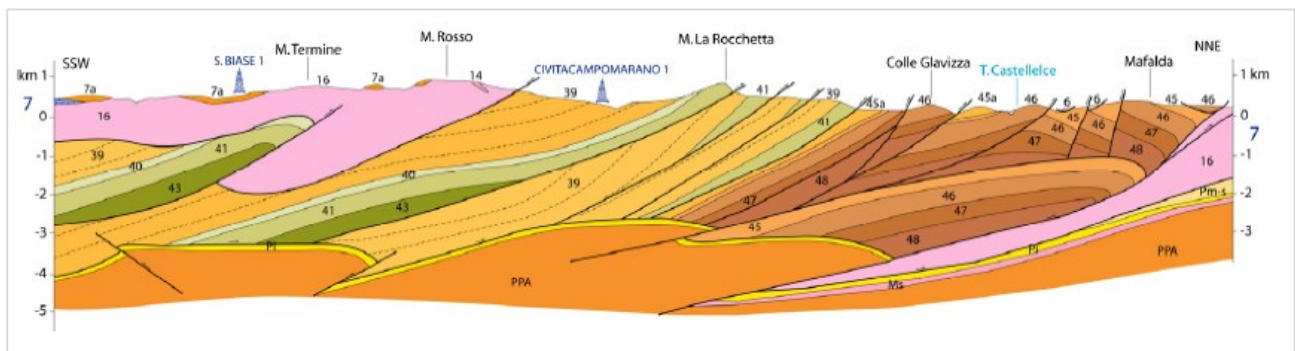
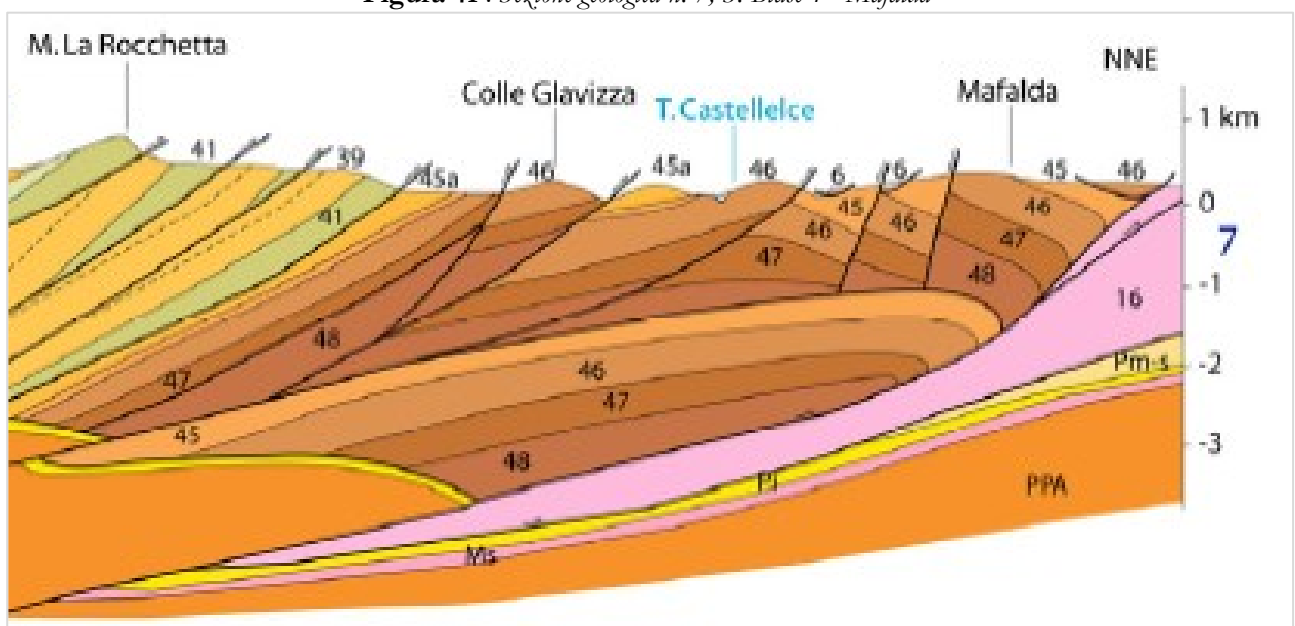


Figura 41 : Sezione geologica n. 7, S. Biase 1 - Mafalda



Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	40 di 113

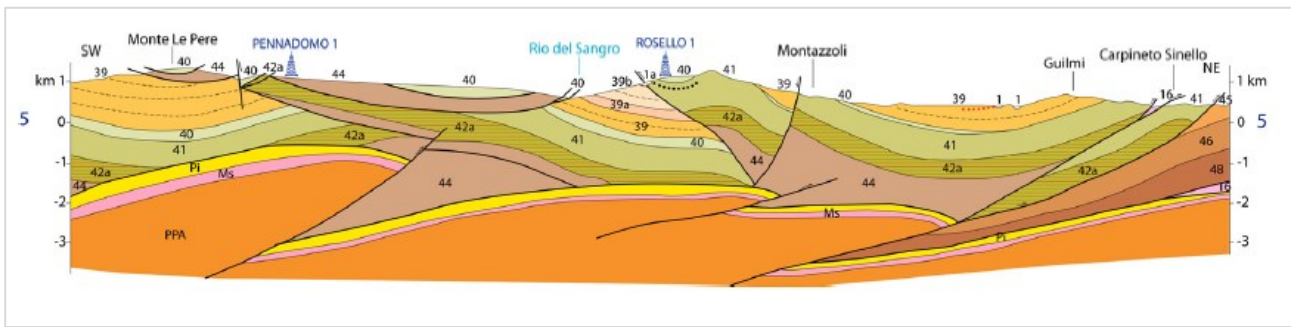


Figura 42 : Sezione geologica n. n. 5, Monte le Pere - Carpineto Sinello

4.4 QUADRO GEOMORFOLOGICO

Il sito in studio come già detto ricade all'interno bacino idrografico del f.Trigno e nello specifico sull'area relativa al reticolo idrografico secondario della piana alluvionale del torrente Canniviere ed in particolare la porzione posta in sinistra idrografica. I relativi corpi idrici secondari che morfologicamente risultano attivi nella loro azione morfogenetica e caratterizzano l'alternanza di colline e vallette di erosione ed incisione sono da Nord/Ovest verso Sud/Est il fosso Campogrande (con sviluppo alle pendici del Colle della Guardia nei pressi della WTG01), F.sso San Rocco impostato tra i rilievi di Colle di Guardia e Colle Timbano nei pressi della WTG02, F.sso Caracciolo ad Est rispetto ai rilievi del Colle Pisticchia e Colle Bianco nei pressi delle WTG04 - WTG05 - WTG07. Ulteriormente a Sud/Est, tra Montenero di Bisaccia (centro storico) e la WTG03 è presente il V.ne della Granciarra affluente di sinistra del t.Canniviere. Nei pressi della SSEU/SE il corpo idrico di riferimento è il t.Sinarca.

I lineamenti morfologici sono rappresentati da aree di fondovalle e di pianura alluvionale che si intervallano alle colline argillose che caratterizzano questo territorio. L'andamento pianeggiante è ulteriormente messo in evidenza lungo il corso del torrente Canniviere posto a Nord rispetto all'area di intervento (WTG) e il t.Sinarca (area SSEU) che assumono in taluni tratti percorsi tortuosi e meandrici. In concomitanza delle anse dei meandri si segnalano delle erosioni di sponda ed in generale si hanno fenomeni di erosione concentrata ed approfondimento d'alveo.

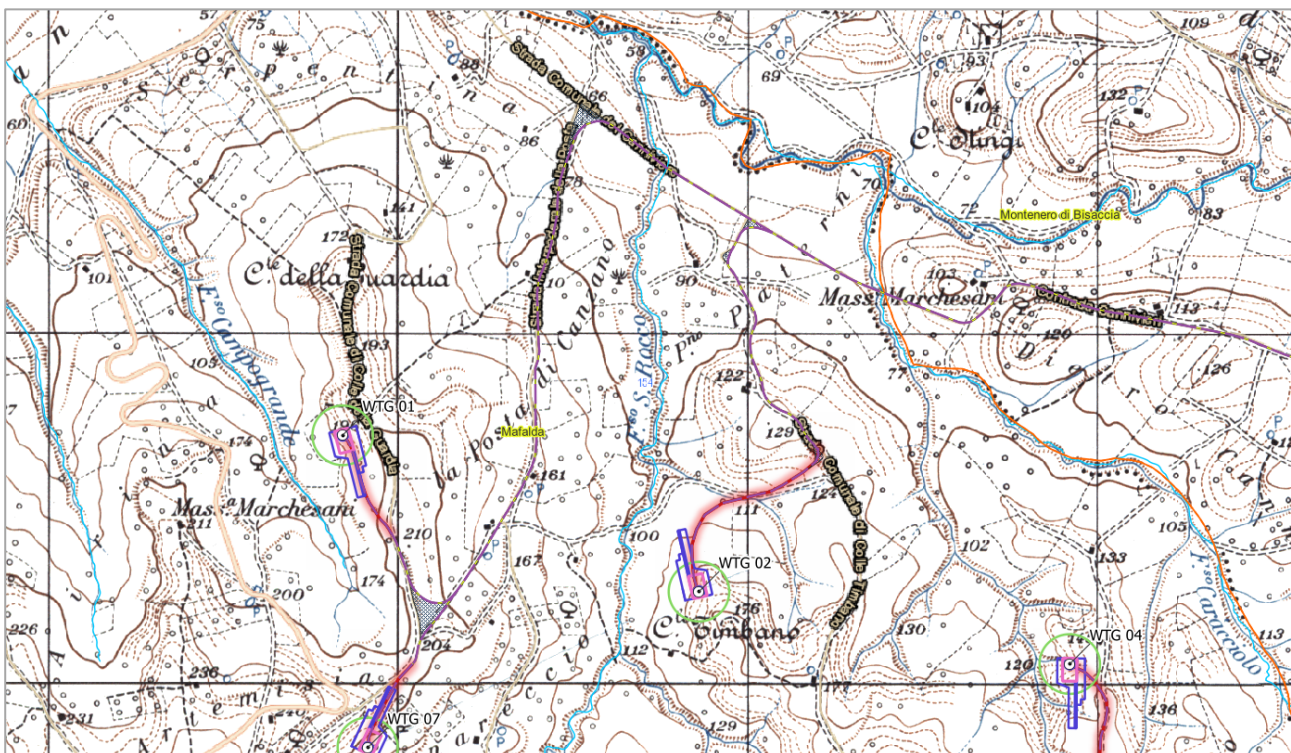


Figura 43 : Reticolo idrografico ed andamento morfologico area impianto 1

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	41 di 113

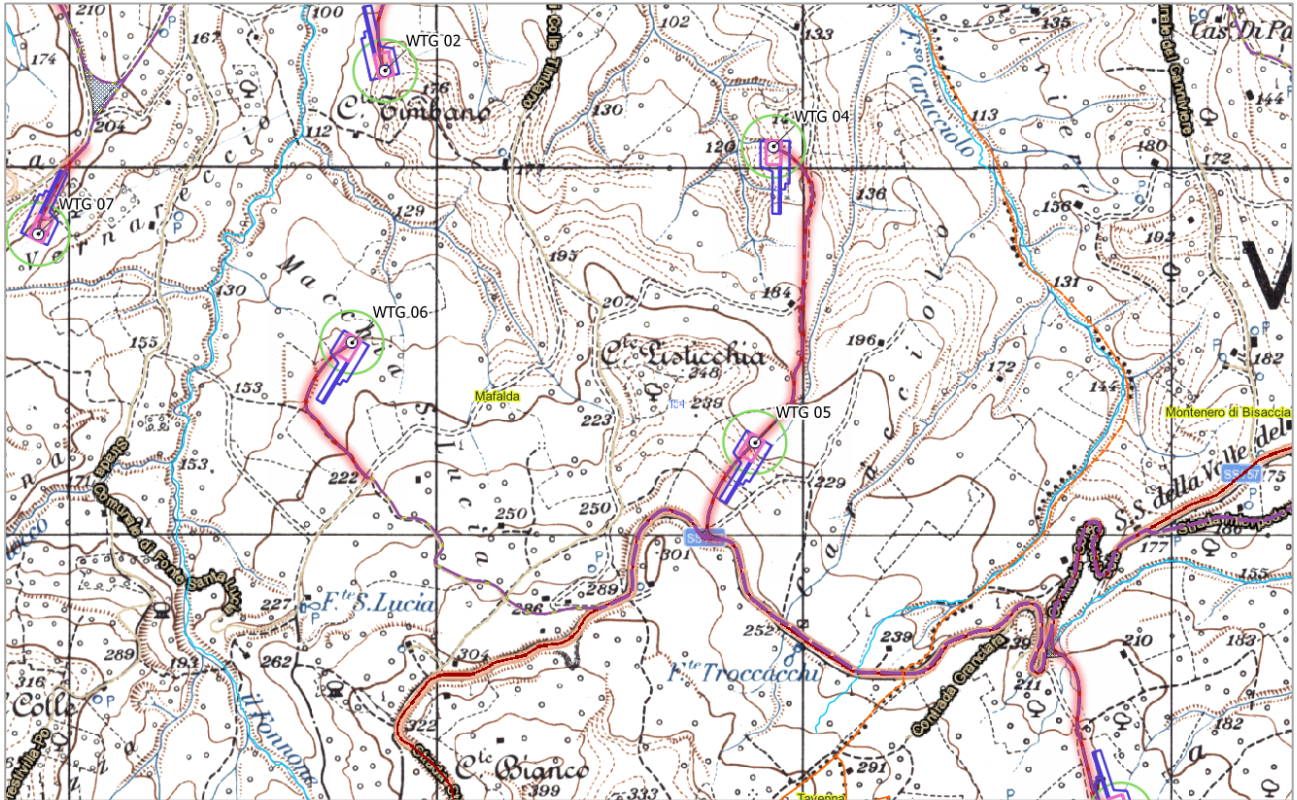


Figura 44 : Reticolo idrografico ed andamento morfologico area impianto 2

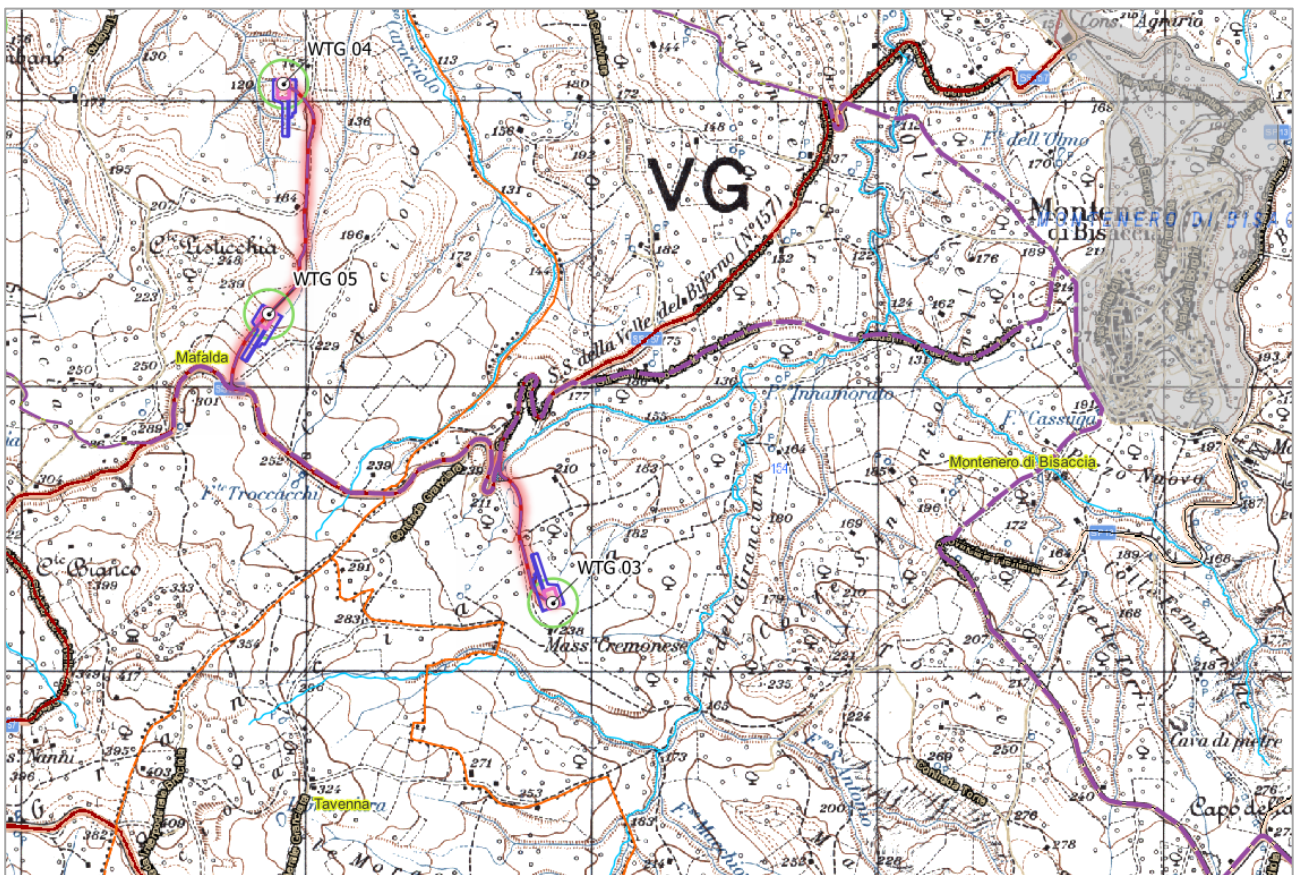


Figura 45 : Reticolo idrografico ed andamento morfologico area impianto 3

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	42 di 113

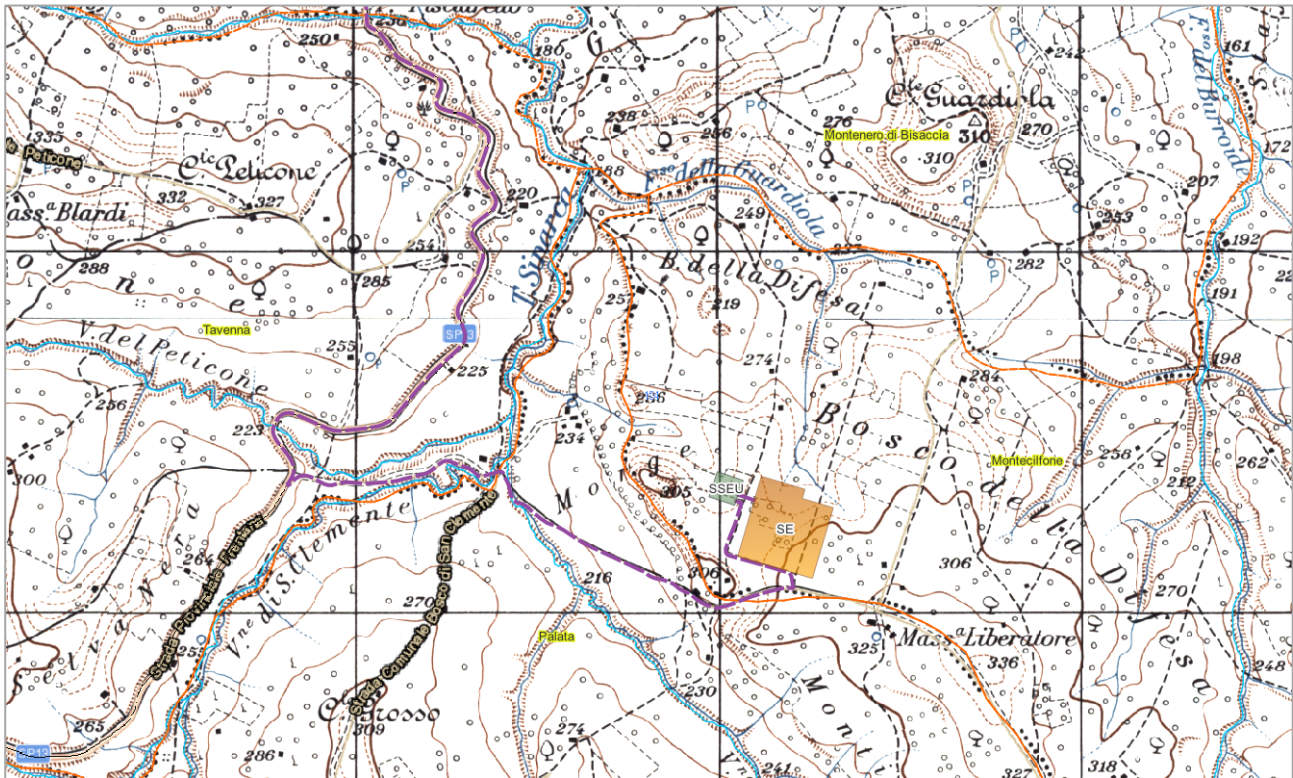


Figura 46 : Reticolo idrografico ed andamento morfologico area impianto 4

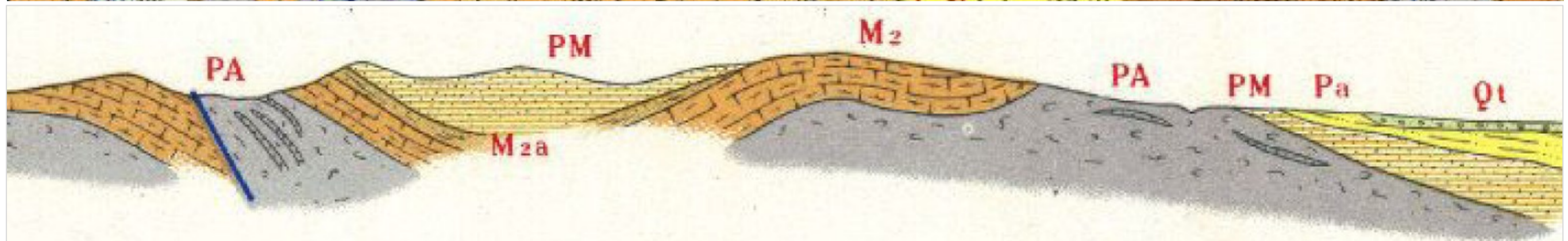
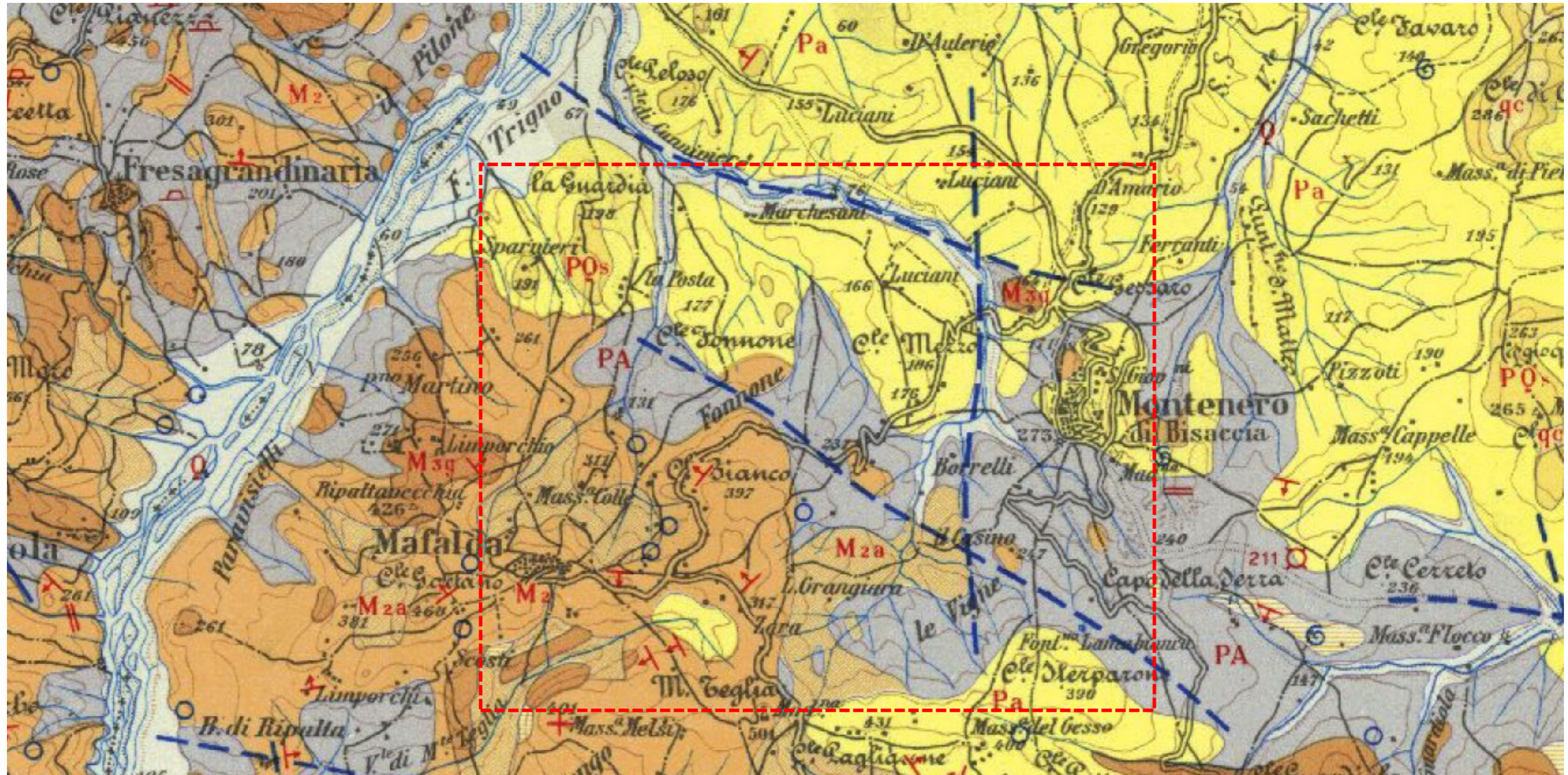
Relativamente all'assetto idrogeologico derivante dall'analisi del PAI combinata con l'IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi) le posizioni delle WTC non interferiscono con areali censiti da rischio geomorfologico-idrogeologico da frana e/o esondazione, così come risulta esterna ai medesimi areali la SSEU e le opere accessorie di connessione previste. Di seguito si riportano gli stralci cartografici specifici relativi al PAI ed IFFI con il layout di impianto. Minime porzioni della viabilità esterna al parco e del cavidotto esterno, mostrano aree di interferenza con areali a rischio geomorfologico evidenziate nel PAI a rischio R1 (Pericolosità P2-P3-P4), ma che seguono o la sede stradale esistente (nel caso specifico la SS157-SP 163) o limitati tratti di adeguamento della rete esistente (caso tratto di accesso alla WTC03).

Relativamente al Vincolo Idrogeologico, la legge fondamentale forestale, contenuta nel Regio Decreto 3267 del 1923, stabilisce che sono sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con la natura del terreno possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque. Per proteggere il territorio e prevenire pericolosi eventi e situazioni calamitose quali alluvioni, frane e movimenti di terreno, sono state introdotte norme, divieti e sanzioni. In particolare l'art. 20 del suddetto R.D. dispone che chiunque debba effettuare movimenti di terreno che non siano diretti alla trasformazione a coltura agraria di boschi e dei terreni saldi ha l'obbligo di comunicarlo all'autorità competente per il nulla-osta. L'art.21, invece, regola anche le procedure per le richieste delle autorizzazioni alla trasformazione dei boschi in altre qualità di colture ed i terreni saldi in terreni soggetti a periodica lavorazione.

Dall'analisi della cartografia di riferimento messa a disposizione dalla Regione Molise (<https://www.regione.molise.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/325>) tutte le posizioni delle WTC e le opere relative e di connessione interna rientrano nel vincolo idrogeologico, così come ampi tratti della linea di connessione in cavidotto esterno con sviluppo lungo la viabilità esistente. L'area relativa alla SSEU e la SE Terna ed i tratti in cavidotto prossimi non risultano vincolati. Di seguito le relative cartografie analitiche.

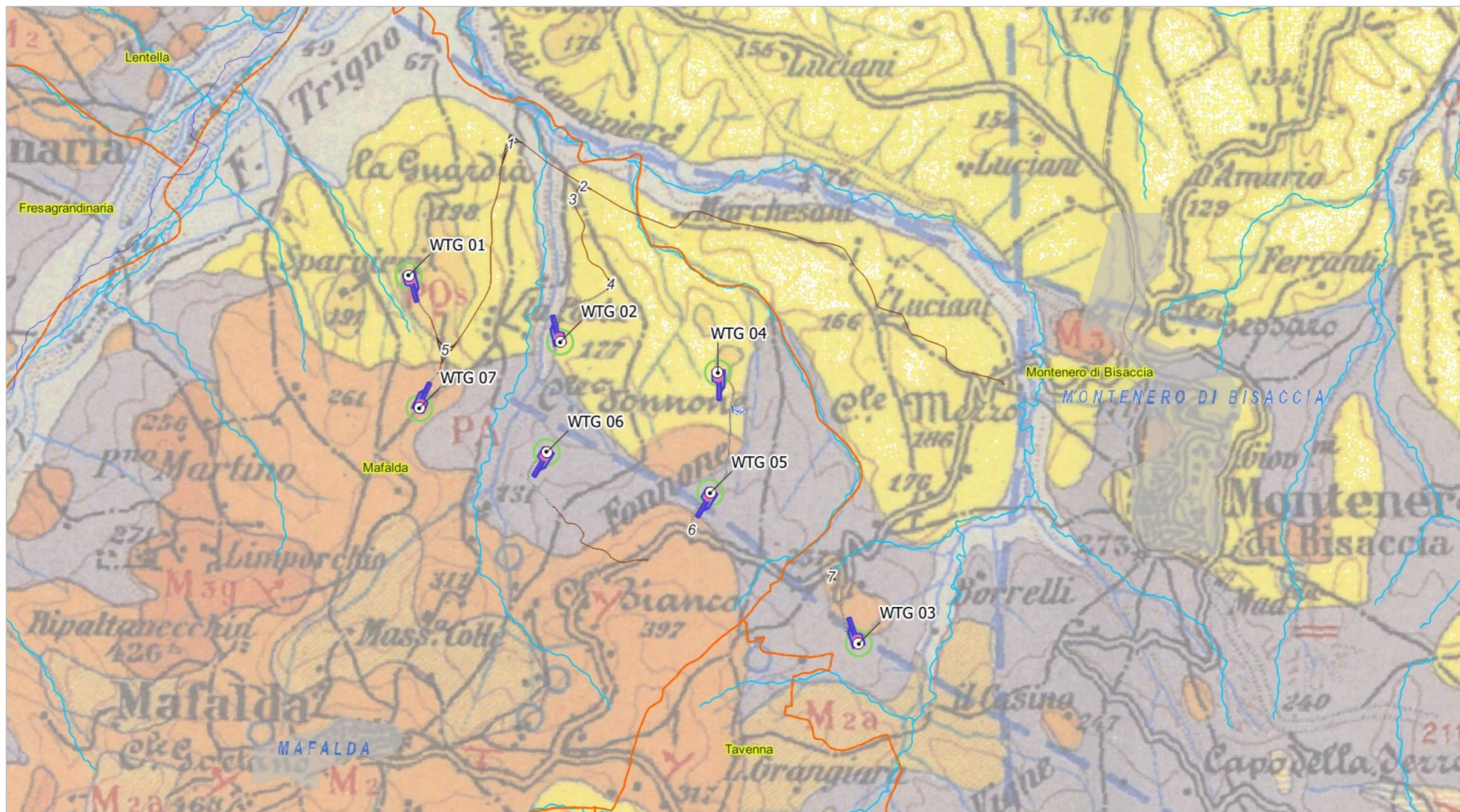
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	12/09/2023
		Revisione:	00
		Pagina:	43 di 113

CARTA GEOLOGICA d'ITALIA – FOGLIO 154 "LARINO" dalla scala 1:100'000

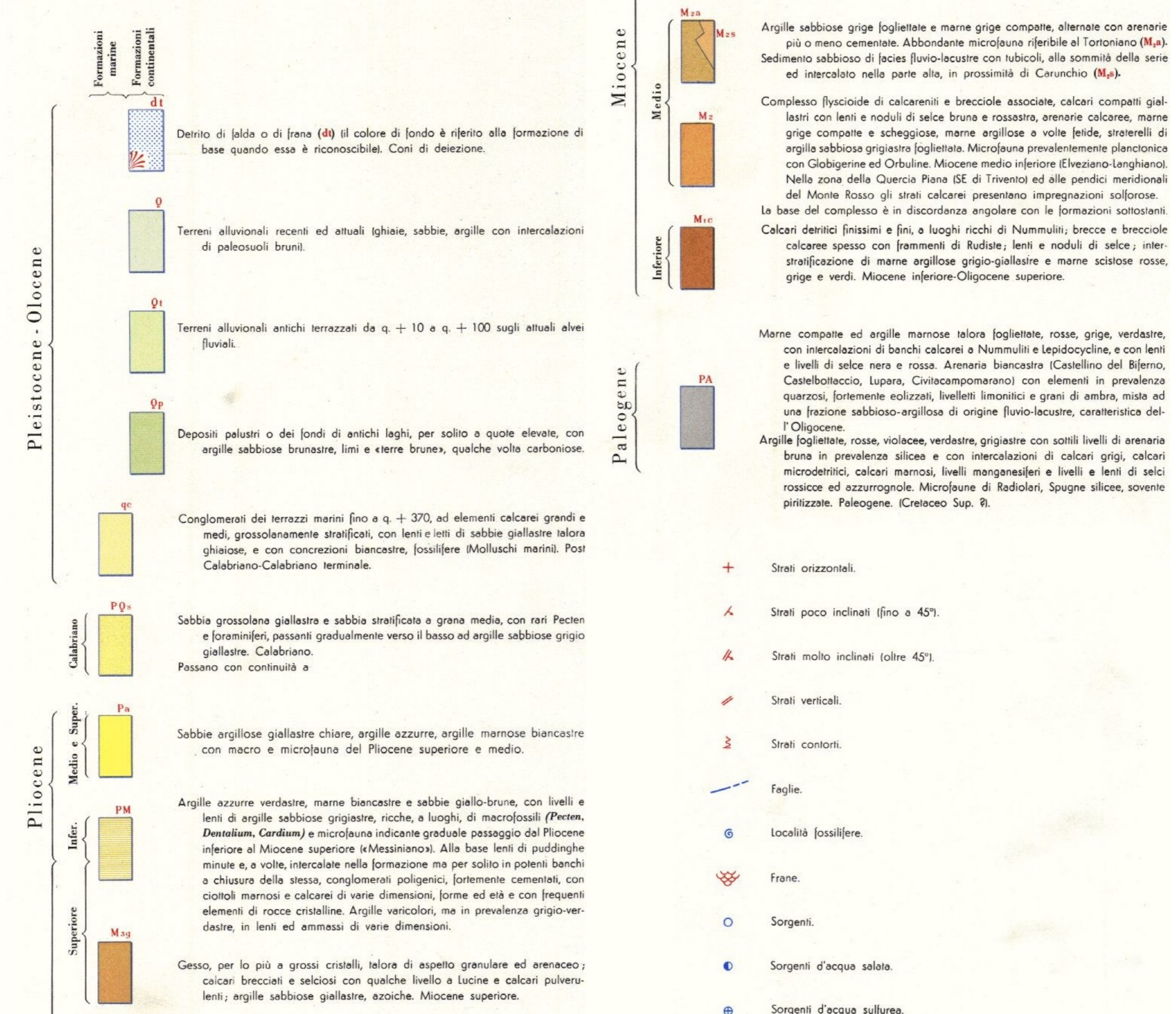


Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
	Pagina: 44 di 113	

CARTA GEOLOGICA d'ITALIA – FOGLIO 154 "LARINO" dalla scala 1:100'000 rielaborazione GIS al 25'000 con layout impianto

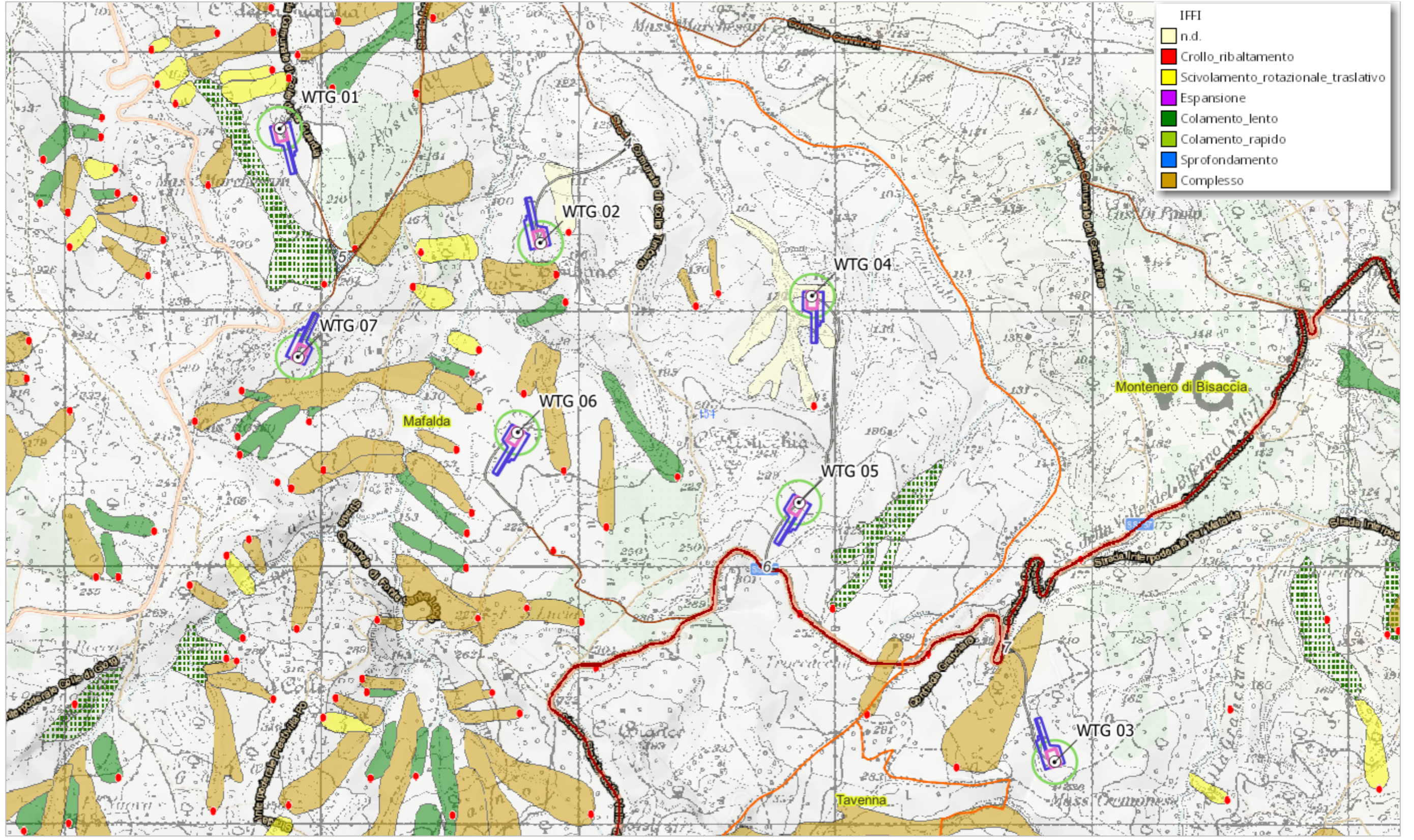


LEGENDA



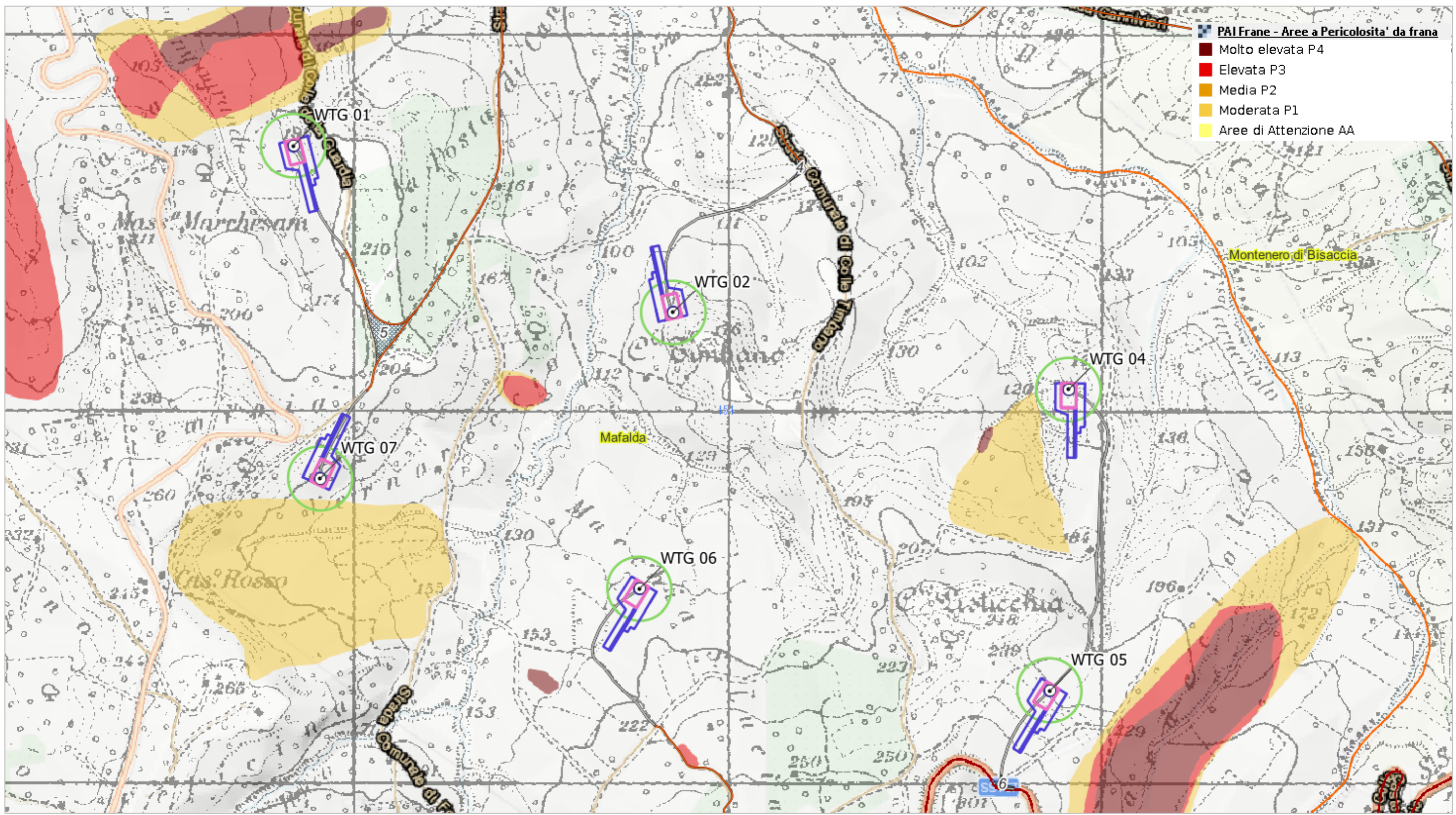
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 46 di 113

CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (IFFI) – SCALA 1:15'000 (rielaborazione ambiente gis) – Foglio 01



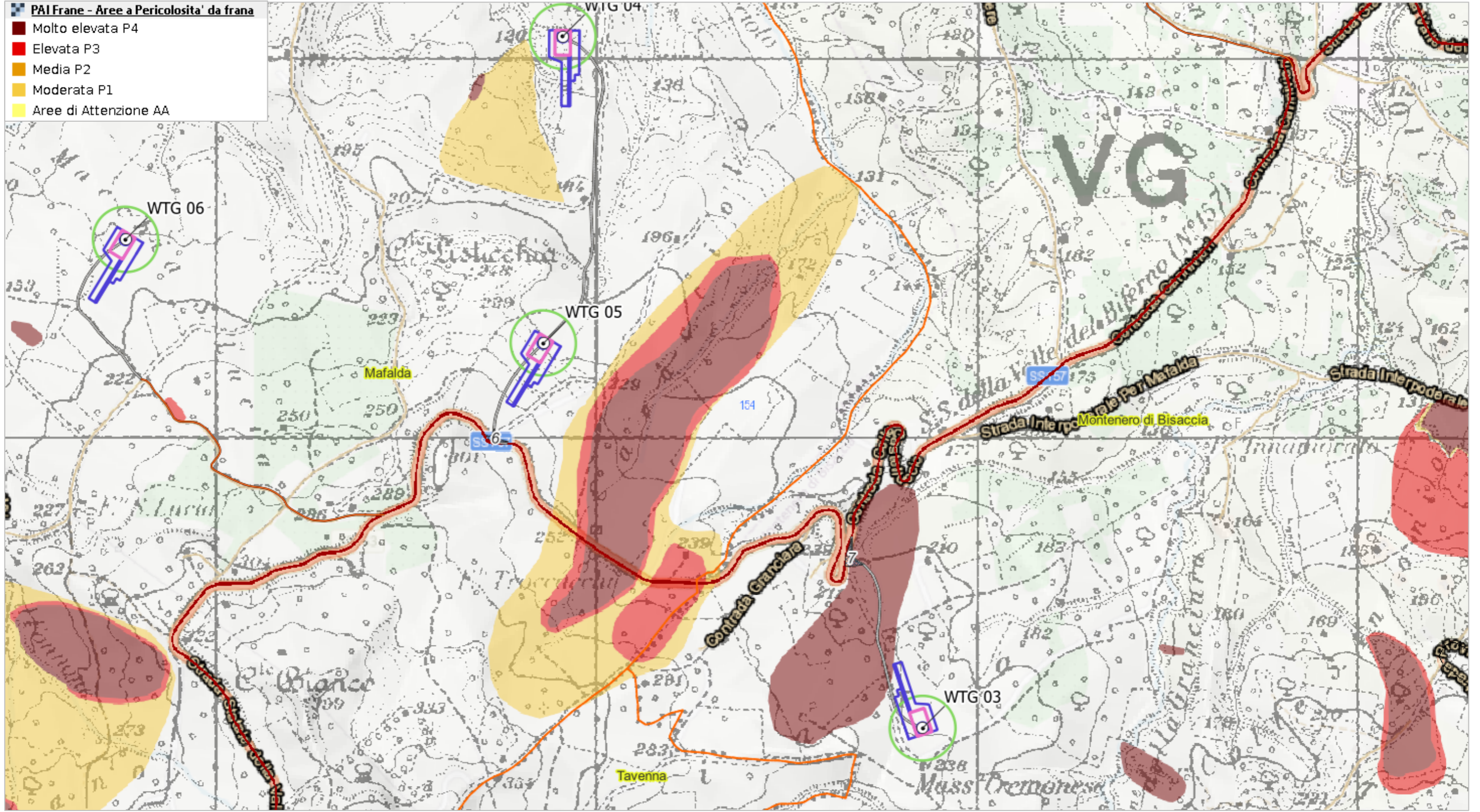
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
	Pagina: 47 di 113	

CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (PAI) – SCALA 1:10'000 (rielaborazione ambiente gis) – Foglio 01 (Fonte ISPRA)



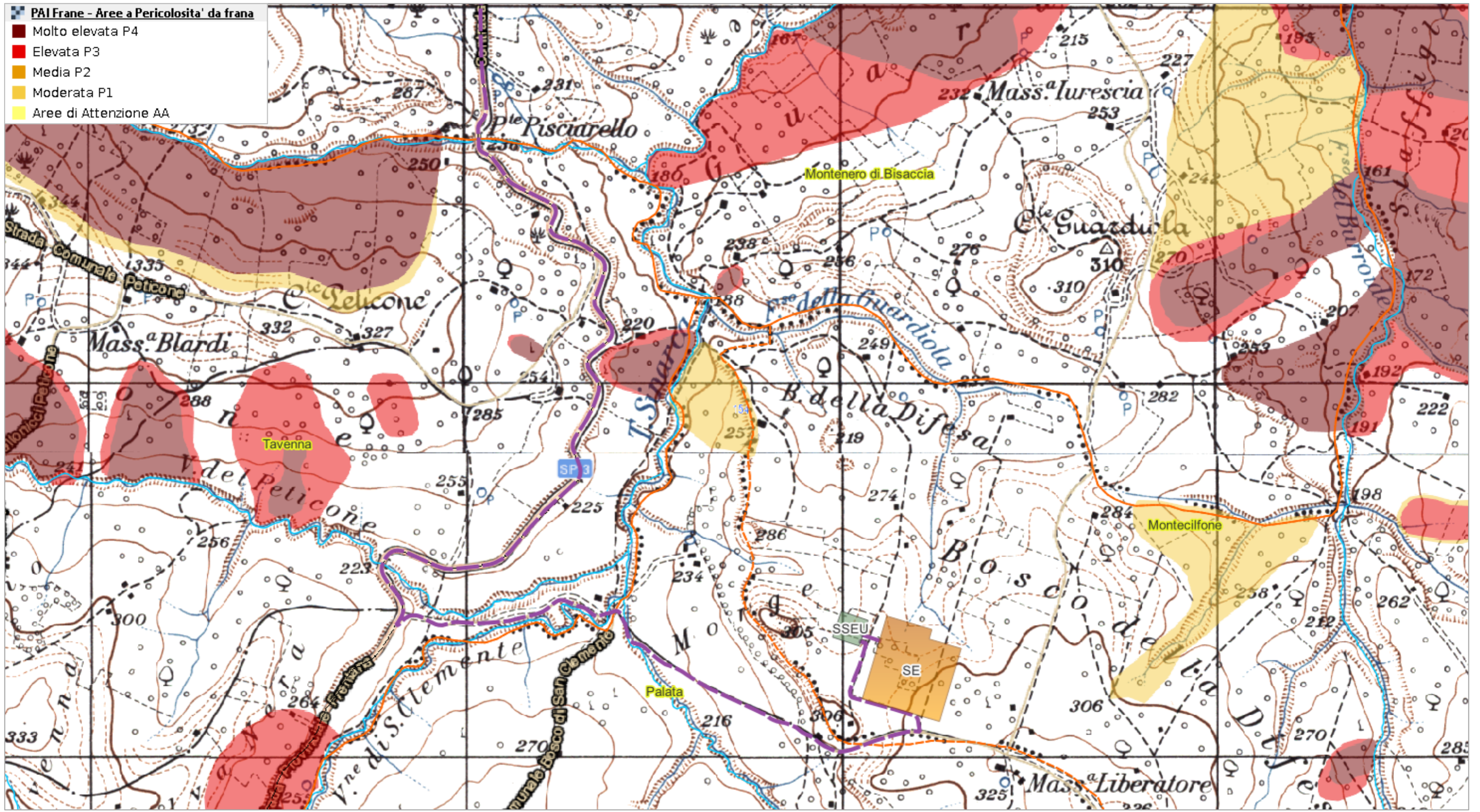
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
	Pagina: 48 di 113	

CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (PAI) – SCALA 1:10'000 (rielaborazione ambiente gis) – Foglio 02 (Fonte ISPRA)



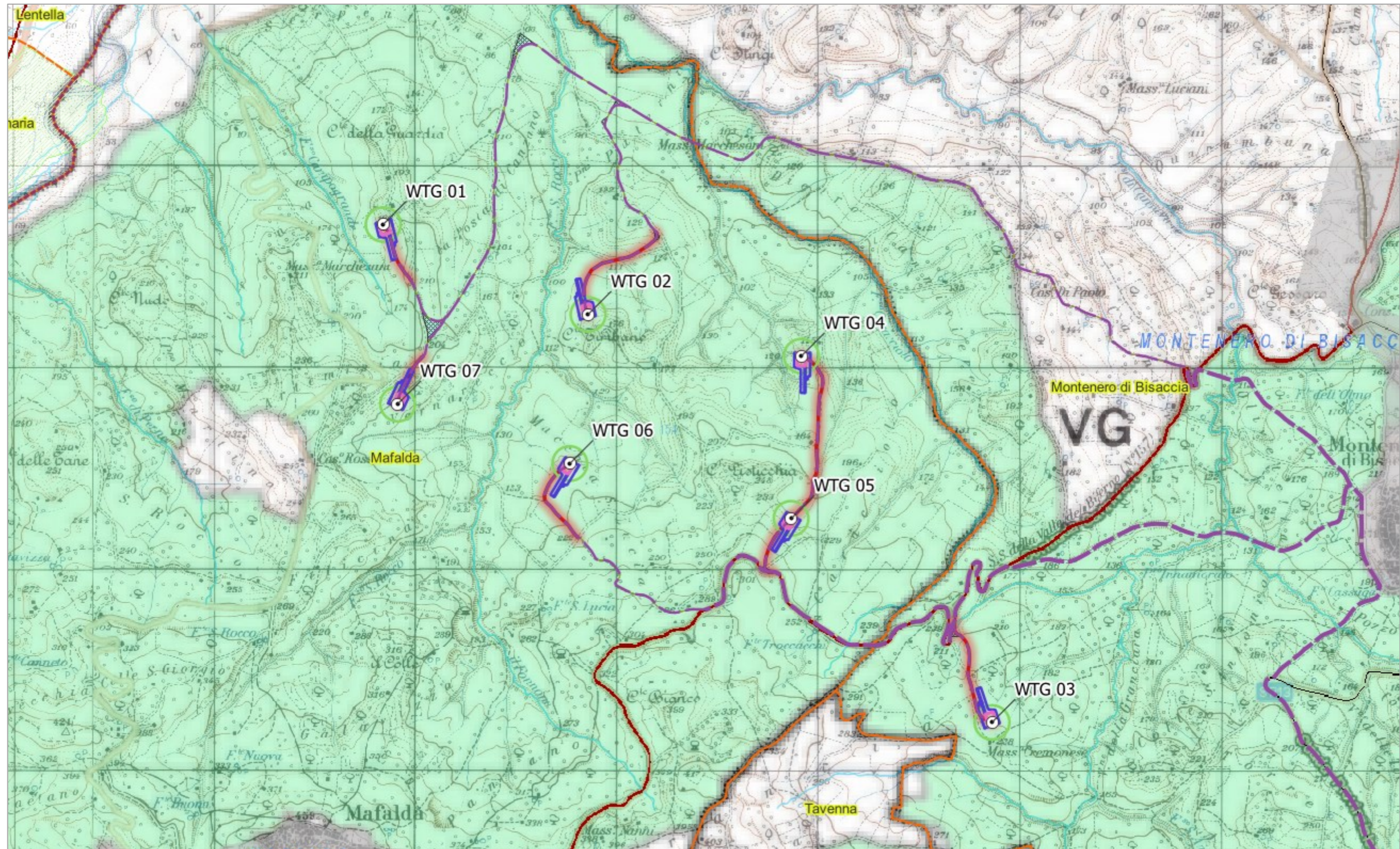
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
	Pagina: 49 di 113	

CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (PAI) – SCALA 1:15'000 (rielaborazione ambiente gis) – Foglio 03 (Fonte ISPRA)



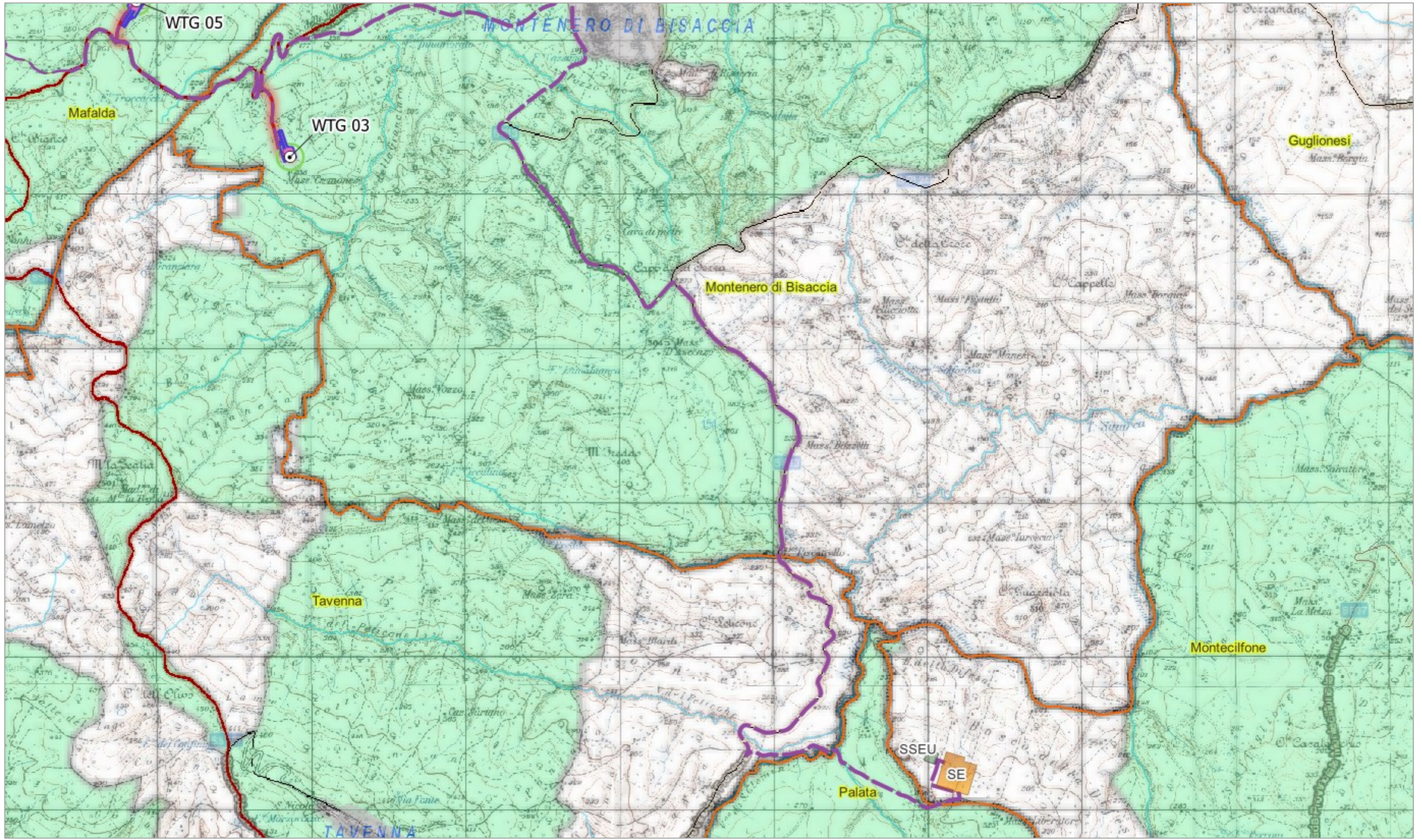
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	12/09/2023
		Revisione:	00
	Pagina:	50 di 113	

CARTA VINCOLO IDROGEOLOGICO – SCALA 1:20'000 (rielaborazione ambiente gis) – Foglio 01 (Fonte Regione Molise rielaborazione GIS)



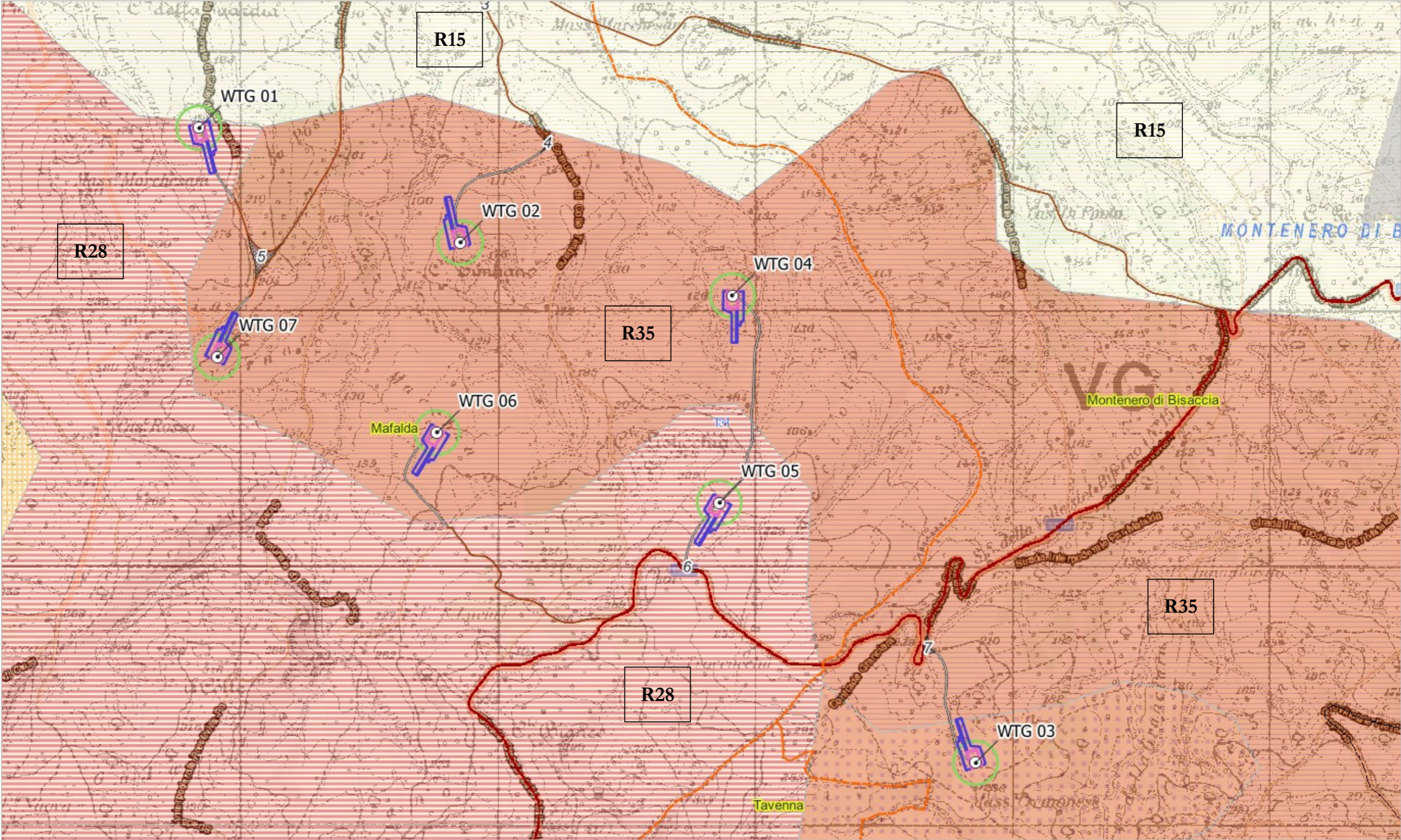
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
	Pagina: 51 di 113	

CARTA VINCOLO IDROGEOLOGICO – SCALA 1:25'000 (rielaborazione ambiente gis) – Foglio 02 (Fonte Regione Molise rielaborazione GIS)



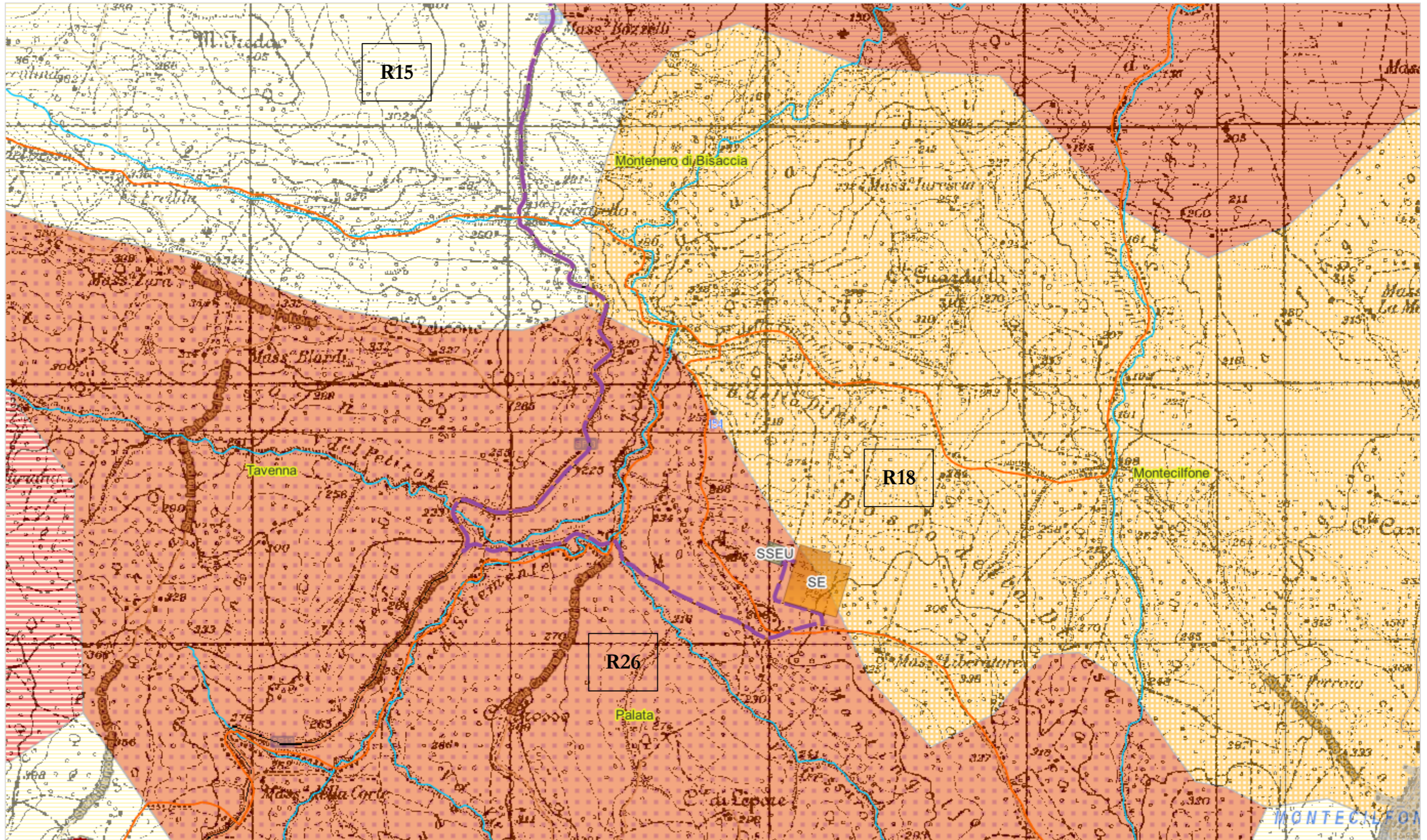
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 52 di 113

CARTA GEOLOGICA – SCALA 1:10'000 (rielaborazione ambiente gis) – Fonte ISPRA – Foglio 01



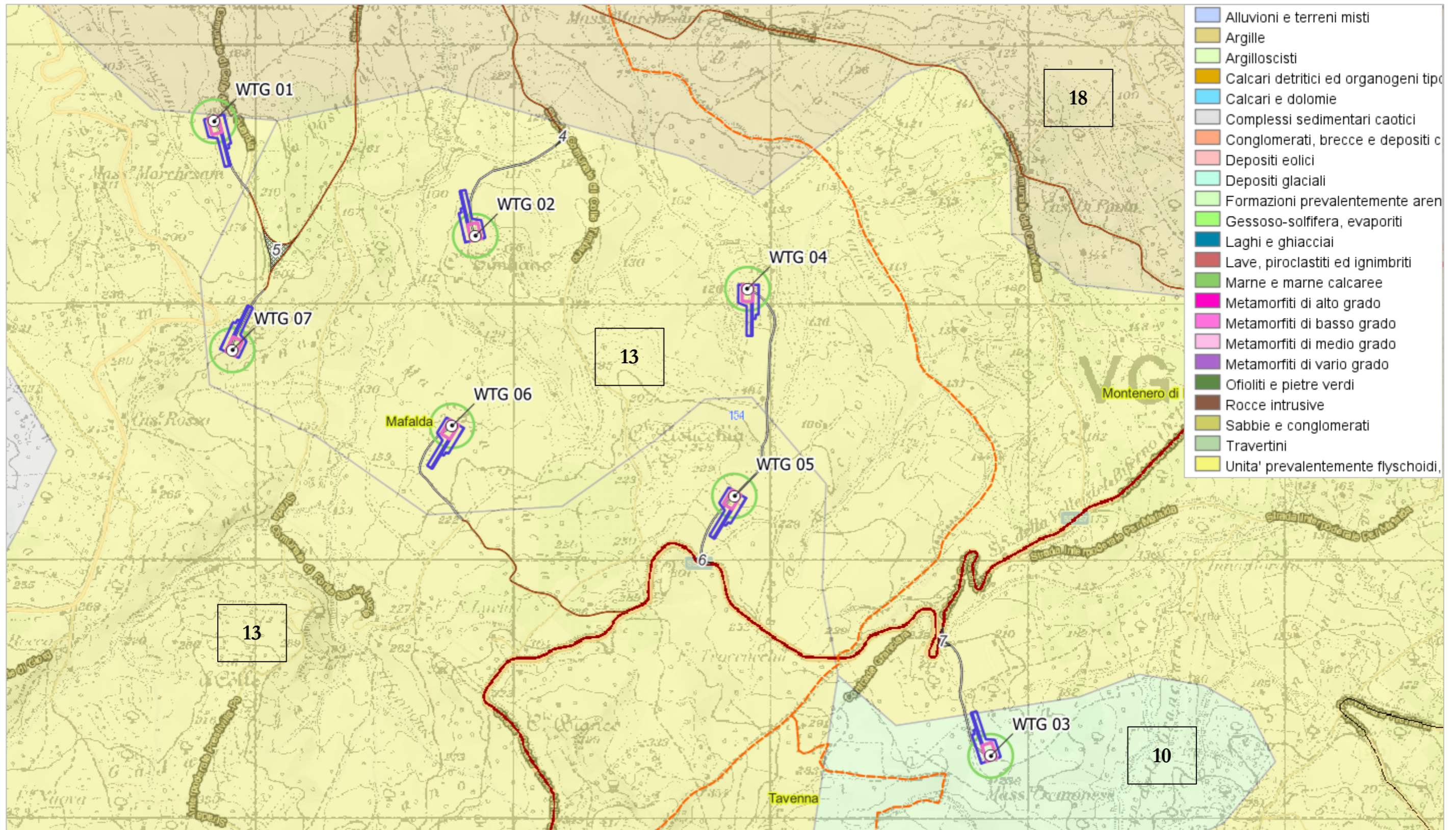
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
	Pagina: 53 di 113	

CARTA GEOLOGICA – SCALA 1:15'000 (rielaborazione ambiente gis) – Fonte ISPRA – Foglio 02 – Area SSEU/SE Terna



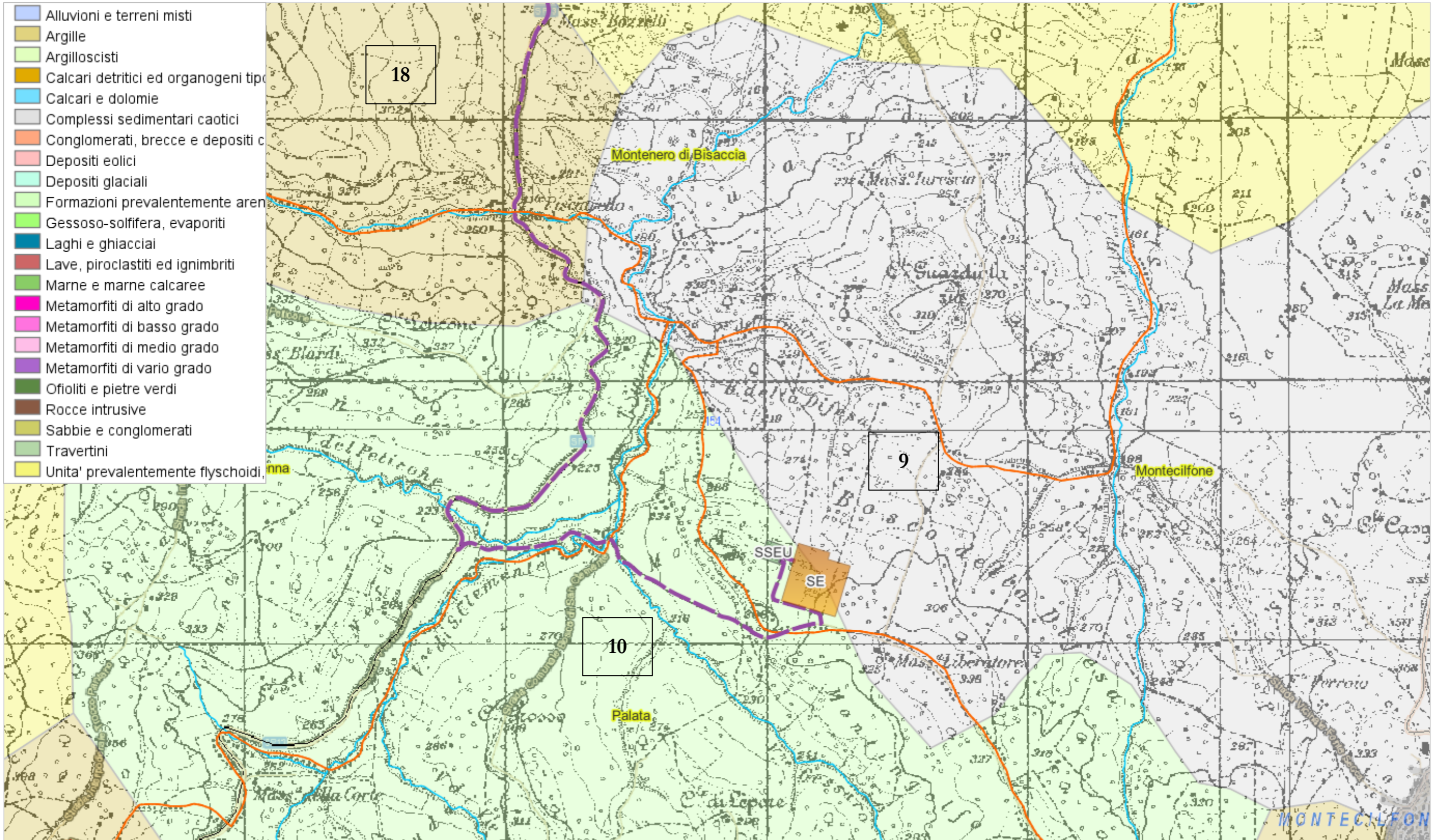
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 54 di 113

CARTA GEOLITOLOGICA – SCALA 1:10'000 (rielaborazione ambiente gis) – Fonte ISPRA – Foglio 01



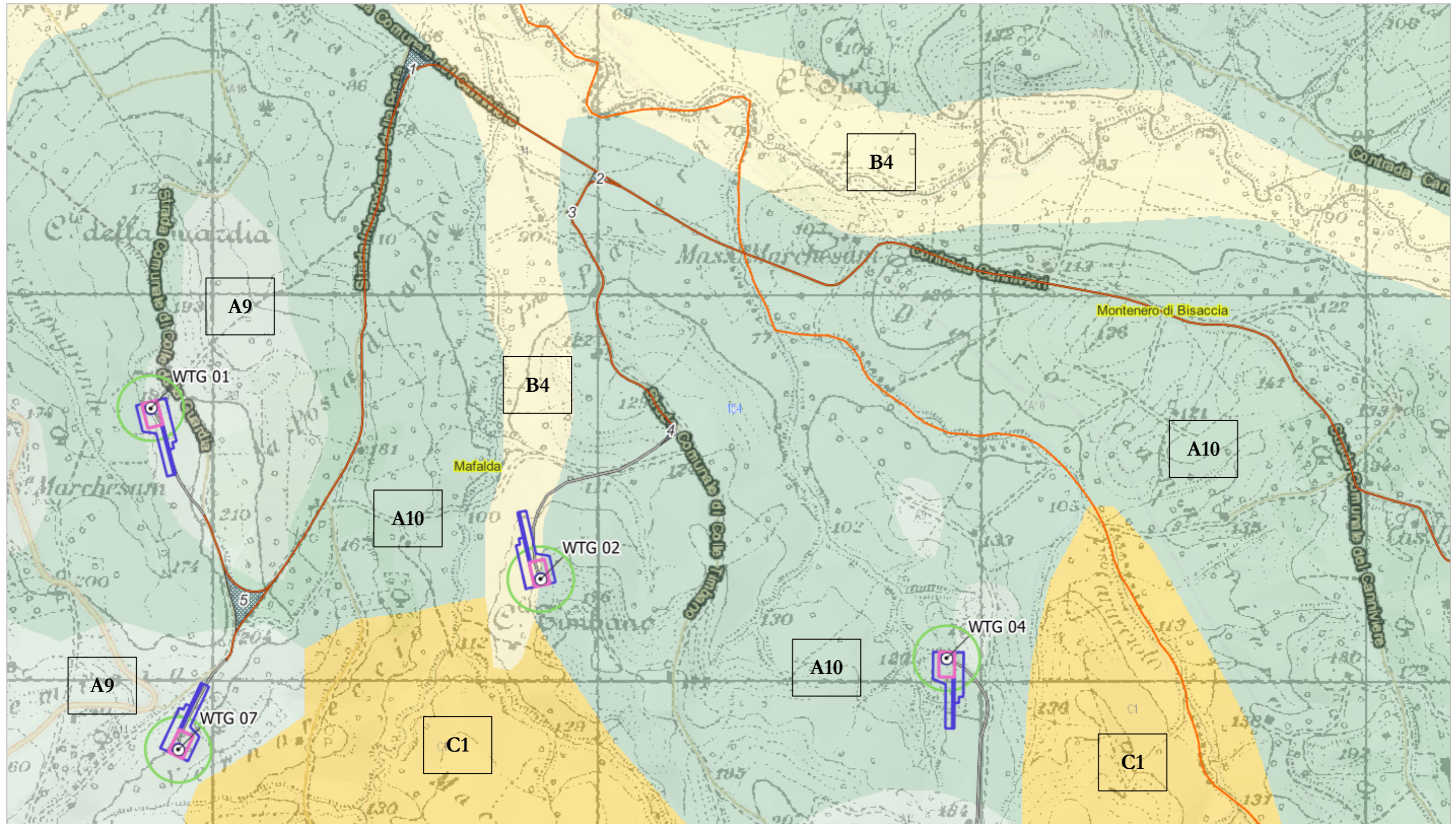
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	12/09/2023
		Revisione:	00
		Pagina:	55 di 113

CARTA GEOLITOLOGICA – SCALA 1:15'000 (rielaborazione ambiente gis) – Fonte ISPRA – Foglio 02 – Area SSEU/SE Terna



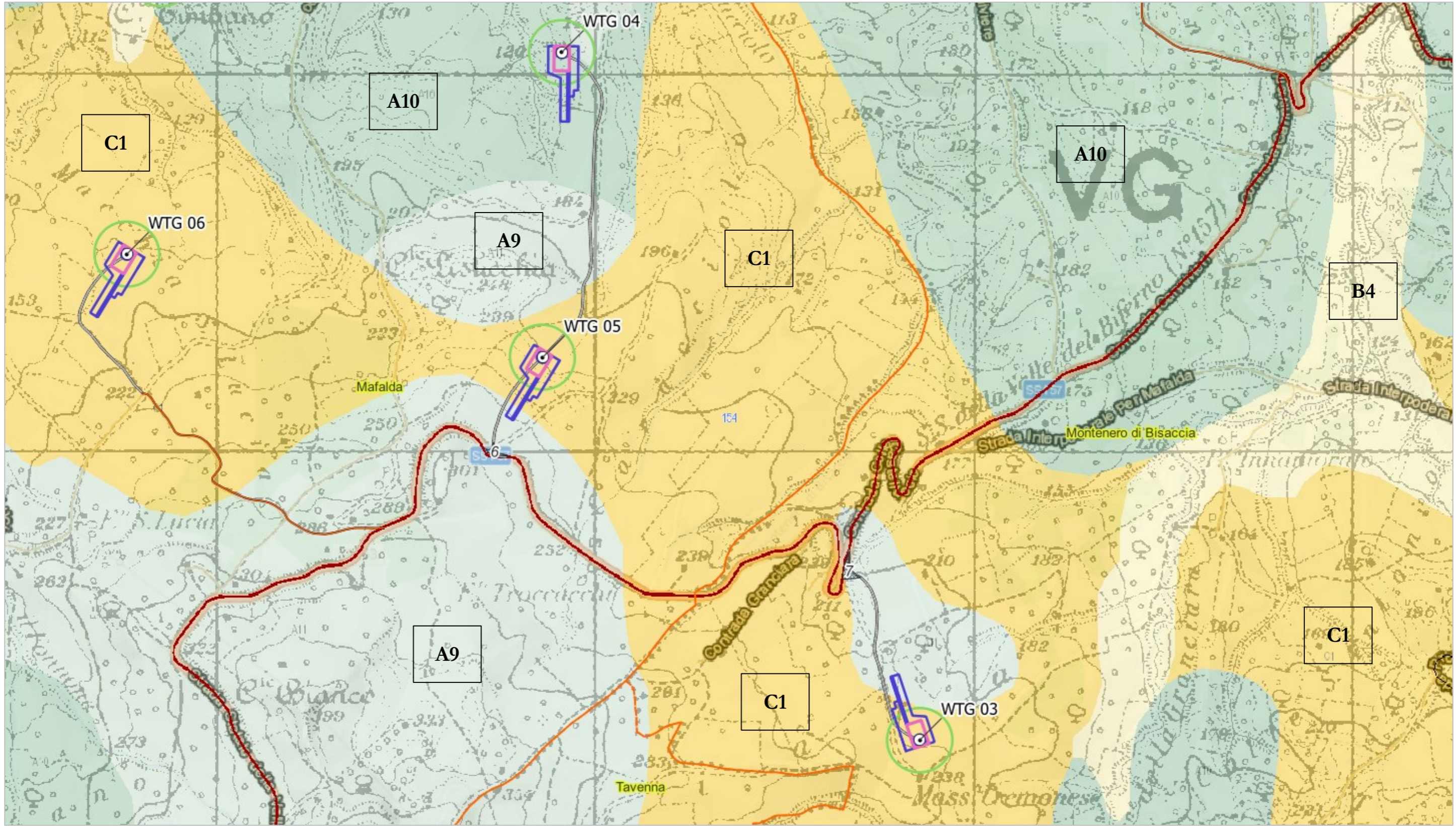
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
	Pagina: 56 di 113	

CARTA LITOLOGICA – SCALA 1:10'000 (rielaborazione ambiente gis) – Fonte ISPRA – Foglio 01



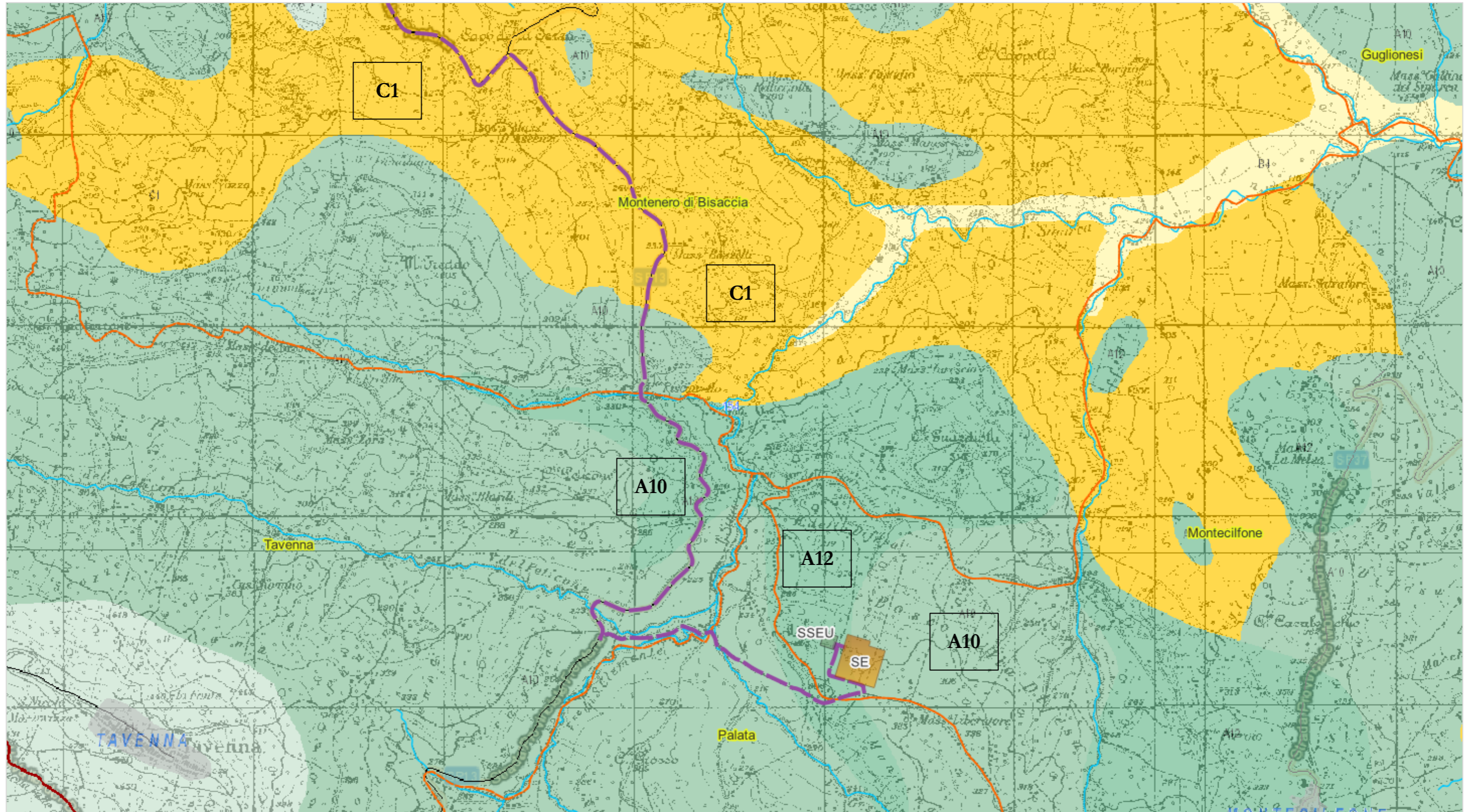
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 57 di 113

CARTA LITOLOGICA – SCALA 1:10'000 (rielaborazione ambiente gis) – Fonte ISPRA – Foglio 02



Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	12/09/2023
		Revisione:	00
		Pagina:	58 di 113

CARTA LITOLOGICA – SCALA 1:20'000 (rielaborazione ambiente gis) – Fonte ISPRA – Foglio 03 – Area SSEU/SE Terna



Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	59 di 113

LEGENDA CARTA GEOLOGICA

- **formazione: Unità calcareo-marnose (torbiditiche) (Miocene medio-inferiore)**

formation_ : Limestone and clays unit (turbiditic) (Middle-lower Miocene)

lithounit: Sedimentary

etainf: Lower (Early) Miocene

etasup: Lower (Early) Miocene

composizione: Calcareo-marnoso (Unita torbiditiche)

tipo_mat: Depositi Marini

litho1: calcare

litho2: marna

cod_lege: 101

urn_litho: urn:cgi:classifer:CGI:SimpleLithology:2008:calcareous_carbonate_sedimentary_roc

colore: R28

- **formazione: Unità argillose ed argilloso-calcaree (torbiditiche) (Paleogene)**

formation_ : Clays, limestones and clays unit (tubiditic) (Palaegene)

lithounit: Sedimentary

etainf: Paleogene

etasup: Paleogene

composizione: Argilloso-calcaree (Unita torbiditiche)

tipo_mat: Depositi Marini

litho1: argilla

litho2: calcare

cod_lege: 94

urn_litho: urn:cgi:classifer:CGI:SimpleLithology:2008:mud

colore: R35

- **formazione: Argille e marne talvolta con olistostromi (Pliocene)**

formation_ : Clays and marls sometimes with olisthostromes (Pliocene)

lithounit: Sedimentary

etainf: Pliocene

etasup: Pliocene

composizio: Sedimenti argillosi

tipo_mat: Depositi Marini

litho1: argilla

litho2: marna

cod_lege: 114

urn_litho: urn:cgi:classifer:CGI:SimpleLithology:2008:mud

colore: R15

- **formazione: Unita' arenacee e arenaceo-marnose (Miocene medio-inferiore)**

formation_ : Sanstones, arenaceous marls unit (Middle-lower Miocene)

rosso: 26

lithounit: Sedimentary

etainf: Lower (Early) Miocene

etasup: Lower (Early) Miocene

composizio: Arenaceo-marnose (Unita torbiditiche)

tipo_mat: Depositi Continentali

litho1: arenaria

litho2: marna

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	60 di 113

cod_lege: 103

urn_litho: urn:cgi:classifer:CGI:SimpleLithology:2008:sandstone

colore: R26

- **formazione: Arenarie ed argille (subordinati calcari ed evaporiti) (Miocene superiore)**

formation_ : Sandstones and clays - sometimes with evaporitic rocks (Upper Miocene)

lithounit: Sedimentary

etainf: Upper (Late) Miocene

etasup: Upper (Late) Miocene

composizio: Sedimenti clastici

tipo_mat: Depositi Marini

litho1: arenaria

litho2: argilla

cod_lege: 111

urn_litho: urn:cgi:classifer:CGI:SimpleLithology:2008:sandstone

colore: R18

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	61 di 113

LEGENDA CARTA GEO LITOLOGICA

- **descrizione: Unità argillose ed argilloso-calcaree (torbiditiche)**

eta: (Paleogene)

famiglia: SEDIMENTARIO

descrizione_estesa: Unità sovente con carattere torbiditici, talora comprendenti il Miocene inferiore: argillose ed argilloso-cal

riferimento: Paleogene

descrizione_: Unità argillose e argilloso-calcaree (torbiditiche)

cod_lito: 13

legenda_li: Unità prevalentemente flyschoidi, torbidi

- **descrizione: Arenarie ed argille (subordinati calcari ed evaporiti)**

eta: (Miocene superiore)

famiglia: SEDIMENTARIO

descrizione_estesa: Arenarie (anche torbiditiche) ed argille, a luoghi con evaporiti e subordinatamente calcari, comprendenti, a v

riferimento: Miocene superiore

descrizione_: Arenarie ed argille (subordinati calcari ed evaporiti)

cod_lito: 9

legenda_li: Complessi sedimentari caotici

st_area_sh: 0.00096372

st_length_: 0

- **descrizione: Unità arenacee e arenaceo-marnose**

eta: (Miocene medio-inferiore)

famiglia: SEDIMENTARIO

descrizione_estesa: Unità sovente con carattere torbiditici: arenacee e marnoso-arenacee, comprendenti, talora, l'Oligocene super

riferimento: Miocene medio-inferiore

descrizione_: Unità arenacee e arenaceo-marnose

cod_lito: 10

legenda_li: Formazioni prevalentemente arenacee

- **descrizione: Argille e marne talvolta con olistostromi**

eta: (Pliocene)

famiglia: SEDIMENTARIO

descrizione_estesa: Argille e marne, a luoghi con olistostromi.

riferimento: Pliocene

descrizione_: Argille e marne talvolta con olistostromi

cod_lito: 18

legenda_li: Argille

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	62 di 113

LEGENDA CARTA LITOLOGICA

- **CLASSI_LITOLOGICHE: terreni a granulometria mista (f+m+g)**

COD_LITO: B4

ETA_GEOLOGICA: PLEISTOCENE - OLOCENE

ID_Poligono: 261299

LITOLOGIA: terreni a granulometria mista

NOME_FORMAZIONE: Alluvioni recenti

- **CLASSI_LITOLOGICHE: arenarie, arenarie + conglomerati, arenarie + sabbie**

COD_LITO: A9

ETA_GEOLOGICA: CALABRIANO

ID_Poligono: 261379

LITOLOGIA: arenarie

NOME_FORMAZIONE: Sabbia grossolana

- **CLASSI_LITOLOGICHE: complesso pelitico-arenaceo, pelitico-arenaceo-conglomeratico, calcareo-marnoso-arenaceo**

COD_LITO: A10

ETA_GEOLOGICA: PLIOCENE MEDIO E SUPERIORE

ID_Poligono: 261824

LITOLOGIA: complessi pelitico-arenacei

NOME_FORMAZIONE: Sabbie argillose

- **CLASSI_LITOLOGICHE: complesso evaporitico**

COD_LITO: A12 Gesso

ETA_GEOLOGICA: MIOCENE SUPERIORE

ID_Poligono: 261357

LITOLOGIA: evaporiti

NOME_FORMAZIONE: sedimenti evaporitici

- **CLASSI_LITOLOGICHE: complesso indifferenziato; argille caotiche; argille varicolori; argille scagliose ecc.**

COD_LITO: C1

ETA_GEOLOGICA: PALEOGENE

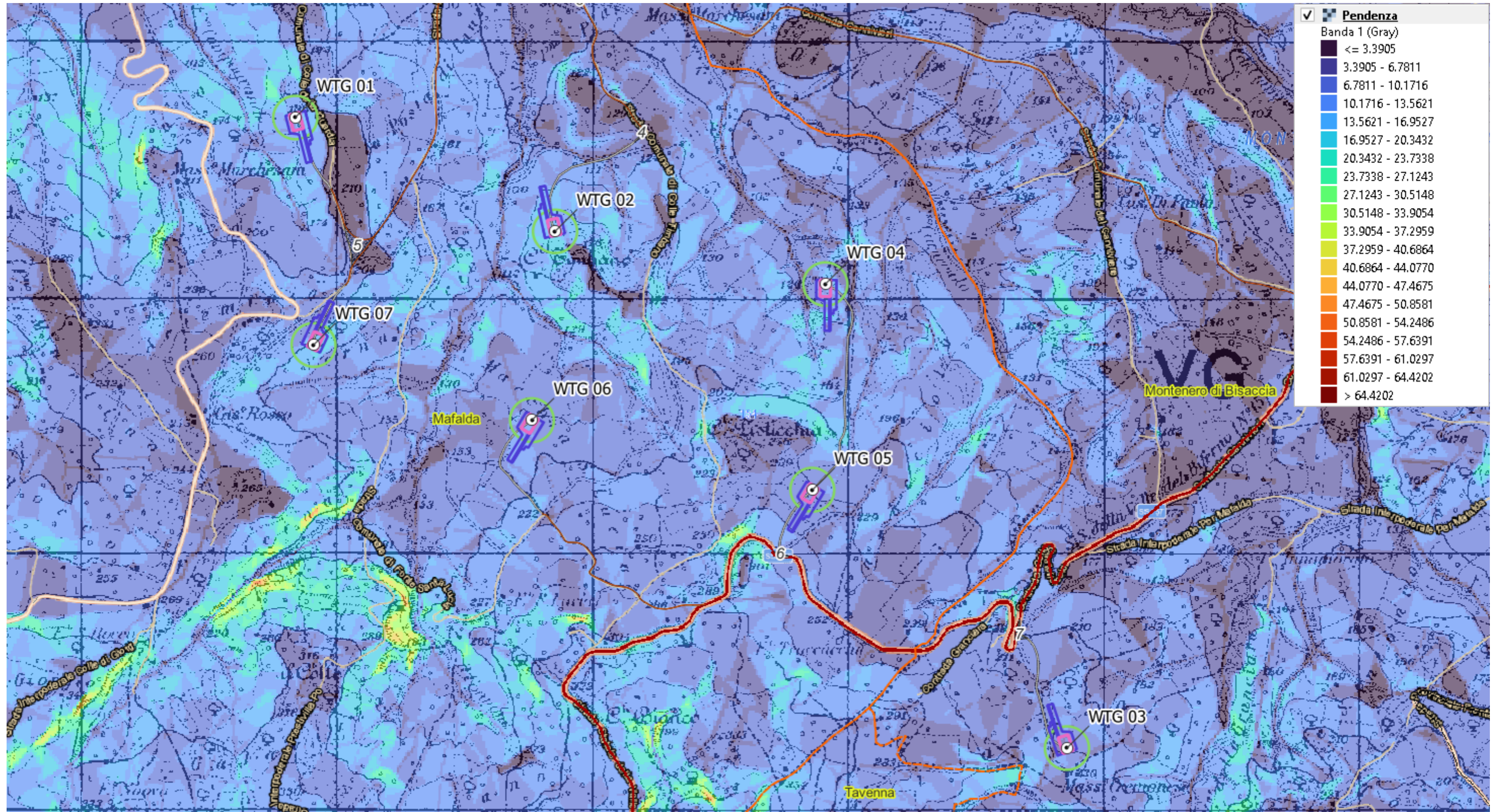
ID_Poligono: 261247

LITOLOGIA: argille caotiche

NOME_FORMAZIONE: Calcari detritici

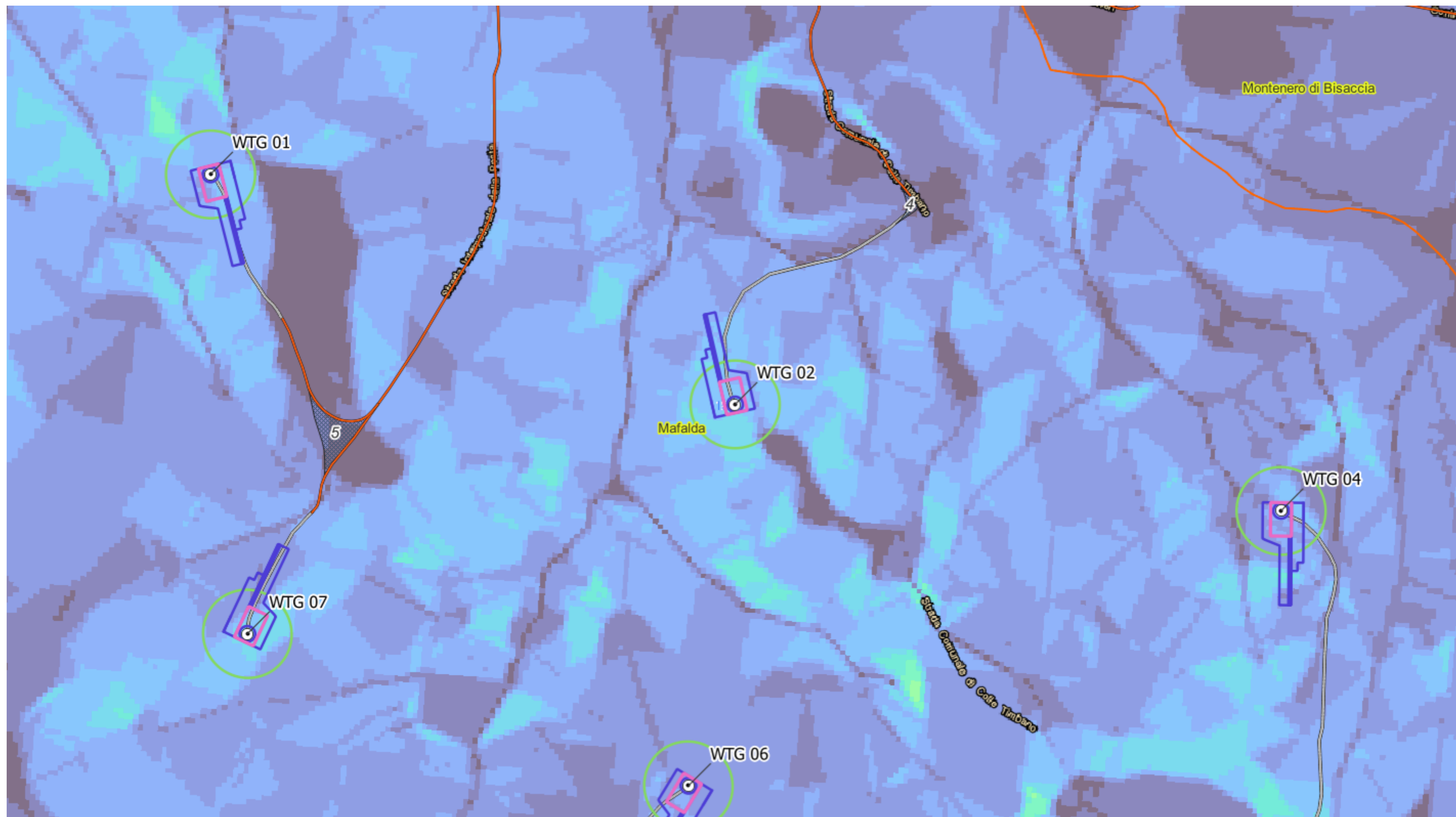
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
	Pagina: 63 di 113	

CARTA delle PENDENZE su base DTM 10m in gradi sessagesimali – SCALA 1:20'000 (rielaborazione ambiente gis) – Foglio complessivo WTG



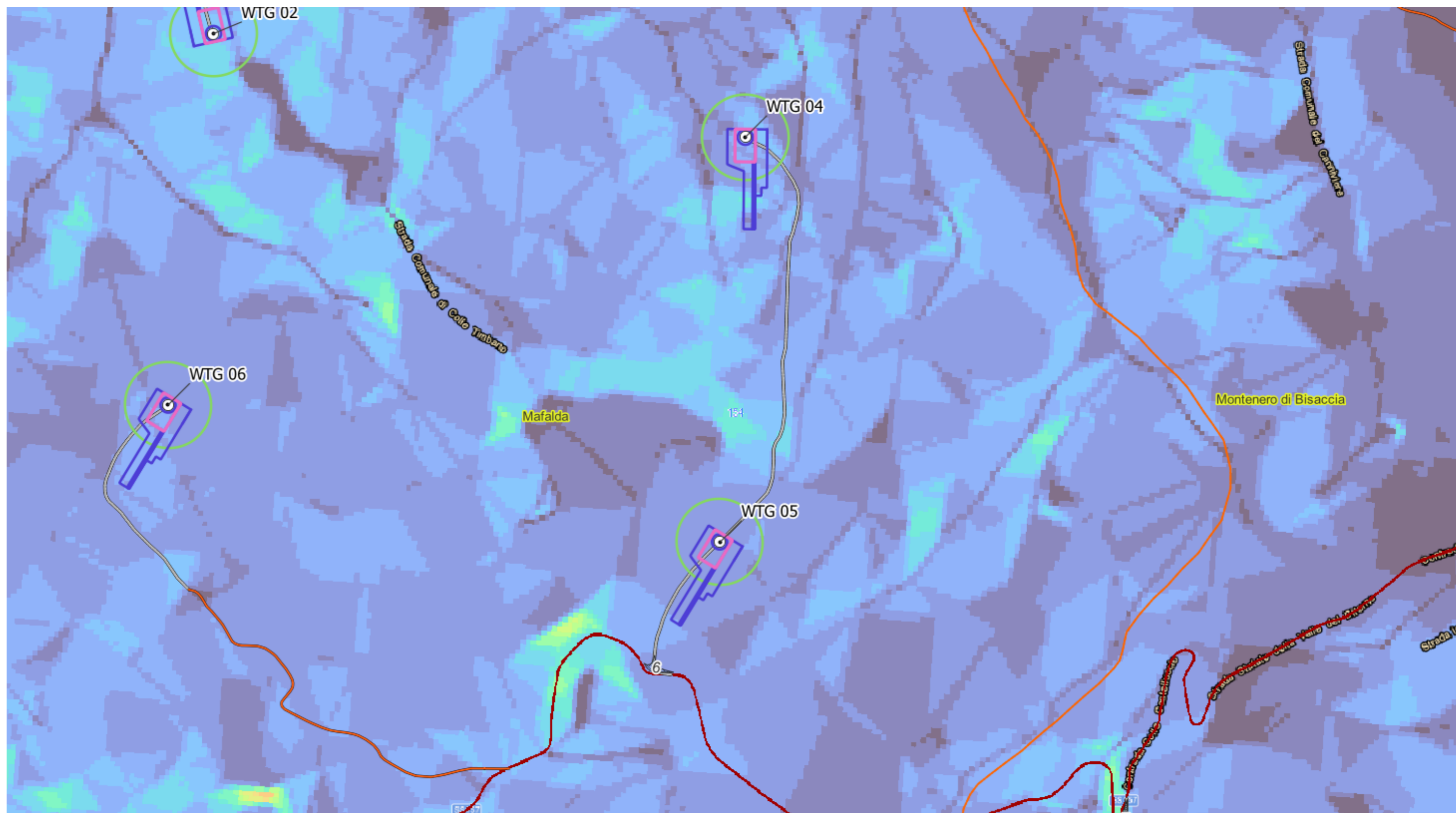
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 64 di 113

CARTA delle PENDENZE su base DTM 10m – SCALA 1:7'500 (rielaborazione ambiente gis) – Foglio 01



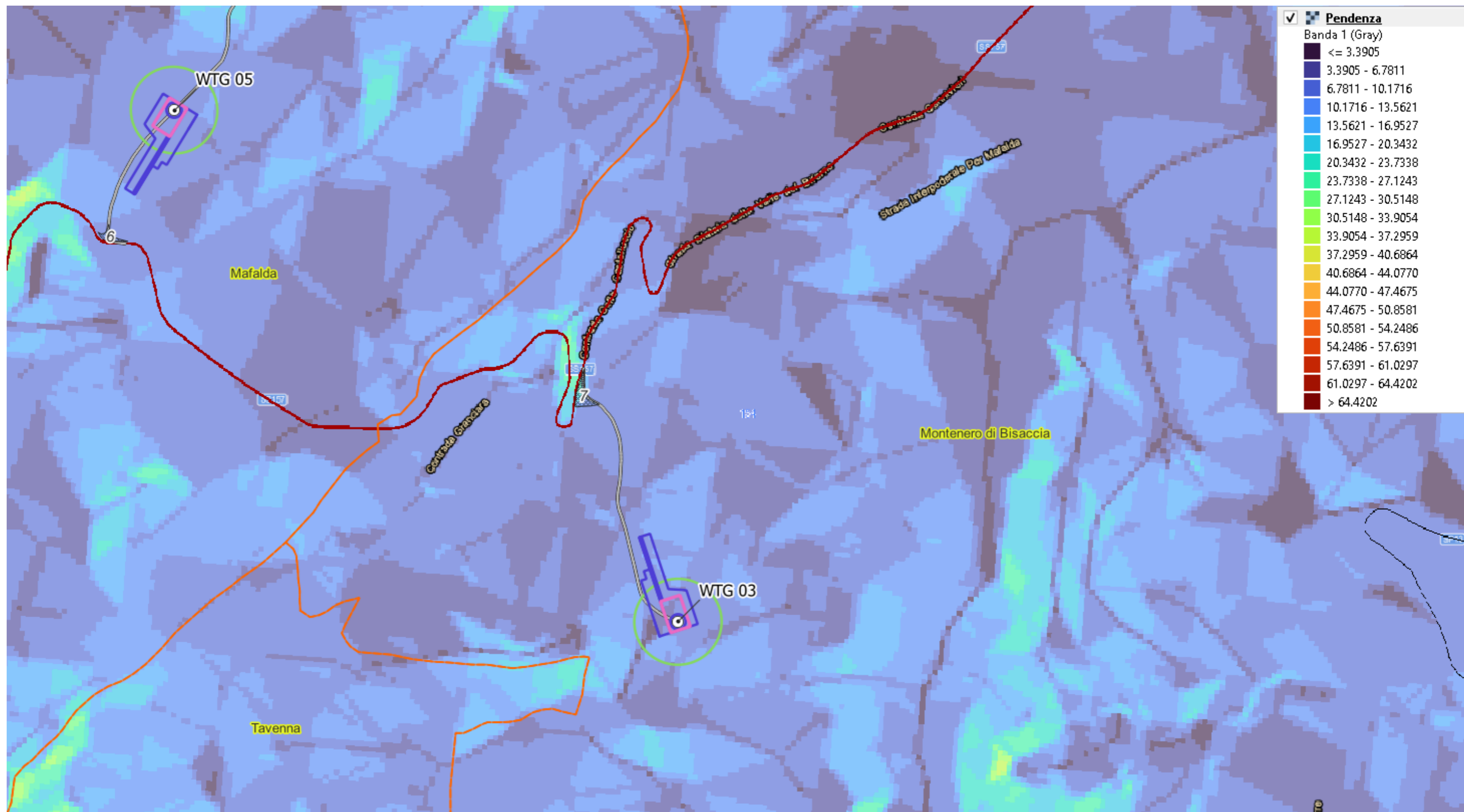
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 65 di 113

CARTA delle PENDENZE su base DTM 10m – SCALA 1:7'500 (rielaborazione ambiente gis) – Foglio 02



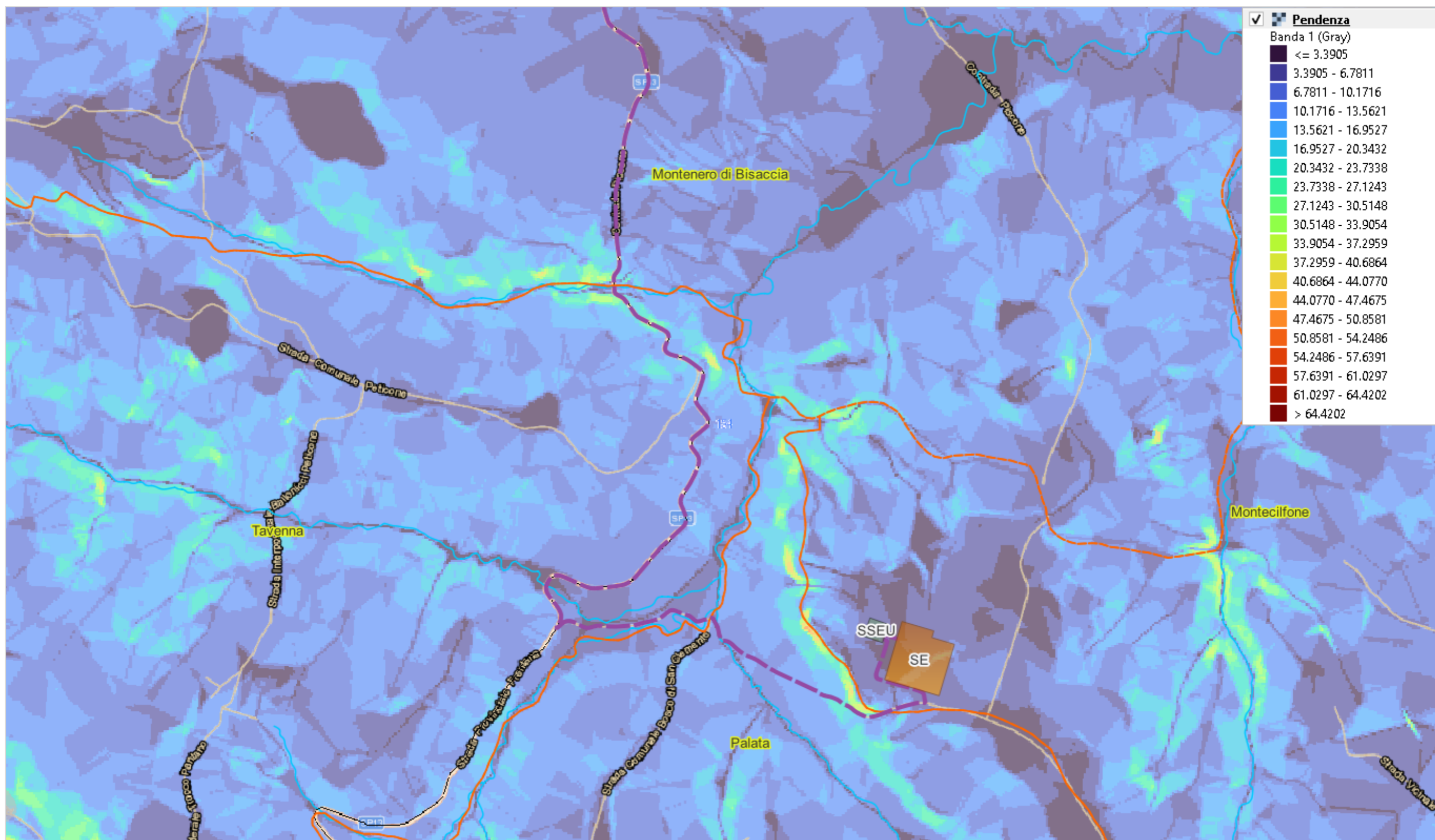
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	12/09/2023
		Revisione:	00
		Pagina:	66 di 113

CARTA delle PENDENZE su base DTM 10m – SCALA 1:7'500 (rielaborazione ambiente gis) – Foglio 03



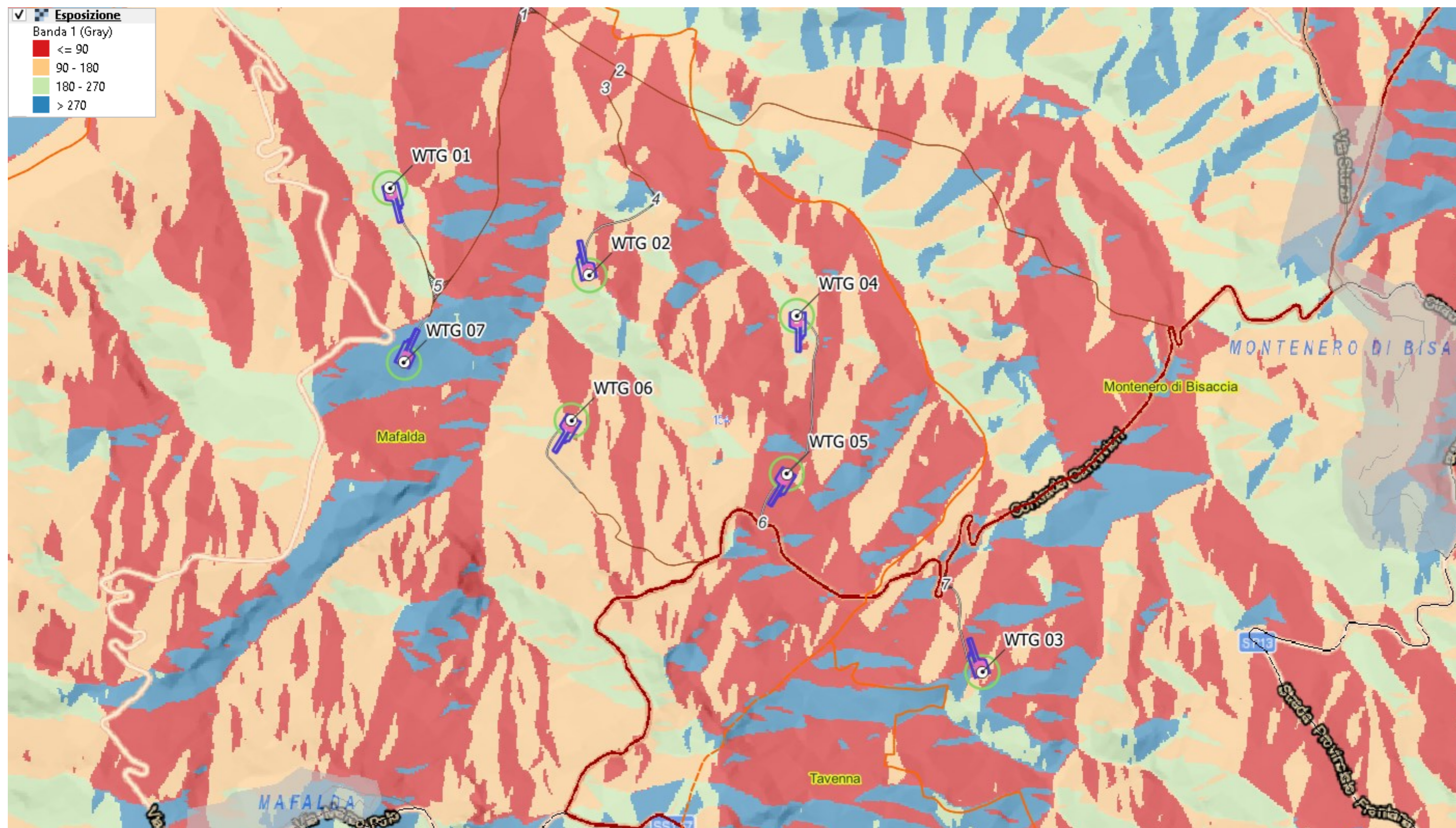
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	12/09/2023
		Revisione:	00
		Pagina:	67 di 113

CARTA delle PENDENZE su base DTM 10m – SCALA 1:15'000 (rielaborazione ambiente gis) – Foglio 04 – Area SSEU/SE Terna



Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data: 12/09/2023
		Revisione: 00
	Pagina: 68 di 113	

CARTA delle ESPOSIZIONI su base DTM 10m in gradi sessagesimali – SCALA 1:20'000 (rielaborazione ambiente gis) – Foglio complessivo WTG



Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico “Mafalda”	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	69 di 113

4.5 QUADRO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO

La variabilità litologica e morfologica influenza anche gli aspetti idrografici e idrogeologici.

L'idrografia della regione Molise è piuttosto scarsa e spesso tutti i corsi d'acqua hanno regime torrentizio con piene invernali e marcate magre estive. I fiumi principali sono il Volturno, il Trigno, il Biferno e il Fortore, ma soltanto il Biferno scorre interamente nel territorio Molisano. Nasce dalle falde del Matese e sfocia nel mare Adriatico presso Termoli con una foce a cuspide deltizia molto pronunciata.

Il fiume Trigno, corpo idrico principale per l'area in studio, segna il confine con la Regione Abruzzo, nasce dal Monte Capraro e raccoglie le acque di numerosi affluenti.

A sud il fiume Fortore, segna, invece, il confine con le regione Puglia, dà origine all'invaso di Occhito, che in parte è già in territorio pugliese.

La costituzione geopedologica regionale e numerosi altri fattori tra cui l'estrazione della ghiaia dall'alveo dei fiumi, il disboscamento delle sponde fluviali, l'occupazione per scopi agricoli delle aree golenali, hanno determinato una grave situazione di dissesto idrogeologico.

Il 30.5% del territorio regionale è classificato a pericolo di frana. Il fattore maggiormente responsabile dell'instabilità dei versanti è costituito dalla natura litologica dei terreni. Gli altri fattori con i quali vanno messe in relazione le frane sono l'evoluzione neotettonica, le condizioni climatiche, l'azione dell'acqua cadente e dilavante, la forte acclività della parte bassa di alcuni versanti, la sismicità, le continue modificazioni della rete drenante e delle pendenze d'asta, il disboscamento intenso.

In tutta la regione Molise si possono distinguere tre complessi idrogeologici principali:

- complessi calcarei: sono sede di notevoli acquiferi sotterranei e ad essi sono associate le sorgenti più importanti;
- complessi calcareo-marnosi: hanno una circolazione idrica limitata che produce effetti di interesse strettamente locale;
- complessi marnoso-argillosi: sono completamente impermeabili e, posti a contatto con il complessi calcarei, permettono la formazione di sorgenti e la nascita di fiumi.

I domini morfologico-idrogeologici delle aree pedeappenninica, collinare e di piana alluvionale della regione abruzzese-molisana in cui si inserisce l'intervento sono rispettivamente costituiti da:

- a) calcareniti, marne, argille, arenarie e gessi delle unità alloctone e di quelle torbiditiche ed evaporitiche mioceniche;
- b) marne argillose, arenarie, conglomerati e argille delle unità plio-pleistoceniche;
- c) sabbie, ghiaie ed argille continentali, delle alluvioni terrazzate delle pianure alluvionali.

Nei domini *a* e *b* si individuano sorgenti a regime perenne che testimoniano la presenza di acquiferi all'interno delle unità più permeabili, ricaricati essenzialmente dalle acque meteoriche (NANNI & VIVALDA, 1986). In questi acquiferi la presenza in affioramento e in profondità di sedimenti bituminosi ed evaporitici favorisce l'aumento della salinità delle acque sorgive (BONASERA, 1954; NANNI & VIVALDA, 1999; DESIDERIO et alii, 2001).

Le pianure alluvionali (dominio *c*) sono generalmente impostate su linee tettoniche trasversali che ne hanno fortemente condizionato l'evoluzione pleistocenica (NANNI & VIVALDA, 1987; BIGI et alii, 1997). Sono costituite da corpi lenticolari ghiaiosi, ghiaiososabbiosi e da lenti variamente estese di depositi fini limoso-sabbiosi e limoso-argillosi il cui spessore varia sensibilmente nelle diverse pianure. Esse sono sostenute in generale dall'aquicluda costituito da argille e marne della colata gravitativa. La facies idrochimica (DESIDERIO et alii, 1999, 2001b e 2003) delle acque sotterranee degli acquiferi delle pianure è generalmente bicarbonatocalcica.

L'alimentazione degli acquiferi è dovuta essenzialmente alle acque fluviali dei principali corsi d'acqua e la ricarica avviene soprattutto in corrispondenza dei paleoalvei. Un notevole apporto all'alimentazione degli acquiferi delle pianure è dato inoltre dalle acque dei subalvei degli affluenti maggiori, mentre un modesto contributo è dato dalle acque mineralizzate risalenti dalle successioni delle peliti plio-pleistoceniche e di quelle

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	70 di 113

della colata gravitativa lungo zone di frattura (NANNI, 1991; NANNI & ZUPPI, 1986; NANNI & VIVALDA, 1998; DESIDERIO et alii, 2001a).

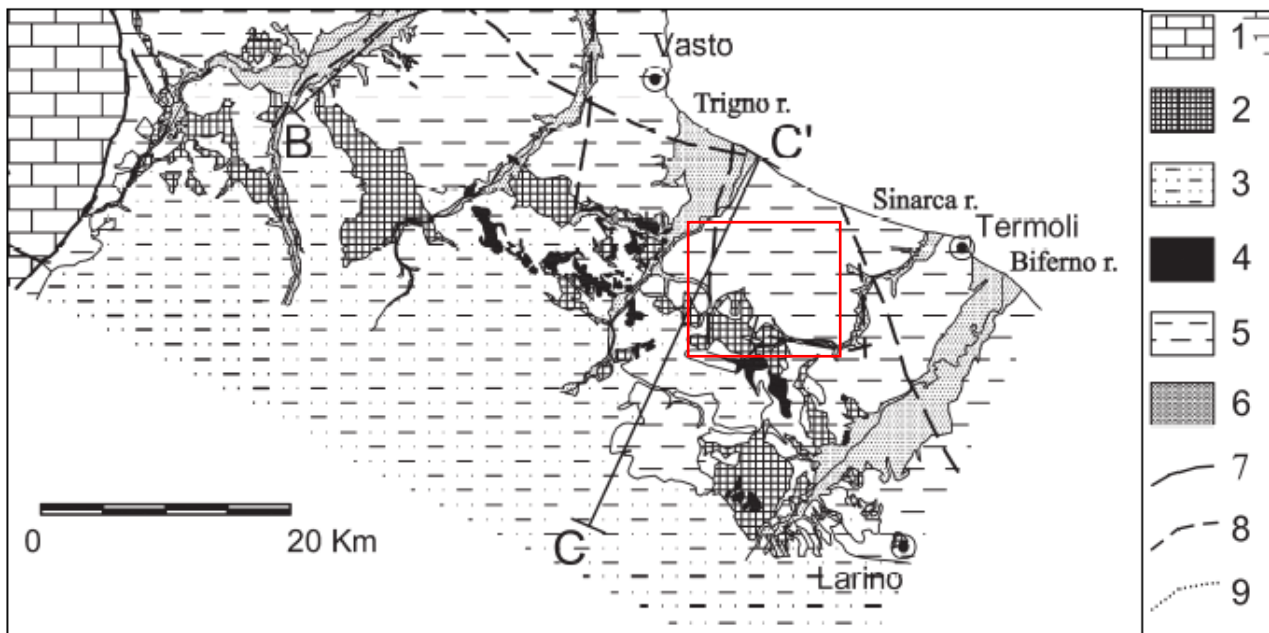


Figura 47 : Schema geolitologico della regione centro-adriatica: 1) Successione carbonatica (Triassico superiore-Miocene). 2) Argille Varicolori (Cretaceo superiore-Oligocene). 3) Depositi torbiditici (Formazione della Laga e coltre molisana, Miocene). 4) Depositi evaporitici (Miocene superiore). 5) Depositi pelitici dell'avanfossa abruzzese - molisana (Plio-Pleistocene). 6) Depositi alluvionali (Olocene). 7) Faglie e sovrascorrimenti nei depositi meso-cenozoici e miocenici. 8) Sovrascorrimento sepolto delle unità alloctone nell'avanfossa adriatica 9) Sovrascorrimento sepolto nel bacino abruzzese (da Desiderio G. et al., 2007).

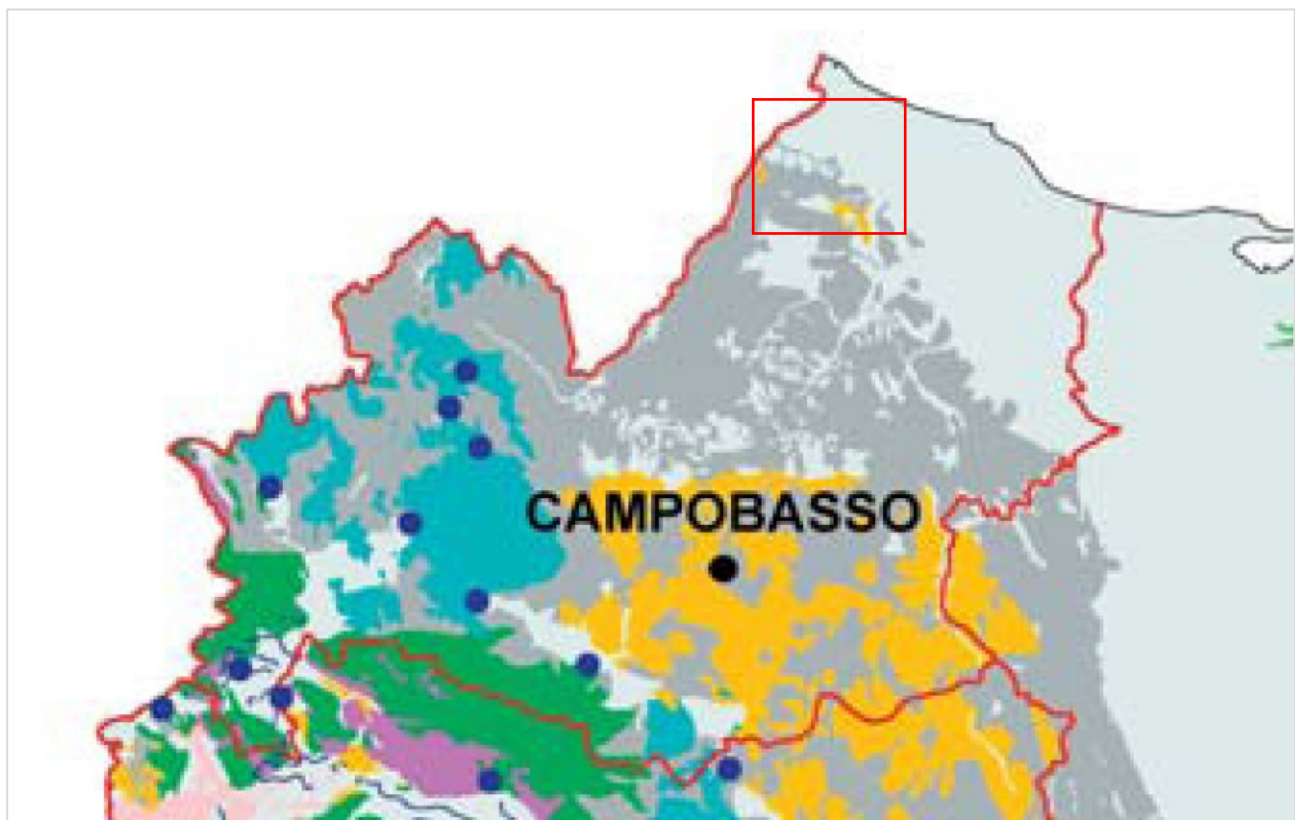
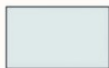





Figura 48 : Carta idrogeologica dell'Italia meridionale (ridisegnata da Allocca et al., 2007), rappresentante i principali gruppi di complessi idrogeologici (segue legenda)

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	71 di 113

LEGENDA

	Complessi idrogeologici alluvionale ed epiclastico continentale (Quaternario).
	Complessi idrogeologici terrigeni e molassici tardorogeni (Miocene sup. - Pliocene)
	Complessi idrogeologici di bacino pre e sinorogeni rogeni (Cretaceo - Miocene sup.)
	Complessi idrogeologici calcarei e calcareo-dolomitici dell'Avampaese (Piattaforma apula) (Trias - Paleocene)

4.5.1 COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Le formazioni geologiche affioranti nella macroarea possono essere raggruppate su base idrogeologica, in funzione della loro permeabilità. Si possono, quindi, elencare i seguenti complessi idrogeologici:

Complesso idrogeologico 1: Argille limose, argille ghiaioso-sabbiose con inclusi ghiaiosi eterometrici o con sabbie riferibili a depositi eluvio-colluviali e conoidi di ambiente di versante (CL) e limi argillosi riferibili a depositi di piana alluvionale, di terrazzo fluviale e a depositi eluvio-colluviali (ML); corpi di frana; riporto antropico.

Permeabilità medio-bassa ($K = 10^{-6} \div 10^{-8}$ m/s).

Complesso idrogeologico 2: Ghiaie argillose, miscele di ghiaia, sabbia e argilla riferibili a depositi di ambiente alluvionale (GC, GM), in particolare conoidi alluvionali e/o depositi di piana alluvionale. Ghiaie pulite con granulometria ben assortita e miscela di ghiaia e sabbia riferibili a depositi di piana alluvionale e, in particolare, al canale fluviale (GW). Depositi conglomeratici e sabbiosi appartenenti a depositi continentali alluvionali, generalmente di piana braided riconducibili alle sequenze deposizionali continentali (GR).

Perm. medio-alta ($K = 10^{-5} \div 10^{-3}$ m/s).

Complesso idrogeologico 3: Formazione delle Argille di Montesecco, costituita da argille e argille marnose di colore grigio-azzurro, con intercalazioni siltoso-sabbiose, Membro Argilloso della Formazione del Tona e Argille Varicolori (substrato geologico - COS).

Permeabilità bassa nei livelli argillosi ($K = 10^{-9}$ m/s). Possibile presenza di falde poco significative nei livelli sabbiosi.

Complesso idrogeologico 4: Arenarie giallastre che si presentano in banchi di alcuni metri di spessore, riferibili al membro sabbioso-arenaceo della Formazione del Tona (GRS); Gessi cristallini in facies selenitica, branching e laminati, con intercalati sottili livelli pelitici grigi di circa 30 cm di spessore, e calcari brecciati, riferibili alle Evaporiti messiniane (LPS).

Permeabilità per fratturazione.

Complesso idrogeologico 5: Alternanza di calcari, calcari marnosi e marne argillose, con intercalazioni arenacee e calciruditi torbiditiche, stratificati (ALS).

Possibile presenza di falde in pressione nei livelli permeabili.

Nello specifico le opere previste (WTC ed opere di connessione alla rete) interessano il Complesso idrogeologico 3 relativo al substrato pelitico – marnoso prevalente con intercalazioni siltoso-sabbiose. Argille di Montesecco, Membro Argilloso della Formazione del Tona ed Argille Varicolori.

Permeabilità bassa nei livelli argillosi ($K = 10^{-9}$ m/s). Possibile presenza di falde poco significative nei livelli sabbiosi.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	72 di 113

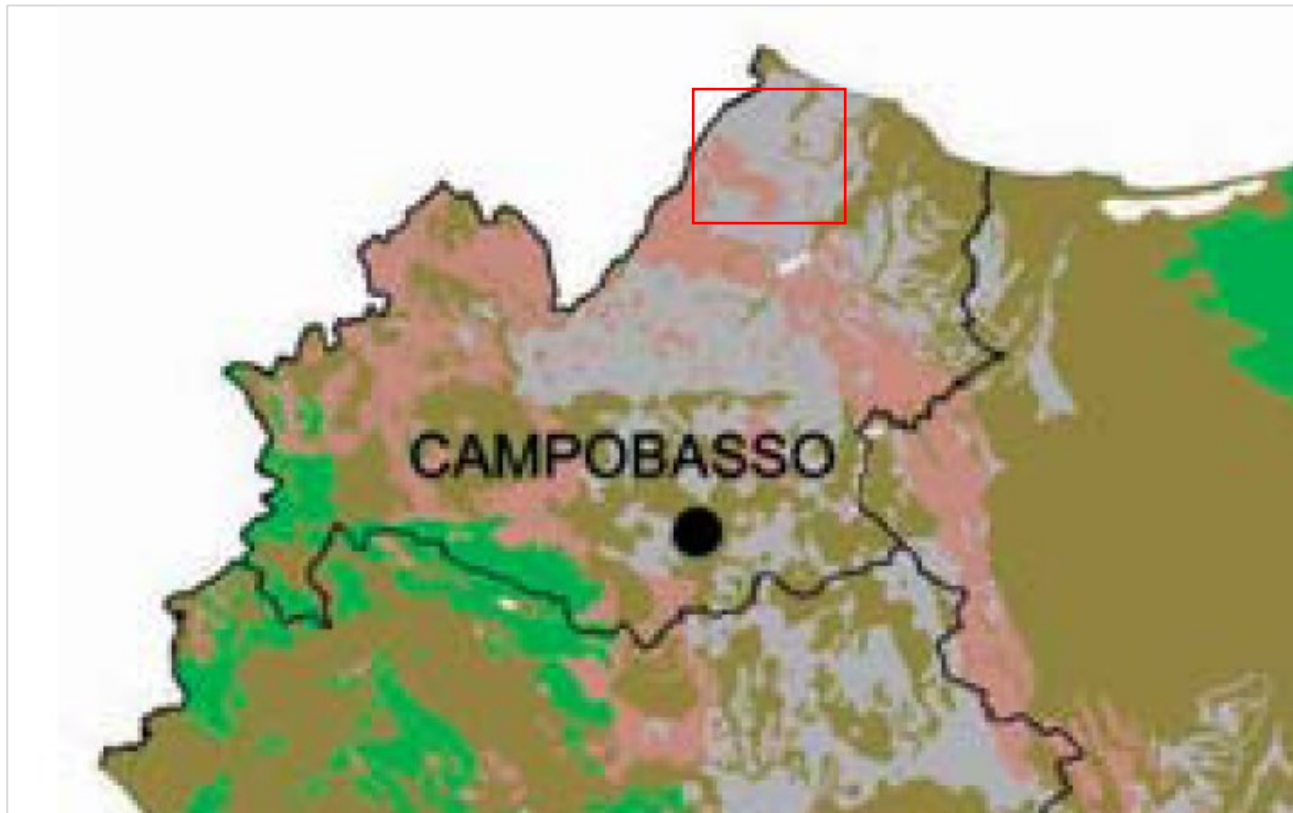


Figura 49 : Carta del Grado di Permeabilità delle Regioni Molise e Puglia (da De Vita, 2017) (segue legenda)

LEGENDA

	Elevato
	Medio
	Scarso
	Impermeabile

4.6 INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO

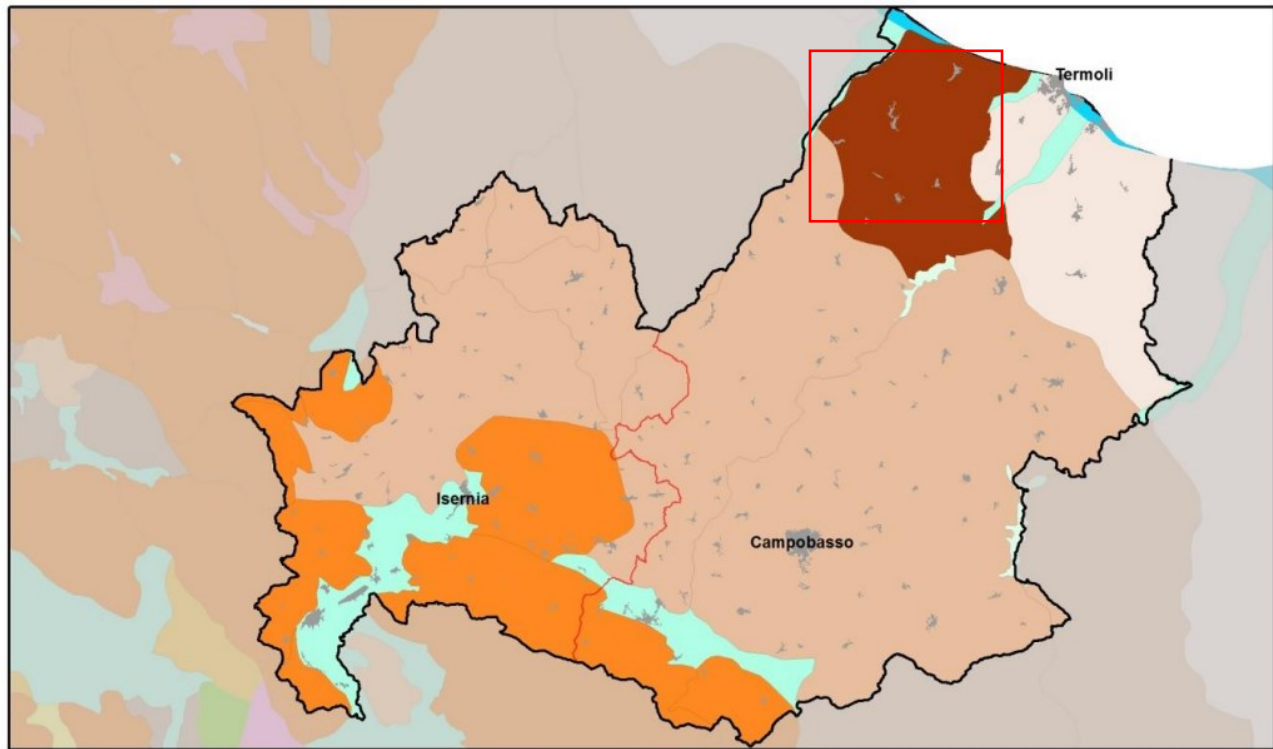
Per delineare le caratteristiche del territorio molisano prendiamo in esame i Tipi di paesaggio ricavati dalla "Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi Italiani" alla scala 1:250.000. (Amadei et al., 2003)

I tipi di paesaggio del Molise (Fig. 46) rappresentano una sintesi delle caratteristiche morfologiche, paesaggistiche, di copertura del suolo e di vegetazione presenti nel territorio oggetto di studio.

L'area di intervento rientra nell'Unità di Paesaggio delle "Colline Argillose".

La Carta delle Unità Fisiografiche di Paesaggio e il relativo database possono essere consultati al sito: (<http://www.isprambiente.gov.it/it/servizi-per-lambiente/sistema-carta-della-natura/carta-della-naturaalla-scala-1-250.000>).

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	73 di 113



Unità di Paesaggio del Molise

Pianura costiera	Rilievi terrigeni con penne e spine rocciose
Pianura di fondovalle	Montagne carbonatiche
Paesaggio collinare terrigeno con tavolati	Lago
Colline argillose	

Figura 50 : Unità Fisiografiche di Paesaggio della Regione Molise

Colline argillose

Questo tipo di paesaggio comprende rilievi collinari costituiti dai depositi ad elevata componente marnosa e argillosa, che presentano forme arrotondate, non eccessivamente accentuate e con versanti ad acclività generalmente bassa o media a seconda della litologia dominante e della giacitura degli strati. Il reticolo idrografico superficiale è ben sviluppato data la medio-bassa permeabilità dei litotipi affioranti. La copertura forestale risulta discreta e rappresentata principalmente da cerrete e querceti a roverella con qualche presenza di rimboschimenti di conifere. Sono presenti calanchi e frane soprattutto nei comuni di Palata, **Montecilfone** e Guardialfiera. Per quanto riguarda le aree agricole predominano colture di tipo estensivo, oliveti e vigneti. Oltre ai comuni appena citati, ricadono in questa unità di paesaggio i comuni di **Mafalda**, **Montenero di Bisaccia**, Petacciato, Tavenna, e parte del comune di San Felice del Molise.

4.6.1 Unità territoriali

Partendo dall'assetto geologico-strutturale e dei connessi caratteri fisiografici del territorio molisano e tenendo conto della distribuzione territoriale dei potenziali geositi, il territorio regionale è stato suddiviso in sette grandi aree, di riferimento sia per la caratterizzazione dei contesti territoriali in cui ricadono i singoli geositi sia per gli aspetti concernenti la valorizzazione degli stessi:

- Alto Molise
- Mainarde - M.ti di Venafro - Alto Volturno
- Montagnola di Frosolone
- Matese - Conca di Boiano - Sepino
- Molise Centrale
- Basso Molise

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	74 di 113

- Fascia costiera

Nello specifico l'area di intervento ricade nell'Unità del Basso Molise.

Basso Molise

L'area "Basso Molise" presenta un'estensione di circa 673 km² ed è delimitata dai comuni di Roccapivara, Guadalfiera, Bonefro, Collotorto, Rotello, Larino, Montecilfone e Mafalda.

L'area individua un'estesa fascia che comprende i settori medio-bassi delle valli del Trigno e del Biferno fino ai rilievi dei Monti Frentani. Il territorio è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare con quote variabili dai 240 m ai 480 m. I rilievi montuosi dell'area non superano i 1000 metri ad eccezione di M. Mauro (1042 m) nei pressi di Castelmauro. Infatti, le strutture presenti sono quelle dei Monti (810 m), a Castelmauro, di M. la Rocchetta (959 m), nel comprensorio di Montefalcone del Sannio e di C.le Foccardo (928 m), a Roccapivara.

Queste dorsali si sviluppano secondo un allineamento parallelo con direzione NO-SE e costituiscono versanti a prevalente controllo strutturale. I processi morfogenetici che li dominano sono rappresentati dall'erosione idrica concentrata e dai fenomeni di creep.

Tali dorsali, situate in sinistra idrografica del Biferno, si impostano sulle calcilutiti e calcari marnosi della Formazione di Tufillo (Tortoniano-Serravalliano).

L'area si presenta dalla struttura geologica complessa ed eterogenea, costituita per la maggior parte da termini flyschoidi riconducibili al Flysch di Agnone (Messiniano), affiorante al confine con l'area "Alto Molise", e alla Formazione di Faeto (Tortoniano-Serravalliano). Queste ultime sono intervallate dalla Successione di Palombaro, Casalanguida e Larino (Pliocene medio-Pliocene inf.) e dalle Argille Scagliose (Cretacico sup.-Miocene inf.) presenti nelle zone più collinari e di raccordo con l'area di fondovalle del Biferno.

In destra idrografica, invece, prevale interamente la Formazione di Faeto (Tortoniano-Serravalliano) costituita sia dal membro calcareo-marnoso rinvenibile in corrispondenza delle dorsali come quella de Il Monte (727 m), e sia dal membro argilloso-marnoso affiorante in corrispondenza delle morfologie più dolci.

Anche queste dorsali si sviluppano secondo un allineamento preferenziale con direzione NO-SE e costituiscono versanti a prevalente controllo strutturale. I processi morfogenetici che li dominano sono rappresentati dall'erosione idrica concentrata e dai fenomeni di creep.

La Formazione di Faeto è intervallata a tratti dalle calcareniti con intercalazioni di conglomerati e dalle argille marnose azzurre ascrivibili alla Successione di Palombaro, Casalanguida e Larino (Pliocene medio-Pliocene inf.) affiorante nel comune di Casacalenda e Larino.

L'intera area "Basso Molise" è interessata da processi fluvio-denudazionale associabili a fenomeni di instabilità, sia lenti che rapidi, come scorrimenti e scivolamenti, colamenti e fenomeni complessi, e da fenomeni di erosione superficiale spesso in stretta interazione con i processi di erosione idrica concentrata e lineare accelerata.

Anche l'area "Basso Molise" è caratterizzata dalla diffusa presenza di lembi di superfici fluvio-denudazionale che si rinvergono in posizione sommitale o lungo i versanti. Qui i processi morfogenetici dominanti sono legati all'azione delle acque incanalate e non, e alla forza di gravità che, visto le pendenze, gioca un ruolo piuttosto limitato, favorendo comunque lo sviluppo di fenomeni superficiali quali il creep e il soliflusso, nonché di limitati movimenti in massa superficiali e lenti. Le aree marginali, a contatto con i versanti di origine fluvio-denudazionale, risentono dei fenomeni che si esplicano in quest'ultima, fungendo da aree di richiamo che tendono ad evolvere verso condizioni di maggiore instabilità. Questi processi si rinvergono anche dove affiorano i depositi dell'avanfossa plio-pleistocenica a composizione argillosa e sabbioso-ghiaiosoconglomeratica, al limite con l'area "Fascia costiera". Qui i processi sono di origine fluvio-marina legati ad oscillazioni glacio-eustatico e tettoniche quaternarie del livello del mare.

Nelle zone di fondovalle dei corsi dei fiumi Trigno, Biferno e Fortore i processi dominanti sono riferibili all'azione di progressiva reincisione delle superfici terrazzate, all'erosione lineare verticale e laterale che localmente può favorire fenomeni franosi. Invece, lungo i tratti da intermedi a terminali dei corsi d'acqua si sviluppano processi legati all'azione fluviale, sia deposizionale che erosionale, che porta ad una continua riconfigurazione morfologica.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico “Mafalda”	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	75 di 113

5 CARATTERISTICHE SISMO-STRATIGRAFICHE

Il quadro geologico-sismico-stratigrafico e la relativa ricostruzione preliminare si basa sulle caratteristiche geologico-stratigrafiche rilevate correlate ed approfondite con i dati derivanti dalle indagini raccolte nei vari studi di MZS regionali e comunali nonché dalle prospezioni minerarie e pozzi di trivellazione disponibili nel database ISPRA.

In particolare sono stati raccolti e consultati i dati relativi ad indagini dei territori comunali di Montenero di Bisaccia (Area PIP in particolare) e Mafalda (Centro Storico e Zona PIP) che hanno fornito un quadro preliminare indicativo della configurazione lito-stratigrafica e geotecnica.

Il sottosuolo dell'area in studio è stato investigato con delle indagini reperite in sito e con prove geotecniche di laboratorio. Le prove in sito sono relative ad indagini penetrometriche dinamiche, mediante l'ausilio del penetrometro dinamico medio della Pagani munito di una massa battente di 30 kg, e sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni di terreno.

5.1 Sequenza stratigrafica locale

I sondaggi consultati hanno raggiunto la profondità di circa 12.0 m in S1 ed S2 all'interno della piana alluvionale relativa al F.sso di Canniviere e circa 10.0 m in S3, la stratigrafia emersa media può essere così riassunta:

- Sondaggi S1 e S2
 - terreno vegetale per una profondità di 0.5 m circa;
 - limo argilloso e/o sabbioso avana scuro fino alla profondità di 2.5-3.0 m circa;
 - ghiaie eterometriche in matrice inizialmente limosa avana e poi, oltre i -5.0 m sabbiosa limosa sempre avana; orizzonte presente fino alla quota di circa -7.0 m;
 - argilla limosa grigio verdastra consistente e livelletti sabbiosi fino a fondo foro.
 All'interno dei depositi ghiaiosi è presente una falda, ad una profondità di circa 6.0 m dal p.c..
- Sondaggio S3
 - materiale appartenente al rilevato per circa 0.5 m seguito da terreno vegetale fino a 1.3 m;
 - limo argilloso avana grigiastro fino alla profondità di 2.7 m circa;
 - argilla limosa grigia con livelletti sabbiosi, consistente.
- Prospezione penetrometrica

Le prove penetrometriche reperite sono state spinte fino al raggiungimento del rifiuto alla penetrazione, verificatosi a profondità variabili tra i 2.0 ed i 3.0 m dal p.c., solo una prova ha raggiunto i 5.0 m circa.

Essendo le prove effettuate all'interno della zona relativa prevalentemente a depositi alluvionali, il rifiuto alla penetrazione coincide con il tetto del materiale ghiaioso.

I risultati delle prove evidenziano lo spessore del terreno pedogenizzato seguito da un orizzonte con caratteristiche tecniche non alte, in cui si registra un valore di N_{spt} intorno a 3 colpi. Subito dopo le resistenze aumentano con valori di 13-15 colpi prima di raggiungere il materiale ghiaioso con il rifiuto.

Dai risultati delle prove, in base al comportamento reologico riconosciuto nei terreni indagati, è possibile ricavare i parametri geotecnici di angolo di attrito ϕ o la coesione non drenata C_u , rispettivamente per sedimenti a comportamento attritivo e coesivo.

Nella tabella seguente si riportano in forma sintetica i risultati:

<i>Valori di N_{spt}</i>	<i>Angolo di attrito ϕ</i>	<i>Coesione non drenata C_u</i>
3 colpi		0.3-0.35 kg/cmq
15 colpi	28-30°	

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	76 di 113

- Prove geotecniche di laboratorio

Durante l'esecuzione dei sondaggi S1 ed S2 (reperiti) sono stati prelevati dei campioni di terreno per poter condurre delle analisi sui materiali degli orizzonti incontrati. I prelievi sono stati realizzati alle profondità di:

<i>Sondaggio</i>	<i>Campione</i>	<i>Profondità dal p.c.</i>	<i>Orizzonte</i>
S1	C1	11.0	Argilla limosa grigia
S2	C1	10.0	Argilla limosa grigia

Successivamente su questi sono stati determinati i principali parametri fisico-meccanici, attraverso le seguenti analisi geotecniche di laboratorio:

- prove fisiche per la determinazione delle caratteristiche naturali del terreno, quali il peso di volume γ ;
- prova di taglio diretto in condizioni consolidate drenate, eseguite con la scatola di Casagrande, con determinazione dei parametri di angolo di attrito ϕ' e coesione c' ;
- prove di espansione laterale libera ELL per la determinazione della coesione non drenata C_u .

I risultati ottenuti vengono sintetizzati nella seguente tabella:

<i>PARAMETRI</i>		<i>S1C2</i>	<i>S2C1</i>
peso di volume (t/mc)	γ	2.13	2.03
angolo di attrito (gradi)	ϕ'	23	
coesione drenata (kg/cm ²)	c'	0.4	
coesione non drenata (kg/cm ²)	C_u	1.6	1.65

5.2 Analisi dei livelli litotecnici individuati

I dati emersi dalle indagini reperite e consultate evidenziano nella zona un sottosuolo formato da sedimenti alluvionali posti al di sopra di un substrato costituito da argille grigie.

Con le prove a disposizione abbiamo visto che i sedimenti alluvionali raggiungono una potenza di circa 7.0 m presentando una composizione costituita da sedimenti limosi argillosi e/o sabbiosi nella parte alta, fino ad una quota variabile tra i 2.5 ed i 4.0 m circa, seguiti in profondità da un orizzonte di ghiaie eterometriche. Oltre i -7.0 m si incontrano i sedimenti dell'unità argillosa pliocenica, con le loro tipiche tonalità grigiastre.

Meccanicamente la componente superiore delle alluvioni è caratterizzata da parametri non elevati, stimati con una C_u di 0.3 kg/cm², mentre il passaggio alle ghiaie è segnato da un deciso incremento delle resistenze, resistenze stimate in questo caso con l'angolo di attrito che assume valori di $\phi'=30^\circ$ quanto le ghiaie dominano la stratigrafia.

Infine, per le argille plioceniche, i parametri tecnici sono stati valutati con delle prove di laboratorio, prove che hanno caratterizzato questi sedimenti con una coesione drenata $c'=0.4$ kg/cm², un angolo di attrito $\phi'=23^\circ$ ed una coesione non drenata $C_u=1.6$ kg/cm².

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	77 di 113

E' possibile definire una sequenza media stratigrafica per l'area impianto (tutte le posizioni delle WTC) caratterizzata dall'Unità Pelitica delle Argille Grigio-Azzurre prevalenti (GBC) con locali intercalazioni e coperture eluvio-colluviali e detritiche e/o talvolta alluvionali. Sono altresì osservabili locali variazioni laterali dell'Unità di riferimento con litotipi sabbioso-conglomeratici come nel caso dell'area di destinazione della SSEU/SE in territorio comunale di Montecilfone.

- Relativamente all'area destinata alle opere di connessione e nel dettaglio alla SSEU e Stazione Terna, si ha una configurazione lito-stratigrafica afferente a Depositi limoso-argillosi e sabbioso-conglomeratici.
- I tratti relativi al cavidotto esterno all'impianto eolico che si svilupperà principalmente su viabilità esistente ed in esercizio, interesseranno parzialmente oltre alle precedenti unità descritte anche DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI - Depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuali.

6 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA e GEOTECNICA

Per la caratterizzazione geotecnica, in attesa dei dati reperiti provenienti dalla campagna geognostica in situ di dettaglio e puntuale, sono stati utilizzati i valori medi dei litotipi riscontrati riportati negli studi di MZS ed approfondimenti dei territori comunali interessati indicativi e rappresentativi anche per gli areali dove saranno ubicate le opere in progetto.

Le caratteristiche medie litotecniche dei terreni di copertura, dei depositi alluvionali e del substrato Pelitico-Marnoso delle Argille Grigio-Azzurre) sono dettagliati di seguito come valori medi attesi.

a) Depositi eluvio-colluviali superficiali limoso-argillosi prevalenti (ML-ec/ML-tf)

spessore: da 0,00 fino a 5,00m circa dal p.c. in corrispondenza delle WTC ed in corrispondenza della SSEU/Stazione Terna;

γ	=	peso di volume naturale	=	1,70-1,90	Kg/dm ³
ϕ'	=	angolo di attrito interno eff.	=	20,00-26,00	gradi
E	=	modulo di elasticità/modulo edometrico	=	50-60	Kg/cm ^q
Cu	=	coesione non drenata	=	0,3-1,2	kg/cm ^q
c'	=	coesione drenata	=	0,1-0,2	kg/cm ^q

b) Depositi alluvionali – detritici - conglomeratici (GM-tf/GM-fd)

spessore: da 0,00 fino a 5,00m circa dal p.c. in corrispondenza delle WTC ed in corrispondenza della SSEU/Stazione Terna al di sotto dell'unità a;

γ	=	peso di volume naturale	=	1,90-2,00	Kg/dm ³
ϕ'	=	angolo di attrito interno eff.	=	27,00-35,00	gradi
E	=	modulo di elasticità/modulo edometrico	=	350-450	Kg/cm ^q
Cu	=	coesione non drenata	>	0,3 – 0,5	kg/cm ^q

c) Formazione Pelitico-Marnosa delle Argille Grigio-Azzurre (COS o GBC) da alterata ad integra

*spessore: da 5,00-10,00m in poi (da 60-70 m a 350-450m)
caratteristiche fisico-meccaniche.*

γ	=	peso di volume naturale medio	=	2,10-2,30	Kg/dm ³
ϕ'	=	angolo di attrito interno eff. medio	=	22,00 – 26,00	gradi
E	=	modulo di elasticità / modulo edometrico	=	150-350	Kg/cm ^q
Cu	=	coesione non drenata	>	1,60 - 3,00	kg/cm ^q
c'	=	coesione drenata	=	0,2-0,4	kg/cm ^q

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	78 di 113

Parametri geotecnici		ELUVIO-COLLUVIALE	ALLUVIONALE-DETRITICO	SUBSTRATO	SUBSTRATO	SUBSTRATO		
		ML-ec / ML-tf	GM-tf / GM-fd	LPS	COS	ALS		
						<i>pelitico-arenaceo</i>	<i>arenaceo</i>	<i>arenaceo-pelitico</i>
γ	(g/cm ³)	1.7 ÷ 1.9	1.9 ÷ 2.0	2.3 ÷ 2.5	2.1 ÷ 2.3	1.9 ÷ 2.1	2.2 ÷ 2.3	1.9 ÷ 2.2
cu	Kg/cm ²)	0.3 ÷ 1.2	-	≥ 5.0	≥ 3.0	1.5 ÷ 5.0	-	-
c'	(Kg/cm ²)	0.1 ÷ 0.2	-	0.4 ÷ 0.6	0.2 ÷ 0.4	0.2 ÷ 0.3	0.1 ÷ 0.4	0.1 ÷ 0.3
φ'	(gradi)	20 ÷ 26	27° ÷ 35°	30° ÷ 45°	22° ÷ 29°	23° ÷ 29°	29° ÷ 38°	27° ÷ 33°
br	(Kg/cm ²)	-	-	800 ÷ 1100	700 ÷ 900	130 ÷ 460	500 ÷ 1000	100 ÷ 300

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	79 di 113

7 ANALISI SISMICA

7.1 SISMICITA'

A partire dal 2003 con l'emanazione dell'O.P.C.M. 20/03/2003 n. 3274 (Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica, G.U. 108 - 8 Maggio 2003) il territorio nazionale è stato oggetto di una nuova classificazione sismica che ha comportato la suddivisione in quattro differenti zone sismiche a pericolosità decrescente (Fig. 48):

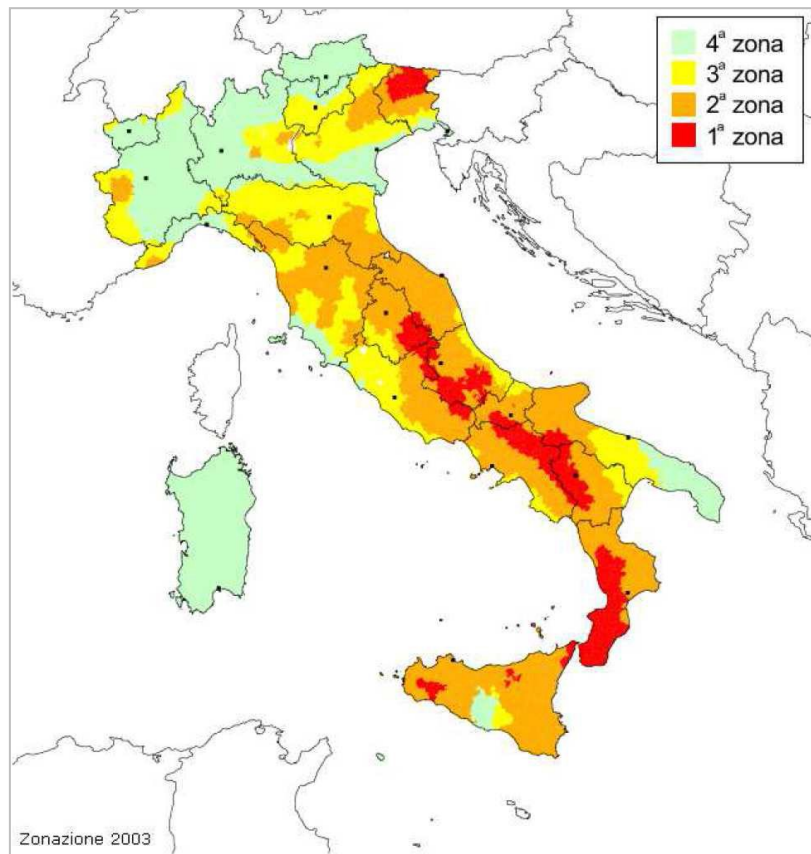


Figura 51 : Zone Sismiche

- Zona 1: è la più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti.
- Zona 2: possono verificarsi forti terremoti.
- Zona 3: possono verificarsi forti terremoti ma rari.
- Zona 4: è la meno pericolosa. Terremoti rari.

L'innovazione introdotta con l'O.P.C.M. 3274 consiste nell'aver esteso a tutto il territorio nazionale la classificazione sismica. Prima del 2003 il territorio classificato copriva solamente il 45% della superficie del territorio nazionale in cui risiedeva circa il 40% della popolazione. Con l'O.P.C.M. 3274 scompare quindi quella parte di territorio nazionale non classificata. A ciascuna zona è stato inoltre associato un valore di pericolosità espresso della accelerazione massima attesa su roccia pari a 0.35 g per la zona 1, 0.25 g per la zona 2, 0.15 g per la zona 3 e 0.05 g per la zona 4.

Un ulteriore contributo alla zonazione sismica nazionale si è avuto con l'introduzione della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (MPS04) elaborata da INGV (2004) e divenuta la mappa di riferimento con l'emanazione dell'O.P.C.M. 28 Aprile 2006 n. 3519 (Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse zone). Tale mappa (Fig. 49) definisce per le quattro zone sismiche individuate con l'O.P.C.M. 3274 i valori di riferimento della pericolosità sismica espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (Tab. di seguito allegata).

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	80 di 113

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

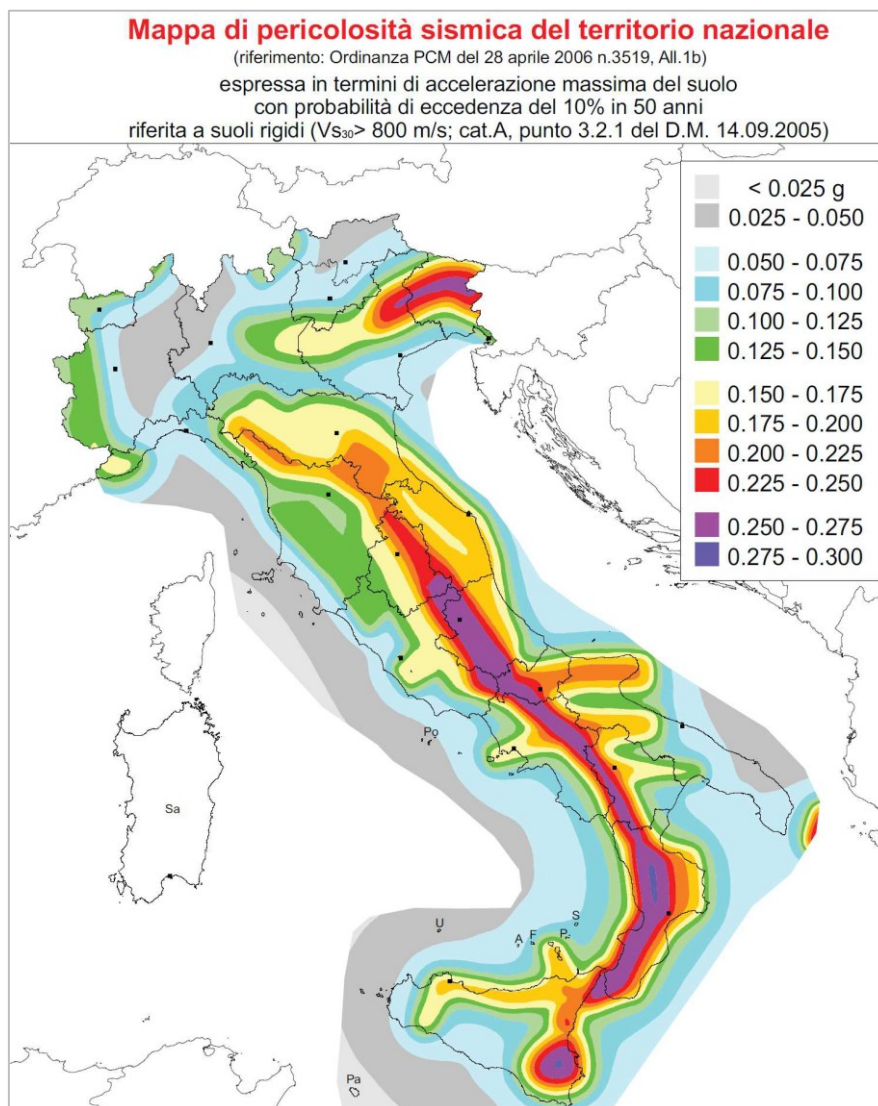


Figura 52 : *Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale*

Riguardo alla zonazione sismica regionale la mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (rif. Mappa INGV MPS04) individua per il territorio marchigiano valori di accelerazione principalmente compresi fra 0.225-0.250 g, con prevalenza di valori riferibili alla zona 2 di media sismicità (Fig. 50).

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	81 di 113

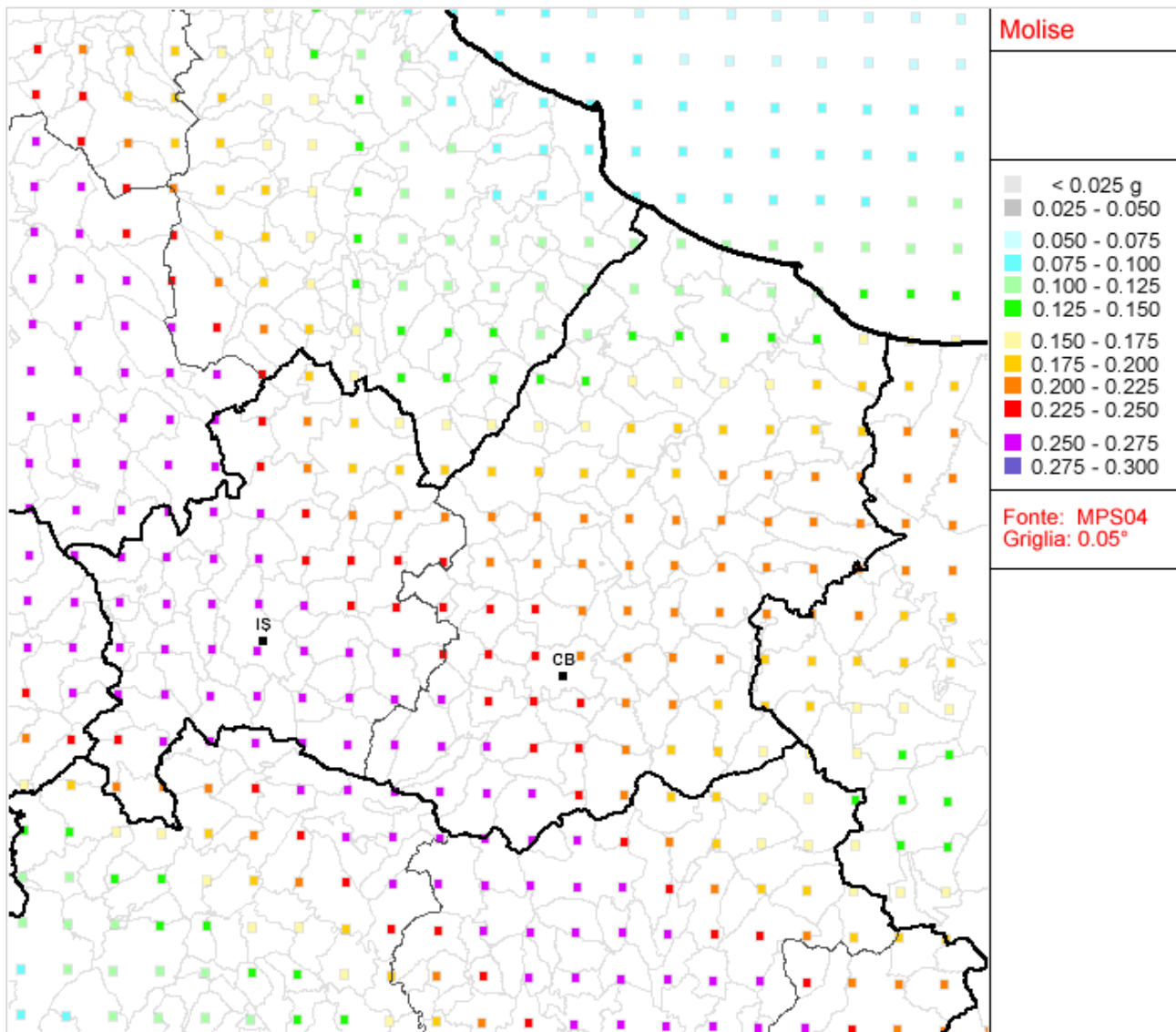


Figura 53 : Zonizzazione sismica regionale con a_g

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 – Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni ed il D.M. 17.01.2018 Aggiornamento delle NTC 2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Classificazione Sismica Regionale approvata con D.G.R. n. 1111 del 18 settembre 2012

L'ufficio geologico del Servizio Rischio idrogeologico, idraulico e sismico, difesa del suolo ha realizzato la Carta della Pericolosità Sismica di base regionale secondo l'O.P.C.M. n° 3519 del 2006.

La base dati dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) è stata elaborata mediante sistemi G.I.S. ed espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_g) con probabilità di eccedenza del 10 % in 50 anni. Nella carta tematica sono stati quindi riportati i valori di a_g puntuali con tempo di ritorno 475 anni, la classificazione sismica del territorio regionale vigente con i limiti comunali.

I Comuni molisani sono classificati in tre zone sismiche, sono anche presenti delle soglie di accelerazione massima al suolo.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	82 di 113

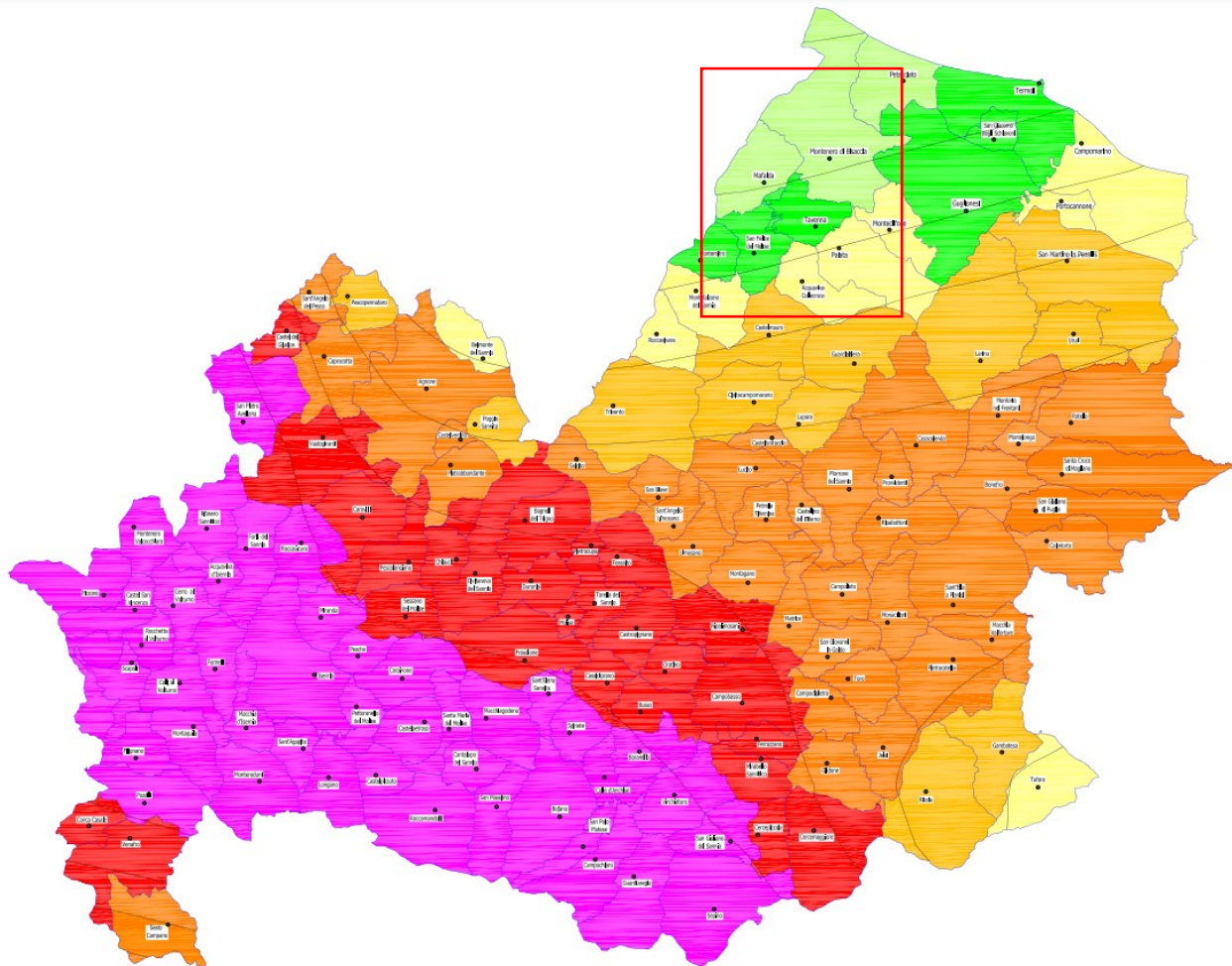









Figura 54 : *Classificazione sismica regionale Molise*

0.125		0.100 - 0.125	ZONA 3
0.150		0.125 - 0.150	
0.175		0.150 - 0.175	ZONA 2
0.200		0.175 - 0.200	
0.225		0.200 - 0.225	
0.250		0.225 - 0.250	
0.275		0.250 - 0.275	ZONA 1

Nello specifico i territori comunali di Mafalda e Montenero di Bisaccia sono classificati in Zona 3, mentre Montecilfone rientra in Zona 2.

Le ag attese risultano nel primo caso (Zona 3) nel range 0,100 e 0,125 mentre nel secondo caso (Zona 2) si hanno valori di ag nel range 0,150 e 0,175.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	83 di 113

7.2 SISMOTETTONICA

L'area regionale in esame è sede di una rilevante attività sismica con forti eventi caratterizzati da *Imcs* epicentrali anche maggiori di X grado MCS (CAMASSI & STUCCHI, 1997), anche se dal punto vista sismotettonico non vi sono dati che indichino la presenza di uno o più sistemi di faglie sismogenetiche, nello stretto ambito dell'area del foglio.

Dal punto di vista sismotettonico, l'area risulta limitrofa ad uno dei sistemi sismogenetici più importanti dell'Appennino centro-meridionale: il sistema della Piana di Boiano (CORRADO et al., 2000). Questo sistema è associato ad una serie di bacini intermontani (bacini di Isernia, Boiano, Sepino e Morcone) allineati in direzione NW-SE.

L'evoluzione di questi bacini, a partire almeno dal Pleistocene medio, è stata strettamente controllata dalla tettonica estensionale, responsabile di una struttura tettonica regionale a direzione appenninica ubicata tra Isernia e Morcone e caratterizzata, in superficie, da un insieme di segmenti di faglia in parte ereditati, con direzione E-W, e in parte di neoformazione, con direzione NW-SE (COLTORTI & CREMASCHI, 1981; RUSSO & TERRIBILE, 1995; DI BUCCI et al., 1999; GUERRIERI et al., 1999; CORRADO et al., 2000).

7.2.1 Eventi sismici principali

Il primo evento importante di cui si ha qualche notizia è quello del 1293; non sono disponibili molti dati, si conosce solo che l'entità del danno è stata massima a Boiano e Isernia.

L'evento del 1349 si presenta come una scossa complessa, in quanto mostra almeno due aree di massimo risentimento: l'area de L'Aquila e l'area di Cassino-Isernia (MOLIN, 1995). In particolare, nell'area isernina si sono raggiunte intensità del X grado (GUIDOBONI, 1989).

Il terremoto del 1456, anche questo noto per essere stato un terremoto complesso (MAGRI & MOLIN, 1983; MELETTI et al., 1988), ha avuto almeno tre aree di massimo risentimento in tutto l'Appennino centro-meridionale. L'ipotesi, sostenuta da entrambi gli studi citati, è che l'evento del 1456, con la sua lunghissima durata (5-6 minuti), sia stato composto da una serie di eventi, quasi contemporanei, associabili a strutture sismogenetiche diverse. Una delle tre aree di massimo risentimento si incentra, con direzione NW-SE, nella piana di Boiano. In particolare, l'area di risentimento di IX grado si estende con la stessa direzione appenninica da Morcone a Isernia, mentre le aree di risentimento di X grado sono in corrispondenza di Boiano, Macchiagodena e Isernia (MELETTI et al., 1988). Questo evento ha prodotto forti risentimenti con *Imcs* di IX grado nell'area di Limosano e Fossalto (MELETTI et al., 1988).

L'evento del 1805 ha un campo di danneggiamento macrosismico paragonabile per forma e estensione alla porzione centrale del campo macrosismico dell'evento del 1456 (MELETTI et al., 1988; ESPOSITO et al., 1987). In generale, il piano quotato segue la morfologia del bacino anche dove non sembrano rilevanti gli effetti di sito; questo suggerirebbe che l'area sorgente, in profondità, possa corrispondere, in grandi linee, al bacino di Boiano.

Il 6 giugno 1882 una scossa ha colpito invece le pendici settentrionali dei Monti del Matese. I massimi risentimenti sono testimoniati a Monteroduni (VIII grado) e Isernia (VII grado), mentre alcuni effetti sul terreno ("spaccature") si registrarono a Castelpizzuto (BOSCHI et al., 1995). Questo è l'unico evento di una certa importanza che ha come area epicentrale la piana di Isernia.

L'evento del 1913 ha intensità epicentrale del VII-VIII grado (MOLIN & ROSSI, 1993). Gli Autori osservano una buona sovrapposizione delle aree di danneggiamento di questo evento con quelle del 1293, del 1456 (parte centrale) e del 1805.

Due sequenze sismiche, decisamente più modeste rispetto a quelle dei terremoti sinora citati, hanno interessato recentemente (rispetto al 2002) l'area compresa tra Isernia e Morcone. La prima sequenza sismica, del gennaio 1986, con epicentro dell'evento principale nei pressi di Isernia (tra Miranda e Pesche), è caratterizzata da livelli di bassa energia ($M_d = 4,0$) e meccanismo di rottura su piani orientati Nord-Sud ed Est-Ovest con cinematica trascorrente (ALESSIO et al., 1990). Né gli aftershock, né altri dati geofisici e geologici hanno fornito ulteriori elementi per definire le caratteristiche geometriche del piano di rottura principale. La seconda sequenza, del marzo 1997, ha come epicentro l'area di M. Moschiatturo (SE del Matese). La localizzazione degli eventi mostra un allineamento in direzione circa Nord-Sud e il meccanismo focale

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	84 di 113

presenta una soluzione con un piano nodale orientato Nord-Sud e pendenza di 90°, con la parte occidentale ribassata (CHIARABBA et al., 1997).

In definitiva, i grandi eventi sembrano localizzati geograficamente solo a NE del Matese (eventi del 1456 e del 1805) e le aree di massimo danneggiamento (a parte qualche località interessata da effetti di sito) sembrano ben correlate a strutture tettoniche che bordano la piana di Boiano.

7.3 ANALISI DEL TERRENO e CATEGORIA di SUOLO

L'assetto geologico regionale può essere schematizzato in 10 complessi geolitologici, rappresentati in Figura 52. In Tabella 1 si riportano, invece, le rispettive età ed il numero di prove di caratterizzazione (downhole - DH) disponibili. Il database di prove DH deriva principalmente dallo studio di microzonazione sismica (90% dati), già adottato da Fabbrocino et al. (2011) e successivamente implementato per un totale di 294 prove.

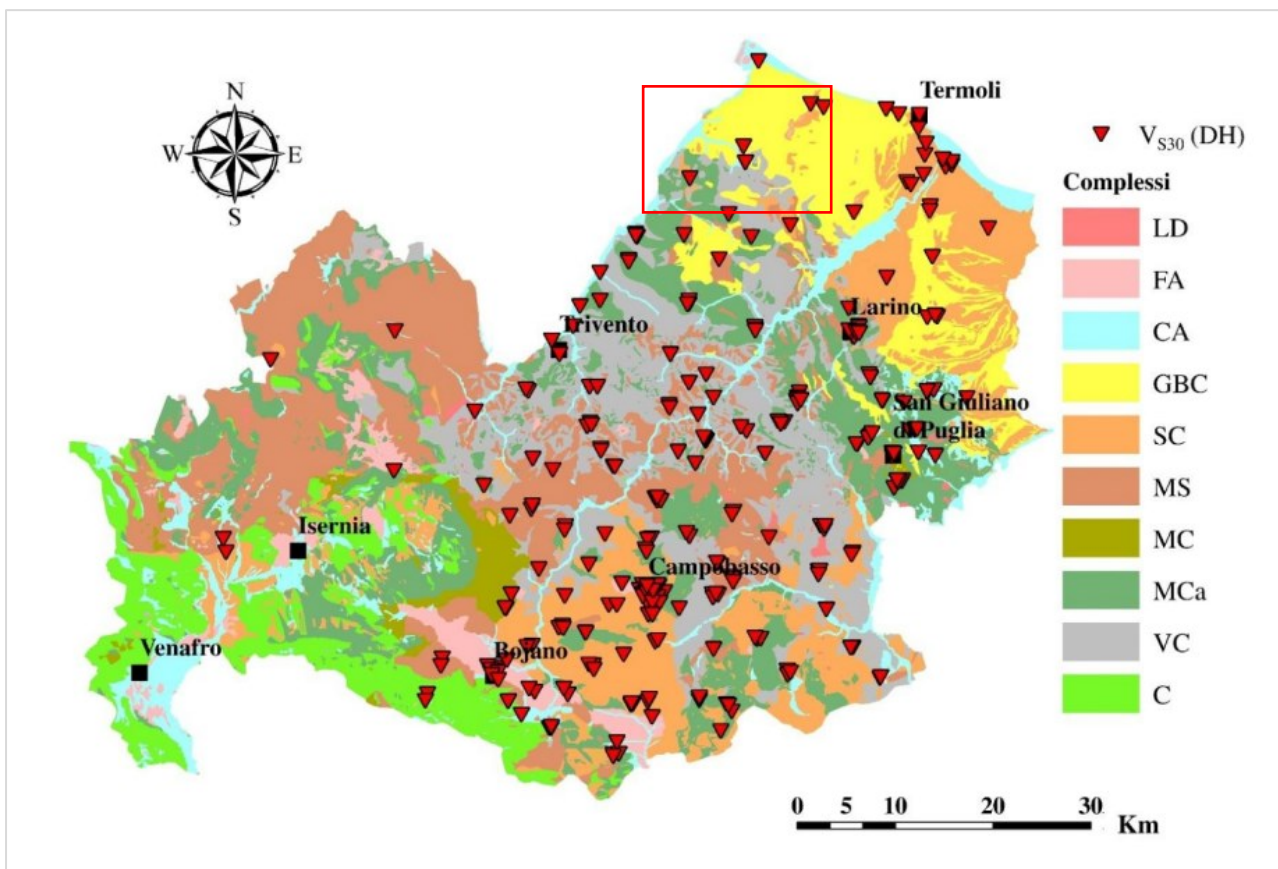


Figura 55 : Carta Geolitologica con ubicazione delle prove DH

Sigla	Descrizione	Età	N° di prove DH
SD	Complesso delle Coltri Rimaneggiate	Olocene	-
FA	Complesso Alluvionale Fine	Olocene	18
CA	Complesso Alluvionale Grossolano	Olocene	15
GBC	Complesso delle Argille Grigio Azzurre	Plio-Pleistocene	8
SC	Complesso Arenaceo Conglomeratico	Langhiano Pleistocene	62
MS	Complesso Marnoso Arenaceo	Langhiano Tortoniano	52
MC	Complesso Marnoso Argilloso	Tortoniano	4
MCa	Complesso Marnoso Calcareo	Langhiano Tortoniano	103
VC	Complesso delle Argille Variegate	Oligocene - Miocene	31
C	Complesso Carbonatico	Cretaceo Miocene	1
	Totale		294

Tab 1. Complessi Geolitologici affioranti nella Regione Molise

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	85 di 113

7.3.1.1 Il metodo di Allen & Wald (2007)

Il metodo adottato dall'USGS si basa su un database di 1629 misure di VS30, principalmente provenienti da prove in sito condotte in California. Tale metodologia è stata implementata a scala globale adottando un DEM con celle di circa 1 km x 1 km.

I risultati sono accessibili al sito <http://earthquake.usgs.gov/hazards/apps/vs30/>.

I valori delle pendenze assegnate per le diverse classi di sottosuolo sono state distinte, in funzione dell'assetto tettonico, in aree sismicamente attive o stabili. Per la Regione Molise, come gran parte del territorio italiano, è necessario far riferimento alle aree attive.

I valori della VS30 predetta da USGS sono stati confrontati con i dati sperimentali e raggruppati in funzione delle caratteristiche intrinseche dei complessi Geolitologici (Figura 53).

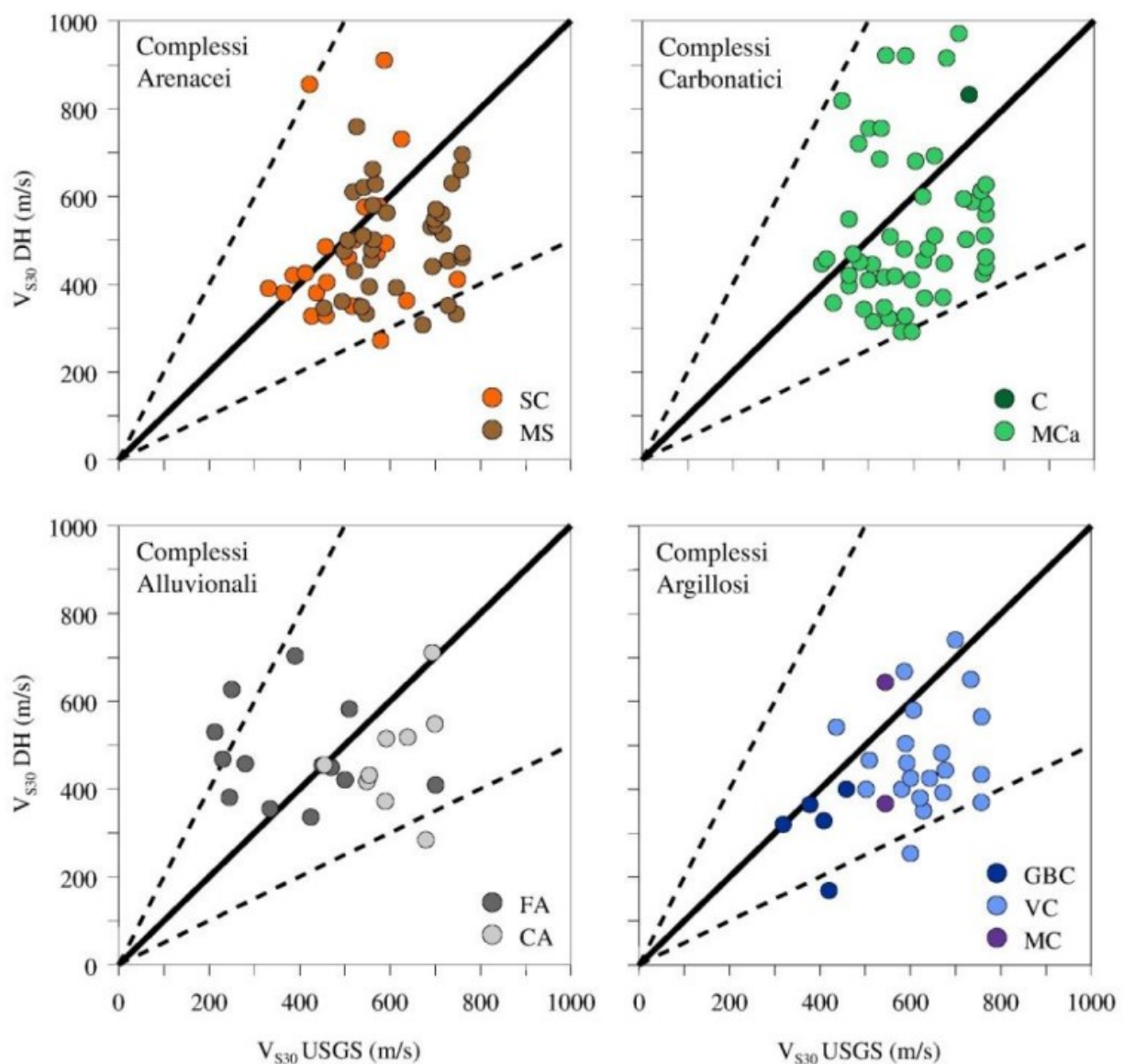


Figura 56 : Confronti tra il VS30 stimato da USGS e dati sperimentali, per i diversi complessi geolitologici

Tale comparazione evidenzia che i valori forniti dall'USGS sono mediamente sovrastimati rispetto ai valori misurati, fatta eccezione del Complesso Alluvionale Fine (FA) per il quale sono leggermente sottostimati. Peculiare è il comportamento dei complessi arenacei e carbonatici, caratterizzati da una forte dispersione. Per i complessi argillosi è interessante notare come le Argille Variegate (VC), essendo maggiormente

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	86 di 113

sovracconsolidate, presentino valori più alti delle velocità delle onde di taglio rispetto alle Argille Grigio - Azzurre (GBC).

Per validare questi risultati è stato riprodotto, in Figura 54, un istogramma di errore, rappresentativo del logaritmo del rapporto tra VS30 misurate e stimate con USGS. Una medesima analisi è riportata in Allen & Wald (2007) con riferimento a diverse nazioni e in Lemoine et al. (2012) con riferimento alla sola Europa.

In Tabella 2 i risultati del presente studio sono confrontati con quelli presenti in letteratura. In particolare sono indicati il numero di prove (N), l'errore medio (β) e la varianza (σ). Dal confronto si evince che il nostro caso studio presenta un errore medio più elevato in valore assoluto, ma una varianza più bassa.

Lavori di riferimento	β	σ	N
California (Allen & Wald, 2007)	-0.02	0.15	767
Italia (Allen & Wald, 2007)	0.00	0.19	43
Europa Centrale (Lemoine et al. 2012)	-0.02	0.22	702
Regione Molise (Questo studio)	-0.07	0.14	296

Tab 2. Principali indici statistici dell'errore compiuto per la stima della VS30 dalla pendenza

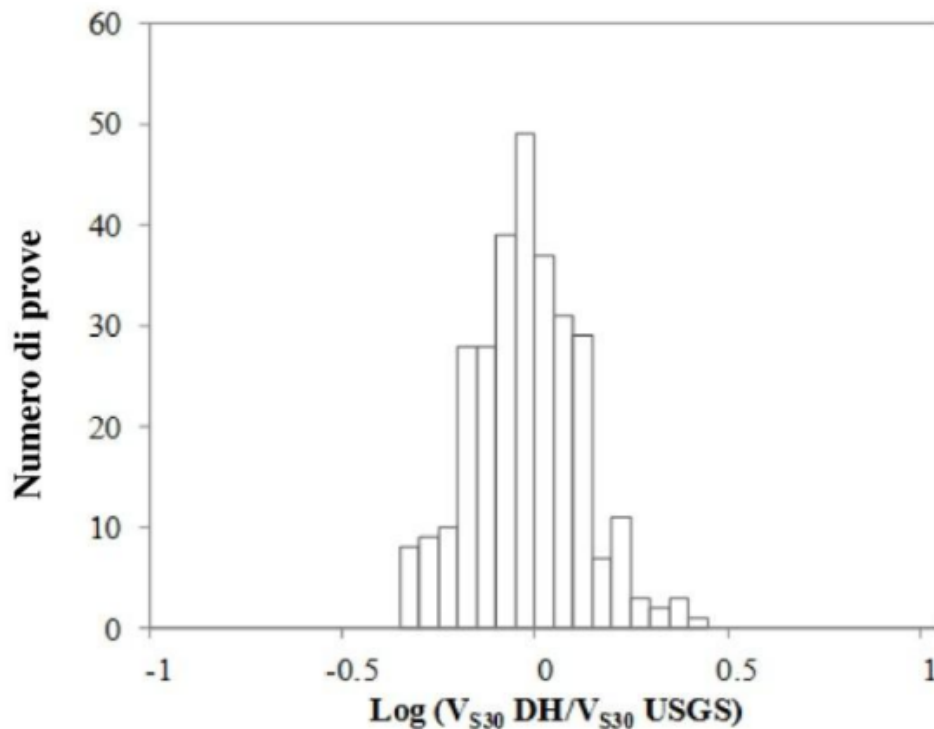


Figura 57 : Istogramma del logaritmo del rapporto tra VS30 misurato (DH) e VS30 predetto (USGS)

Una volta analizzato il VS30, si è poi passati ad un confronto sulle categorie di sottosuolo (Tabella 3). In particolare è stato adottato l'approccio proposto nel lavoro di Lemoine et al. (2012), che presenta una matrice di correlazione atta ad individuare le percentuali di categorie ben e mal classificate.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	12/09/2023
		Revisione:	00
		Pagina:	87 di 113

Metodo USGS (Wald & Allen, 2007)

	(%)	A	B	C	D
Valori misurati da DH	A	0	4.4	0	0
	B	0	76	1.3	0
	C	0	15.5	2.3	0
	D	0	0.3	0	0

Tab 3. Matrice di correlazione tra i valori misurati (DH) e predetti (USGS), in funzione della classe di sottosuolo

Il 76% dei casi sono adeguatamente stimati dal metodo dell'USGS e attribuiti alla categoria B. Nel 15.5% dei casi, la categoria C è erroneamente attribuita a B, sottostimando l'amplificazione di sito. Le categorie A e D non sono presenti. Per meglio discriminare le categorie di sottosuolo si è adottato un approccio basato sulle proprietà intrinseche dei complessi geolitologici riconosciuti, qui di seguito descritti.

7.3.1.2 Caratterizzazione geologica

I dati sperimentali di VS30 sono stati raggruppati secondo i Complessi Geolitologici caratterizzati in Figura 1 e Tabella 1. La distribuzione dei valori della VS30 è stata illustrata in Figura 55 tramite un boxplot, individuando il primo, il secondo (mediana) ed il terzo quartile.

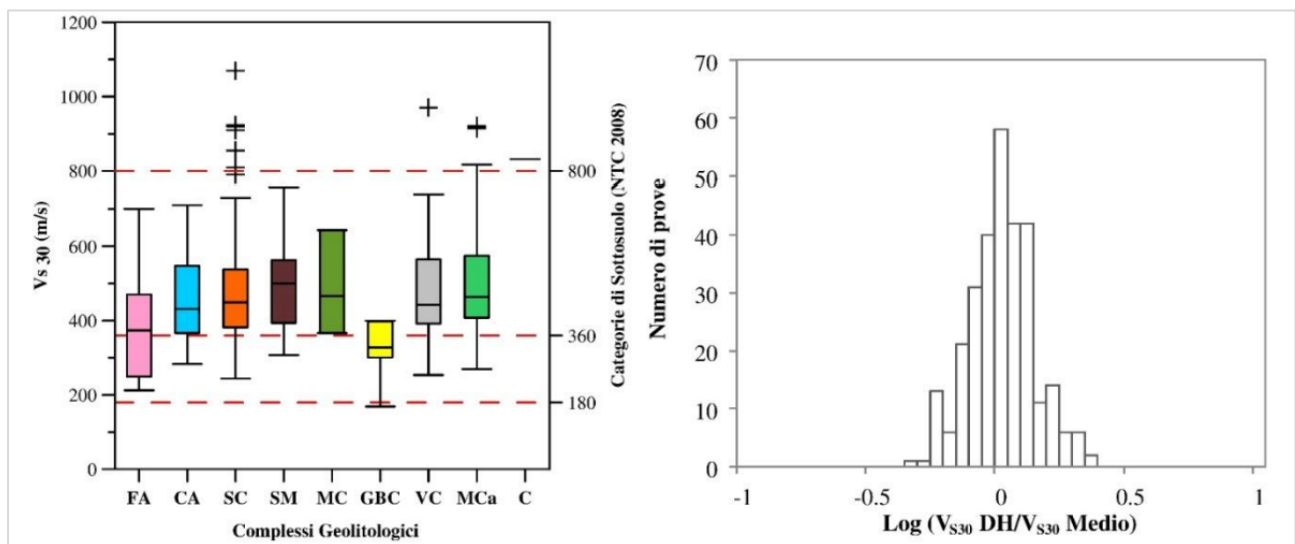


Figura 58 : a) Boxplot dei valori sperimentali di VS30 per i diversi complessi geolitologici. b) Istogramma del logaritmo del rapporto tra VS30 misurato (DH) e VS30 medio dei complessi geolitologici riportati in Tab. 1

La maggior parte dei valori mediani rientra in categoria B, tranne per GBC, che rientra in categoria C. I valori estremi delle distribuzioni sono spesso molto diversi (SC e MCA) e possono variare dalla categoria A fino a quella C. In altri casi il campione è esiguo (GBC e MC). L'istogramma di errore mostrato in Figura 54 è riproposto in Figura 55 adottando il valore medio della VS30 al posto del valore stimato dall'USGS. In questo caso, l'errore medio (β) è -0.014 e la deviazione standard (σ) 0.12. Come ci si può aspettare tali parametri sono molto più bassi, rispetto ai valori mostrati in Tabella 2. Ai fini dell'adeguata assegnazione della categoria di sottosuolo, in Tabella 4 sono sintetizzati i principali indici statistici. Per ogni Complesso sono stati evidenziati il numero di dati (N), il valore medio della VS30 (μ), la deviazione standard (σ) ed il primo quartile della distribuzione (Q1). Secondo quanto riportato in Figura 55, gran parte dei dati ricadono in classe B. Tuttavia, per operare a vantaggio della sicurezza, l'assegnazione della categoria di sottosuolo è stata basata sul valore del primo quartile. Al Complesso Carbonatico è stata attribuita la classe A, poiché esso è interamente costituito da roccia e rappresenta il bedrock sismico della Regione. Invece, al Complesso delle Coltri Rimaneggiate, per il quale non esistono dati derivabili da prove Down-Hole, è stata assegnata, sempre in via cautelativa, la categoria D.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	88 di 113

Sigla	N° Prove	μ (m/s)	σ (m/s)	Q_1 (m/s)	Categoria di sottosuolo
SD	-	-	-		D
FA	18	385	130	272.5	C
CA	15	442.5	124	367	B
GBC	8	325.8	79	310	C
SC	62	498.2	191	384	B
MS	52	492.6	113	394	B
MC	4	485.5	115	433	B
MCa	103	502.5	144	409	B
VC	31	482	152	392	B
C	1	-	-		A

Tab.4 Principali indici statistici valutati per i complessi geolitologici

In relazione alle indagini geognostiche reperite e consultate, allo studio riportato per l'area regionale molisana, correlandoli con le analisi geologiche-sismiche della Regione Molise (MZS) possono essere espresse le seguenti considerazioni:

- ✓ le posizioni delle WTC interessano una sequenza stratigrafica e litotecnica relativa prevalentemente alle GBC (Complesso delle Argille Grigio Azzurre) subaffioranti con un $Fa=1,0$ e valori di V_{seq} inferiori a 360 m/s da cui si può dedurre una Categoria di suolo C [Suolo Cat. C: Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili di diverse decine di metri fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi fra 180 m/s e 360 m/s].
- ✓ le opere di connessione (SSEU- Stazione Terna) interessano una sequenza stratigrafica e litotecnica relativa parzialmente a depositi arenaceo-conglomeratici SC con passaggi laterali a gessi con un V_{seq} nel caso specifico prossimo ai 400 m/s da cui si può dedurre una Categoria di suolo B [Suolo Cat. 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].

7.4 STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Il primo passo consiste nella determinazione di a_g (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido).

L'area sulla quale verranno ubicate le WTC nel caso di configurazione topografica e morfologica, è afferente ad una morfologia di cresta con fianchi a pendenza complessiva sempre inferiore ai 15° , conformemente con la Tab. 3.2.IV di seguito riportata, la **categoria topografica** assegnabile al sito in esame è quindi la **T1**.

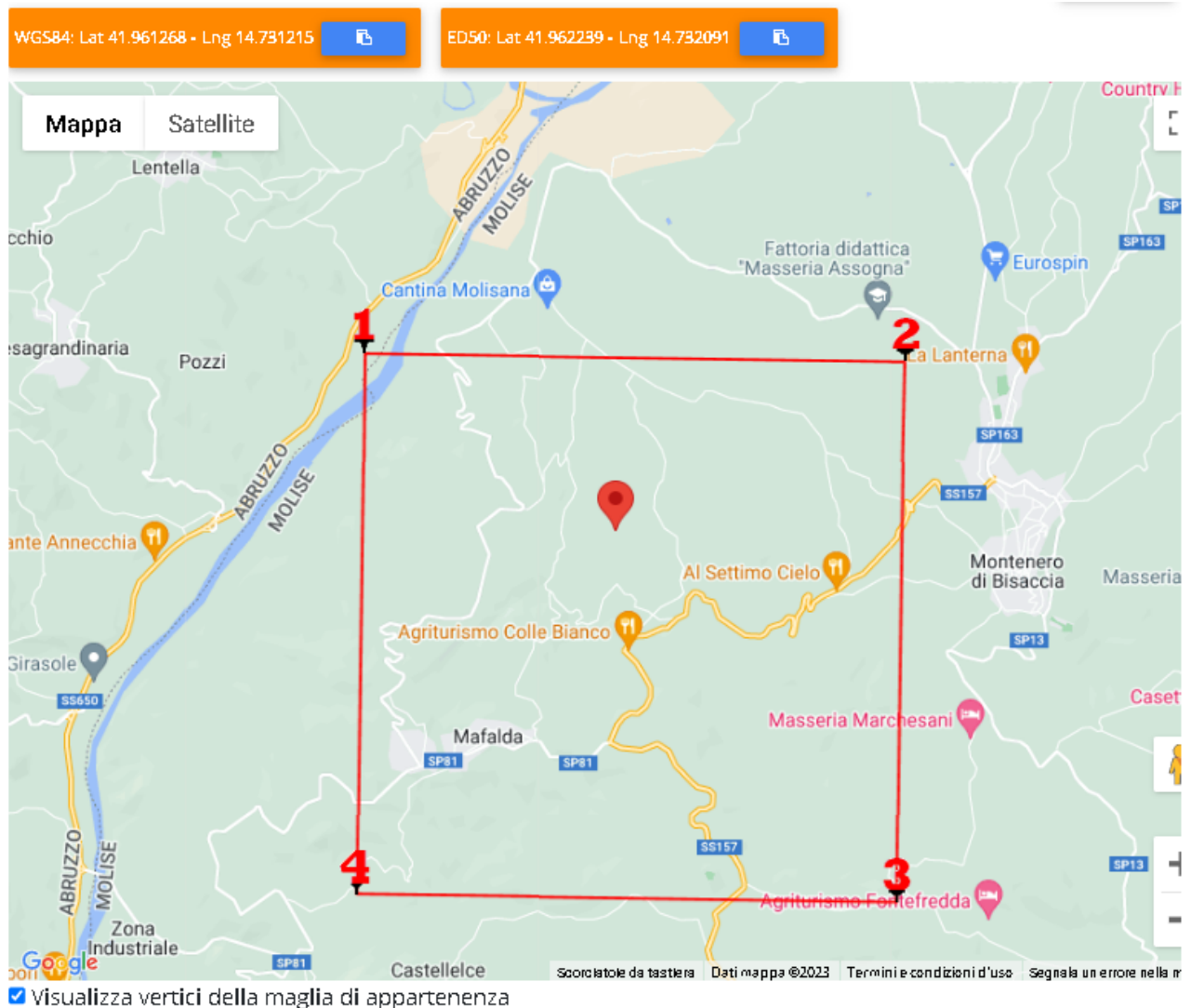
Per l'area di destinazione delle opere di rete (SSEU e Stazione Terna) la morfologia risulta subpianeggiante ed a bassa energia di rilievo, pertanto la categoria topografica risulta essere **T1**.

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

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	89 di 113

Per tale determinazione, dopo aver individuato le coordinate geografiche decimali dell'opera da verificare, lo scrivente, per mezzo del software Geostru-PS della GEOSTRU, ha effettuato una stima della pericolosità sismica caratterizzata dai seguenti parametri sismici.

WTG



Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Sito in esame.

latitudine: 41,962239
longitudine: 14,732091
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 28101	Lat: 41,9787	Lon: 14,7009	Distanza: 3159,647
Sito 2	ID: 28102	Lat: 41,9779	Lon: 14,7682	Distanza: 3456,287
Sito 3	ID: 28324	Lat: 41,9279	Lon: 14,7672	Distanza: 4790,939
Sito 4	ID: 28323	Lat: 41,9287	Lon: 14,7000	Distanza: 4582,484

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	90 di 113

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,042 g

Fo: 2,471

Tc*: 0,295 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,052 g

Fo: 2,503

Tc*: 0,334 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,118 g

Fo: 2,605

Tc*: 0,423 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,147 g

Fo: 2,656

Tc*: 0,443 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:

Ss: 1,500

Cc: 1,570

St: 1,000

Kh: 0,000

Kv: 0,000

Amax: 0,616

Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,500

Cc: 1,510

St: 1,000

Kh: 0,037

Kv: 0,018

Amax: 0,762

Beta: 0,470

SLV:

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	91 di 113

Ss: 1,500
 Cc: 1,390
 St: 1,000
 Kh: 0,067
 Kv: 0,034
 Amax: 1,737
 Beta: 0,380


SLC:


Ss: 1,470
 Cc: 1,370
 St: 1,000
 Kh: 0,000
 Kv: 0,000
 Amax: 2,118
 Beta: 0,000


Le coordinate espresse in questo file sono in ED50 Geostru

Coordinate WGS84
 latitudine: 41.961268
 longitudine: 14.731215

Stati limite

 Classe Edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...


 Vita Nominale: 50

 Interpolazione: Media ponderata

CU = 1


Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.471	0.295
Danno (SLD)	50	0.052	2.503	0.334
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.118	2.605	0.423
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.147	2.656	0.443
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			


Coefficienti sismici

 Tipo: Muri di sostegno NTC 2018

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)
 1 0,1

 Cat. Sottosuolo: C

 Cat. Topografica: T1

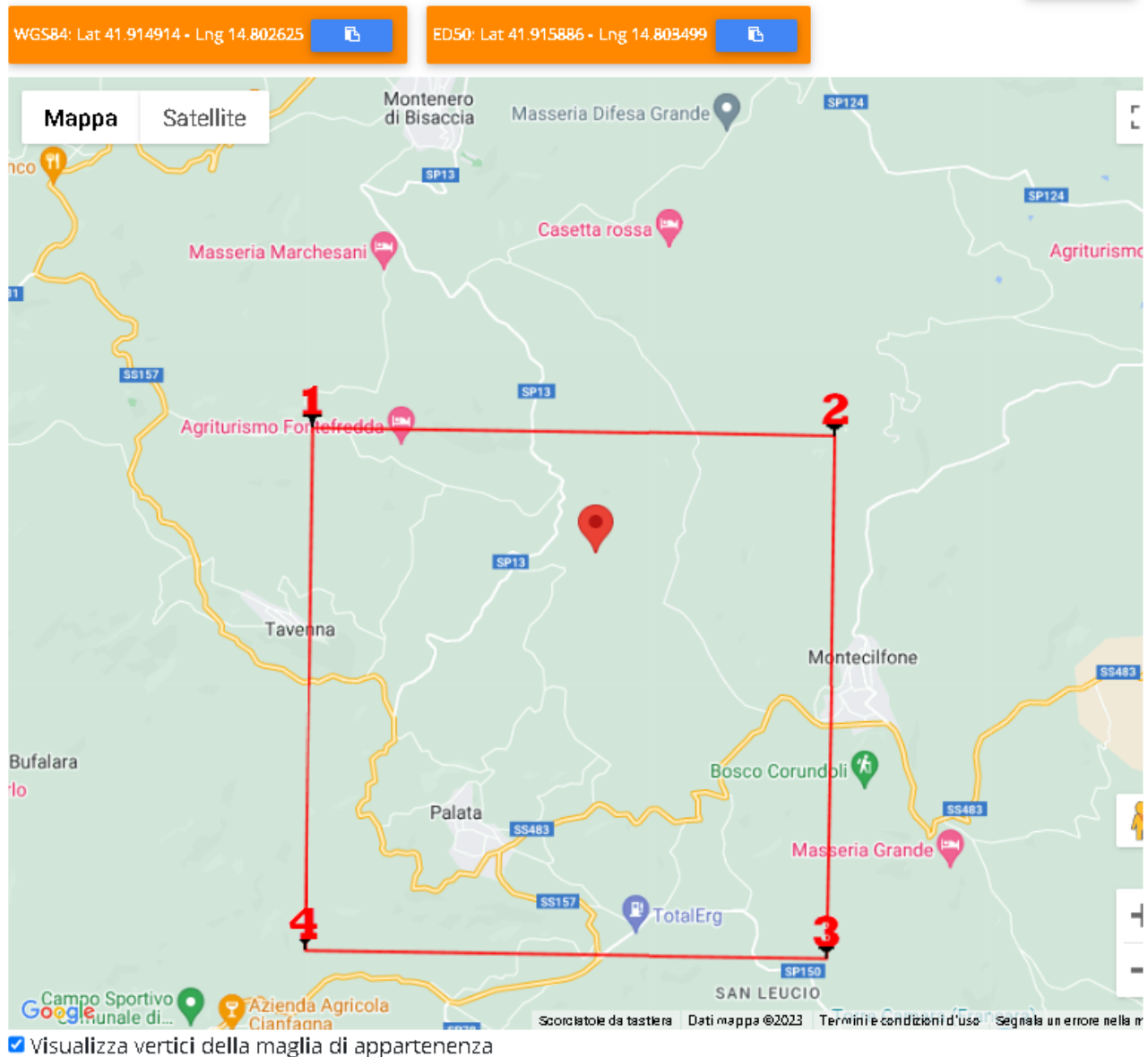
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,47
CC Coeff. funz categoria	1,57	1,51	1,39	1,37
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.037	0.067	0.000
kv	--	0.018	0.034	--
Amax [m/s²]	0.616	0.762	1.737	2.118
Beta	--	0.470	0.380	--

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	92 di 113

OPERE di CONNESSIONE – SSEU/ Stazione Terna



Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Sito in esame.

latitudine: 41,9158856910463
longitudine: 14,8034991441724
Classe: 2
Vita nominale:50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 28324	Lat: 41,9279	Lon: 14,7672	Distanza: 3292,537
Sito 2	ID: 28325	Lat: 41,9272	Lon: 14,8343	Distanza: 2843,956
Sito 3	ID: 28547	Lat: 41,8772	Lon: 14,8333	Distanza: 4958,785
Sito 4	ID: 28546	Lat: 41,8779	Lon: 14,7662	Distanza: 5230,114

Parametri sismici

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	93 di 113

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):
 Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,045 g
 Fo: 2,410
 Tc*: 0,299 [s]

Danno (SLD):
 Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,056 g
 Fo: 2,473
 Tc*: 0,330 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):
 Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,138 g
 Fo: 2,587
 Tc*: 0,380 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):
 Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,177 g
 Fo: 2,567
 Tc*: 0,408 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:
 Ss: 1,500
 Cc: 1,560
 St: 1,000
 Kh: 0,000
 Kv: 0,000
 Amax: 0,664
 Beta: 0,000

SLD:
 Ss: 1,500
 Cc: 1,510
 St: 1,000
 Kh: 0,040
 Kv: 0,020
 Amax: 0,828
 Beta: 0,470

SLV:
 Ss: 1,490

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	94 di 113

Cc: 1,450
 St: 1,000
 Kh: 0,078
 Kv: 0,039
 Amax: 2,020
 Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,430
 Cc: 1,410
 St: 1,000
 Kh: 0,000
 Kv: 0,000
 Amax: 2,486
 Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50 Geostru

Coordinate WGS84
 latitudine: 41.914914
 longitudine: 14.802625

Stati limite

Classe Edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.045	2.410	0.299
Danno (SLD)	50	0.056	2.473	0.330
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.138	2.587	0.380
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.177	2.567	0.408
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Muri di sostegno NTC 2018

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)
 1 0,1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,49	1,43
CC Coeff. funz. categoria	1,56	1,51	1,45	1,41
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.040	0.078	0.000
kv	--	0.020	0.039	--
Amax [m/s²]	0.664	0.828	2.020	2.486
Beta	--	0.470	0.380	--

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	95 di 113

8 ANALISI SISMOTETTONICA E RISCHIO SISMICO

Al fine di avere un quadro esaustivo di dettaglio dell'area di intervento sotto l'aspetto sismico e quindi fornire una valutazione della compatibilità sismica, si è proceduto alla ricostruzione della storia sismica dei Comuni all'interno dei quali è ubicato l'intervento attraverso i dati forniti dall'INGV (Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia) ed i vari database e progetti sviluppati in merito alla pericolosità sismica, alla registrazione degli eventi sismici ed alla Valutazione del potenziale sismogenetico e probabilità dei forti terremoti.

8.1 Mappa dei forti terremoti degli ultimi 150 anni

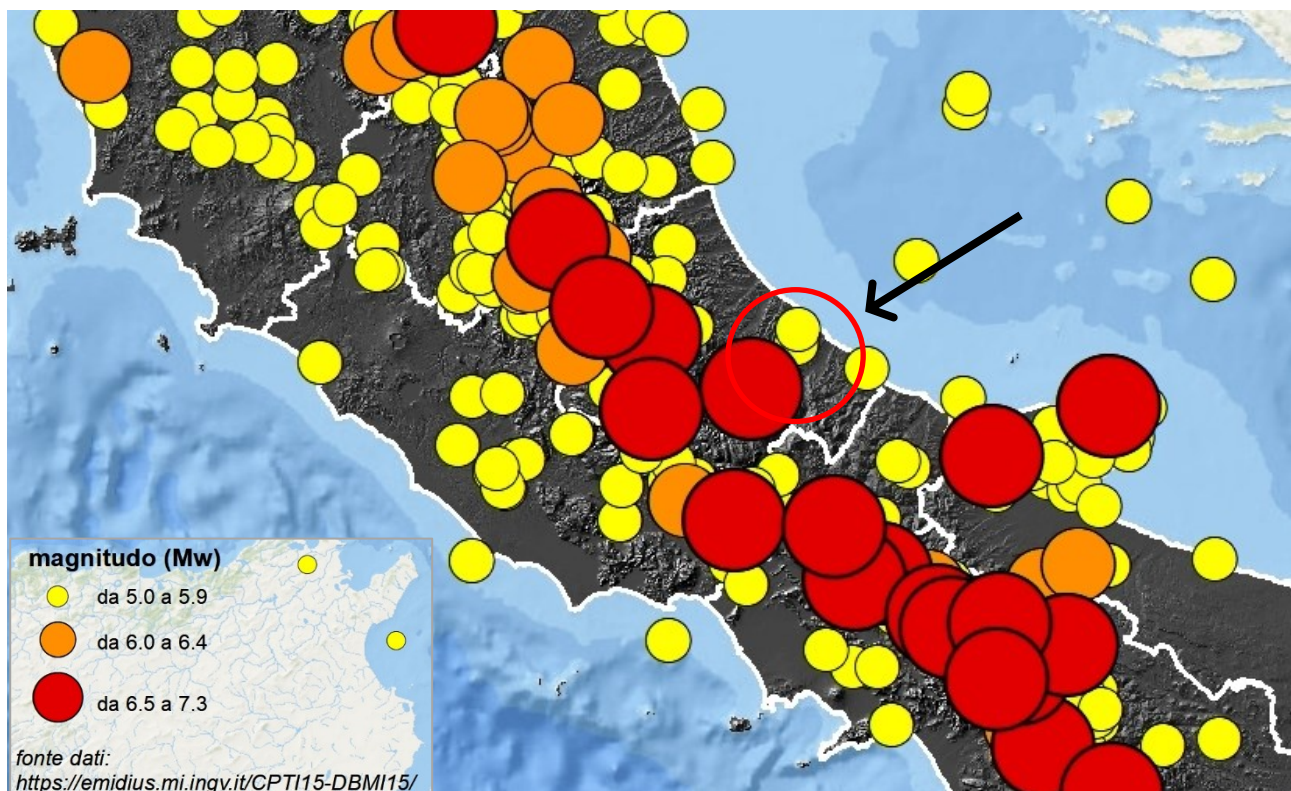
Da 150 anni ad oggi il nostro Paese è stato colpito da più di 170 terremoti forti, fortissimi o addirittura catastrofici. Di questi, 12 sono stati distruttivi (Intensità massima MCS [Mercalli-Cancani-Sieberg] $I_{max} > X$) e hanno provocato complessivamente più di 130 mila vittime. Il terremoto del 1908 (M 7.2, I_{max} X-XI) a Messina e Reggio Calabria è stato il più forte di questi ultimi 150 anni con più di 80 mila vittime e la distruzione quasi totale delle due città che si affacciano sullo Stretto. I più recenti terremoti sono quelli avvenuti in Abruzzo il 6 aprile 2009 (M 6.3, I_{max} IX-X) e la serie recente (Marche-Lazio-Umbria) di Amatrice-Castel Sant'Angelo sul Nera-Ussita (M 6.0 e 5.4 del 24.08.2016, M 5.4 e 5.9 del 26.10.2016, M 6.5 30.10.2016).

In Italia ci sono zone con caratteristiche di sismicità molto diverse:

- aree in cui i terremoti si verificano spesso, con energia generalmente moderata, ma che possono produrre danni (per es. Emilia Romagna e Lazio);
- zone dove avvengono molti terremoti deboli e pochi terremoti più violenti, in media ogni secolo, i cui effetti possono raggiungere o superare intensità IX MCS (per es. Toscana, Umbria, Marche, Basilicata e Friuli);
- aree con forti terremoti e pochi terremoti più deboli.

Queste ultime sono le zone dove si verificano i terremoti più gravi in assoluto perché l'energia accumulata per lungo tempo viene rilasciata tutta insieme (per es. Calabria, Sicilia, Campania e Abruzzo).

Dalla registrazione di tali eventi sismici si evidenzia come l'area di intervento sia stata direttamente interessata da eventi sismici con Magnitudo M fino a 5,0-5,9 come osservabile dalla mappa di seguito riportata e limitrofa ed eventi con Magnitudo $M > 6,5$.



Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	96 di 113

8.2 Valutazione del potenziale sismogenetico

The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) – Database delle Singole Sorgenti Sismogenetiche


Il Database delle Singole Sorgenti Sismogenetiche - Database of Individual Seismogenic Sources (DISS 3.2.0), il software originale e tutti i relativi testi ed elaborazioni sono il risultato delle elaborazioni dei ricercatori dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV. Il database a cui si fa riferimento, include una grande quantità di materiale originale e pubblicato sulle principali fonti sismogenetiche d'Italia insieme a dati di natura geografica, sismologica, geologica ed informazioni tettoniche ed è stato progettato come "work in progress", e come tale è aperto a continue aggiunte e miglioramenti.

Tale lavoro costituisce nelle sue varie fasi di elaborazione, dal 2009 ad oggi, l'ultimo ed il più aggiornato strumento a scala nazionale per la valutazione, individuazione ed analisi delle Sorgenti Sismogenetiche.

Dall'analisi della documentazione disponibile, l'area di intervento risulta interna alla Sorgente denominata Arco dell'Appennino Settentrionale con sviluppo NW-SE con codice identificativo **ITSD0002**: Northern Apennines Arc di cui si riportano di seguito i dati disponibili e le relative valutazioni sintetiche.

La massima magnitudo attesa per le diverse sorgenti sismogenetiche come dettagliata di seguito risulta pari a 8.1.

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITSD002
Name	Northern Apennines Arc
Compiler(s)	Maesano F.E.(1)
Contributor(s)	DISS W.G.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	11/11/2019
Updated	02/12/2021
Display map	

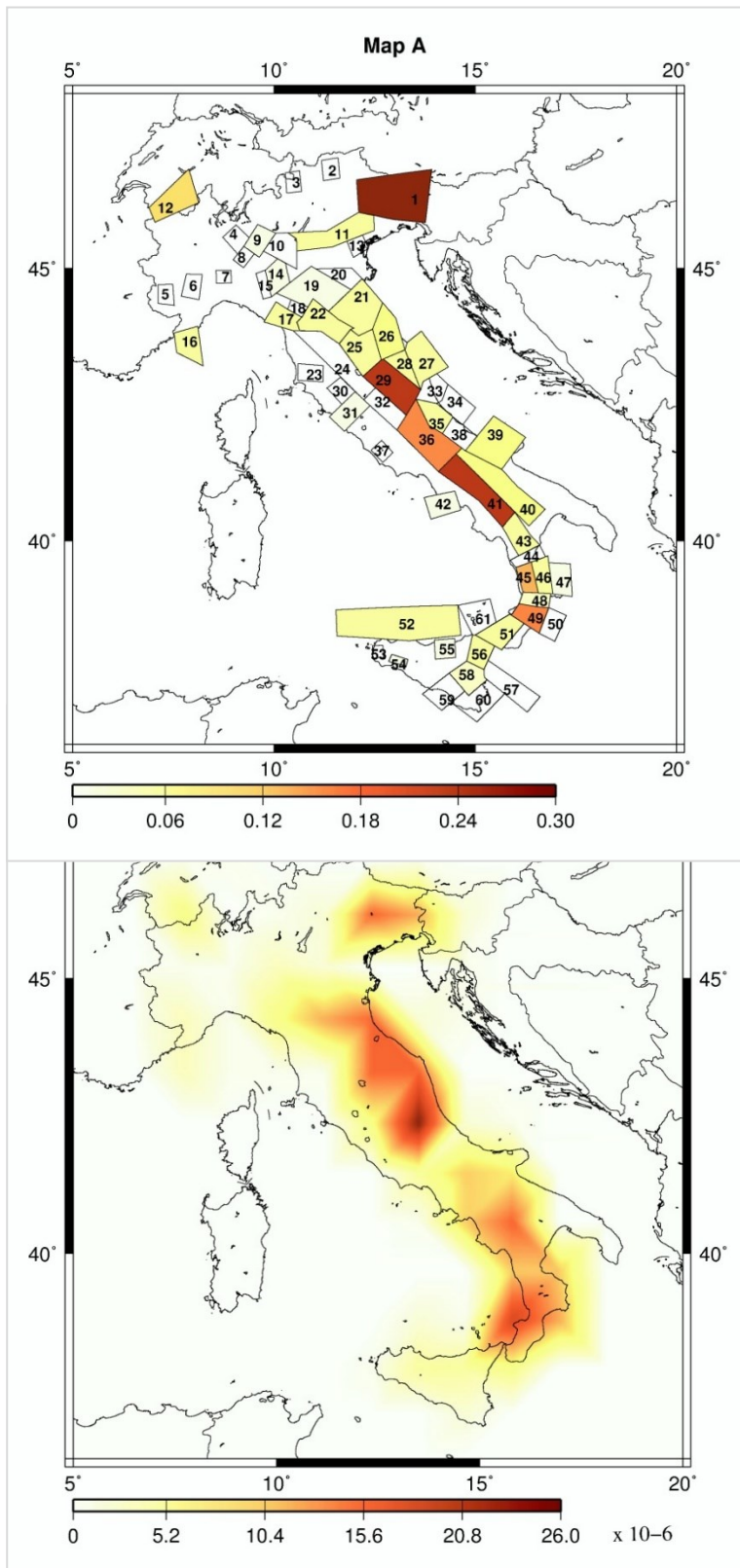
PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Quality	Evidence
Min Seismogenic Depth [km]	12.0 LD	Based on various published geological profiles
Max Seismogenic Depth [km]	20.0 LD	Based on rheological profiles from Carafa et al. (2015).
Dip direction	SW LD	Based on geophysical and geological data from various authors
Convergence azimuth [deg CW from North]	30...70 LD	Based on geodetic data from various authors.
Convergence Rate [mm/y]	0.5...1.5 LD	Based on geodetic data from various authors.
Max Magnitude [Mw]	8.1 ER	Estimated from the scaling relation by Allen & Hayes (2017) applied to the area of the largest rupture area that fits inside the seismic interface.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	97 di 113

8.3 Probabilità per il verificarsi di grandi eventi sismici in Italia



Aggiornamento al 4 gennaio 2012

Riportiamo due mappe di probabilità (mappa Mab A e B) per il verificarsi dei prossimi grandi eventi con $M + 5,5$ in Italia (eventi-target) per i prossimi 10 anni. Le due mappe sono calcolati utilizzando la stessa procedura statistica applicata ad una zonazione sismotettonico (MAP A) e di una griglia regolare (MAP B). Le mappe di probabilità vengono aggiornate ogni 1 ° di gennaio e dopo il verificarsi di un evento nuovo obiettivo. Per maggiori dettagli sul metodo si veda Faenza et al. 2003 e Cinti et al. 2004 .

MAPPA A

Il procedimento statistico viene applicato a una zonazione sismotettonica. zone dovrebbero essere omogenei per quanto riguarda la cinematica e l'orientamento del campo di stress. La mappa riporta la probabilità di occorrenza di almeno un evento con $M > 5,5$ per i prossimi 10 anni in ogni zona con $P > 0..$

MAPPA B

Il procedimento statistico è applicato ad una griglia regolare spaziale. La mappa riporta la probabilità di occorrenza di almeno un evento con $M > 5,5$ per i prossimi 10 anni per unità di superficie (Km^2).

8.4 Storia sismica (Database Macrosismico Italiano 2016 - DBMI15)

Fonte : http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/

Introduzione

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	98 di 113

L'ultima versione del Database Macrosismico Italiano chiamata DBMI15 è stata rilasciata a luglio 2016 e aggiorna e sostituisce la precedente, DBMI11 (Locati et al., 2011).

DBMI fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2014. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

I dati di intensità macrosismica (MDP, Macroseismic Data Point) sono raccolti e organizzati da DBMI per diverse finalità. La principale è fornire una base di dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima di magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI). L'insieme di questi dati consente inoltre di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane, vale a dire l'elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti.

Dato il loro stretto legame, DBMI e CPTI tendono a essere pubblicati allo stesso tempo e usando una stessa numerazione (DBMI04-CPTI04, DBMI11-CPTI11), ma in due diversi siti web, uno dedicato a DBMI, e uno a CPTI. Con la versione 2015 si è deciso di rendere disponibile le due banche dati DBMI15 e CPTI15 (Rovida et al., 2016) da un unico punto di accesso online al fine di rendere più comoda e funzionale la consultazione.

Dati di base

DBMI15 contiene 122701 dati di intensità relativi a 3212 terremoti. Come si può vedere dalle figure 1 e 2, l'incremento numerico di terremoti con dati di intensità e di osservazioni macrosismiche rispetto alle due precedenti versioni DBMI04 (Stucchi et al., 2007) e DBMI11 è molto consistente.

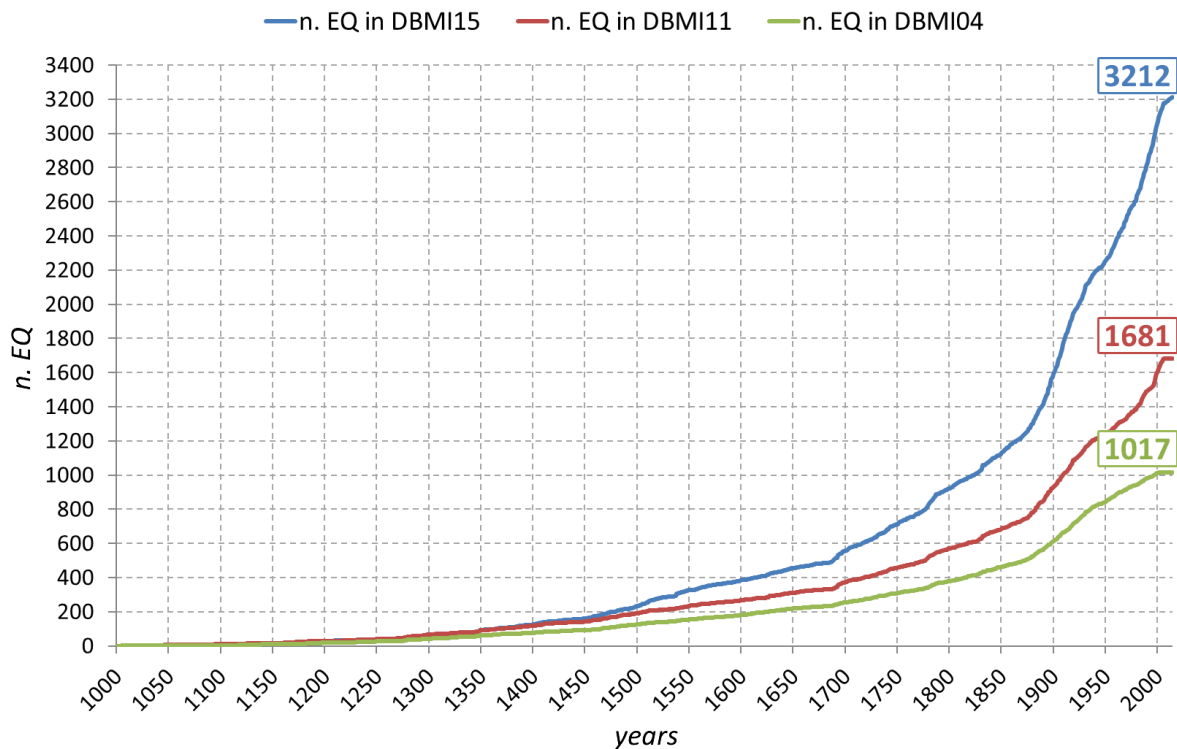


Fig. 1 – Confronto dell'andamento progressivo nel tempo del numero di terremoti: in azzurro DBMI15, in rosso DBMI11, e in verde DBMI04.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	99 di 113

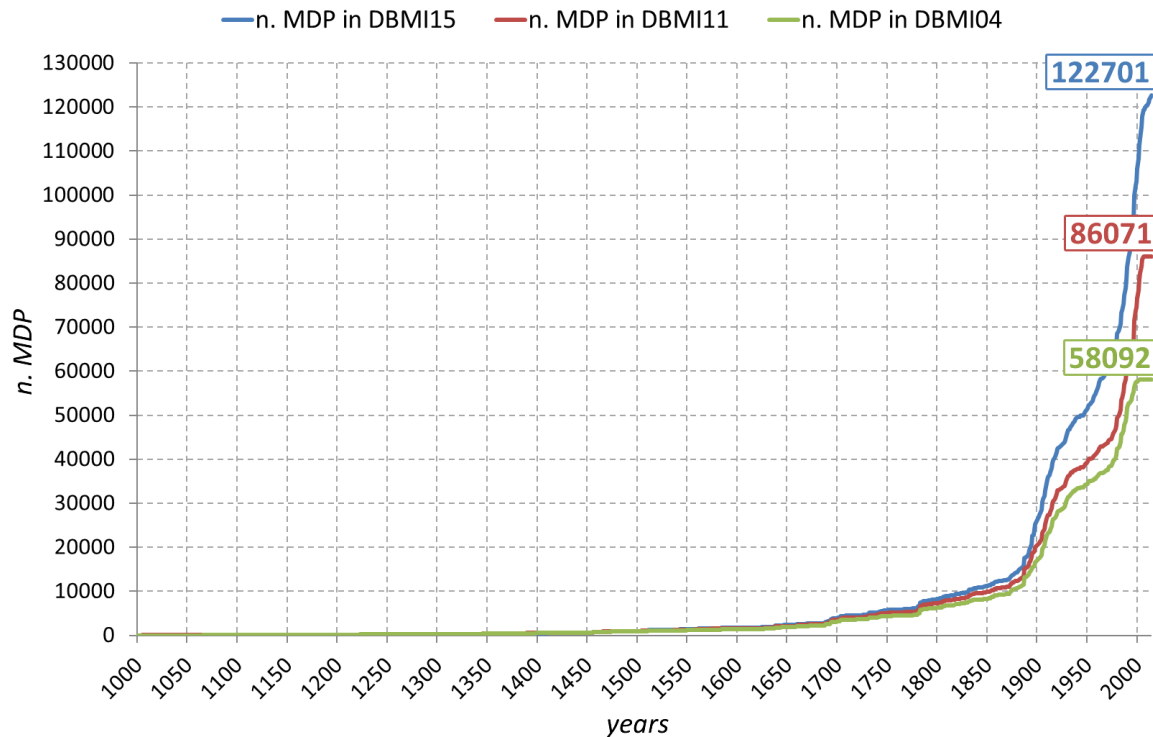


Fig. 2 – Confronto dell'andamento progressivo nel tempo del numero di MDP (Macroseismic Data Point): in azzurro DBMI15, in rosso DBMI11, e in verde DBMI04.

La ragione principale dell'incremento di informazioni è dovuto all'inclusione dei dati di intensità da studi che hanno reso disponibili informazioni su un numero molto elevato di terremoti e non ancora utilizzati durante la compilazione di DBMI11. Si segnala il lavoro di revisione della sismicità minore Molin et al. (2008) e quello su terremoti sconosciuti alla tradizione sismologica o relativamente dimenticati di Camassi et al. (2011), che hanno reso disponibili dati di base rispettivamente su 851 e 227 terremoti, anche se non tutti sono stati selezionati per la compilazione di DBMI15. Analogamente si segnalano gli studi di Azzaro e Castelli (2015), Camassi et al. (2012; 2015) che hanno fornito una quantità consistente di dati nuovi.

Cosa cambia rispetto a DBMI11

Per 1494 terremoti su 3212 (46.5%) viene confermata in DBMI15 la scelta dello studio di riferimento precedentemente adottato in DBMI11, mentre per 172 terremoti (5.4%) questa scelta è stata modificata. 15 terremoti presenti in DBMI11 sono stati eliminati. 4 di questi perché lo studio di riferimento (Bollettino Macrosismico ING, Gasparini et al. 2002) riporta dati ritenuti inaffidabili, mentre altri 11 terremoti si sono rivelati falsi dopo alcuni approfondimenti. DBMI15 rende disponibili set di MDP per 1546 nuovi terremoti (48.1%), di cui 895 terremoti già presenti nel CPTI11 ma privi di dati di intensità, mentre 651 terremoti erano assenti in CPTI11.

Non sono inclusi gli ultimi eventi della sequenza sismica dell'Agosto – Ottobre 2016.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	100 di 113

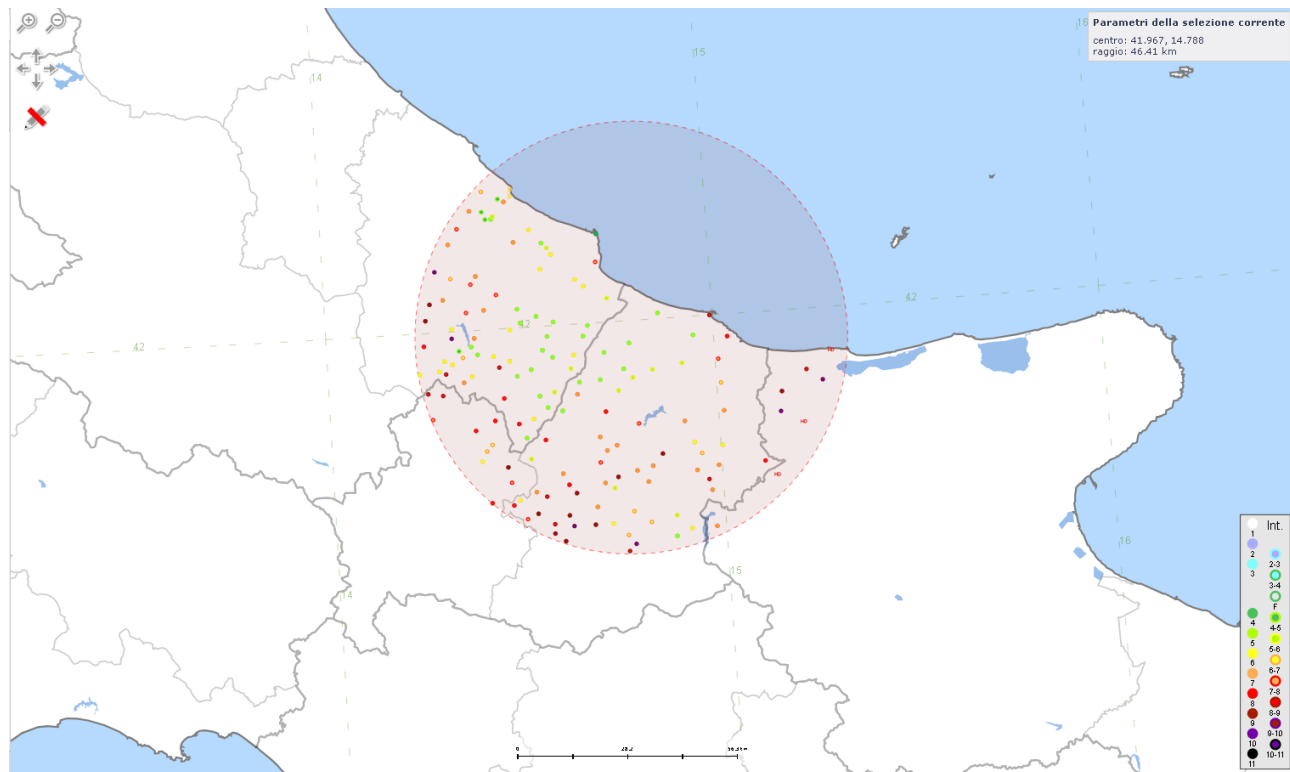
8.5 Storia sismica area di Mafalda, Montenero di Bisaccia, Montecilfone

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v4.0

Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Listed entries 158



PlaceID	Place Name	Lat	Lon	Prov	I _{max}	EQs
IT_71137	Abbazia di San Giovanni in Venere	42.267	14.500	CH	D	1
IT_58090	Acquaviva	41.926	14.443	CH	8-9	1
IT_58564	Acquaviva Collecroce	41.867	14.746	CB	5-6	11
IT_58260	Agnone	41.807	14.373	IS	8	36
IT_57496	Altino	42.102	14.331	CH	6-7	8
IT_57515	Archi	42.089	14.382	CH	7-8	11
IT_57539	Alessa	42.066	14.446	CH	7-8	24
IT_58273	Bagnoli del Trigno	41.703	14.457	IS	7-8	18
IT_58274	Belmonte del Sannio	41.824	14.424	IS	8	14
IT_57543	Bomba	42.035	14.366	CH	7-8	15
IT_58597	Bonetro	41.704	14.935	CB	7	20
IT_57546	Borrello	41.919	14.305	CH	8-9	11
IT_58615	Campodipietra	41.557	14.748	CB	8-9	24
IT_58616	Campolieto	41.633	14.766	CB	6-7	26
IT_58623	Campomarino	41.957	15.035	CB	8	23
IT_58286	Capracotta	41.833	14.264	IS	7-8	25
IT_62108	Carlantino	41.594	14.976	FG	7	9

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	101 di 113

IT_57563	Carpineto Sinello	42.009	14.504	CH	5	7
IT_57565	Carunchio	41.918	14.525	CH	5	7
IT_58627	Casacalenda	41.740	14.849	CB	9	28
IT_57577	Casalanguida	42.036	14.498	CH	5	8
IT_57586	Casalbordino	42.150	14.584	CH	5-6	18
IT_58713	Casale	41.668	14.476	CB	6	1
IT_57624	Casoli	42.117	14.291	CH	9-10	18
IT_57640	Castel Frentano	42.197	14.355	CH	7-8	16
IT_58634	Castelbottaccio	41.753	14.707	CB	7	14
IT_57641	Castelguidone	41.823	14.524	CH	6	4
IT_57920	Castelli	42.212	14.430	CH	4-5	2
IT_58635	Castellino del Biferno	41.701	14.731	CB	9	18
IT_58636	Castellino Nuovo	41.680	14.720	CB	5-6	1
IT_71177	Castello di Dragonara	41.685	15.140	FG	HD	1
IT_58637	Castelmauro	41.828	14.710	CB	8	14
IT_58312	Castelverrino	41.766	14.398	IS	6-7	7
IT_57645	Castiglione Messer Marino	41.866	14.451	CH	8	15
IT_58638	Castropignano	41.618	14.561	CB	8-9	25
IT_57648	Celenza sul Trigno	41.872	14.581	CH	5-6	14
IT_62137	Chieuti	41.844	15.166	FG	9	20
IT_58702	Civitacampomariano	41.780	14.691	CB	7	20
IT_57666	Civitaluparella	41.944	14.303	CH	6	7
IT_58327	Civitanova del Sannio	41.666	14.404	IS	8	17
IT_57678	Colledimezzo	41.985	14.383	CH	7	10
IT_58709	Colletorto	41.664	14.970	CB	7	18
IT_71141	Covatta	41.633	14.600	CB	9	1
IT_57698	Cupello	42.072	14.673	CH	6	11
IT_58151	Cupello	41.787	14.503	CH	5	1
IT_57700	Dogliola	41.941	14.637	CH	6	5
IT_58723	Duronia	41.659	14.459	CB	8	13
IT_57701	Fallo	41.937	14.323	CH	6	4
IT_57733	Fossacesia	42.244	14.481	CH	7	10
IT_58725	Fossalto	41.672	14.545	CB	8-9	18
IT_57740	Fraine	41.907	14.488	CH	5	2
IT_57775	Fresagrandinaria	41.976	14.664	CH	5	11
IT_57782	Furci	42.007	14.589	CH	5	11
IT_57808	Gessopalena	42.055	14.273	CH	9	9
IT_57814	Gissi	42.020	14.546	CH	5	13
IT_58730	Guardialfiera	41.801	14.793	CB	7-8	17
IT_58744	Guglionesi	41.912	14.914	CB	5-6	21
IT_57839	Guilmi	41.997	14.476	CH	6	10
IT_71195	La Taverna	41.783	15.217	FG	HD	1
IT_57851	Lanciano	42.230	14.390	CH	7	46

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	102 di 113

IT_58749	Larino	41.800	14.911	CB	7	38
IT_58772	Lentella	41.996	14.677	CH	5	9
IT_58752	Limosano	41.675	14.622	CB	9	9
IT_58774	Liscia	41.954	14.557	CH	5	10
IT_58753	Lucito	41.731	14.688	CB	7-8	10
IT_58754	Lupara	41.762	14.733	CB	7	10
IT_58755	Macchia Valfortore	41.593	14.912	CB	6	17
IT_58756	Mafalda	41.942	14.715	CB	5	11
IT_58757	Matrice	41.612	14.711	CB	6	6
IT_71142	Melanico	41.713	15.111	CB	8	1
IT_58762	Molise	41.631	14.492	CB	7-8	14
IT_58763	Monacilioni	41.610	14.809	CB	6-7	19
IT_58764	Montagano	41.646	14.673	CB	7	19
IT_57902	Montazzoli	41.948	14.430	CH	6	11
IT_57903	Montebello sul Sangro	41.987	14.325	CH	9-10	9
IT_58765	Montecilfone	41.903	14.837	CB	5-6	19
IT_58766	Montefalcone nel Sannio	41.865	14.640	CB	7	13
IT_57904	Monteferrante	41.953	14.389	CH	5	5
IT_57905	Montelapiano	41.962	14.342	CH	4-5	5
IT_58767	Montelongo	41.736	14.950	CB	6-7	15
IT_58768	Montemitro	41.888	14.647	CB	5	4
IT_58769	Montenero di Bisaccia	41.957	14.781	CB	5	16
IT_57912	Montenerodomo	41.975	14.252	CH	8	5
IT_57913	Monteodorisio	42.086	14.652	CH	6	8
IT_58770	Montorio nei Frentani	41.758	14.933	CB	6	12
IT_58771	Morrone del Sannio	41.711	14.781	CB	7	9
IT_57919	Mozzagrogna	42.212	14.445	CH	5	3
IT_58773	Oratino	41.584	14.586	CB	9	21
IT_57965	Paglieta	42.165	14.499	CH	7	11
IT_58774	Palata	41.890	14.785	CB	5-6	24
IT_57971	Palmoli	41.939	14.582	CH	5	13
IT_57978	Pennadomo	42.005	14.326	CH	6	9
IT_57998	Perano	42.104	14.396	CH	7	9
IT_58449	Pescopennataro	41.878	14.294	IS	8-9	12
IT_58776	Petacciato	42.011	14.860	CB	5	16
IT_58777	Petrella Tifernina	41.691	14.697	CB	7	22
IT_58462	Pietrabbondante	41.747	14.385	IS	6	16
IT_58778	Pietracatella	41.580	14.872	CB	5	6
IT_58779	Pietracupa	41.682	14.519	CB	7	8
IT_57999	Pietraferrazzana	41.969	14.374	CH	5	4
IT_58011	Pizzoferrato	41.921	14.237	CH	6	7
IT_58476	Poggio Sannita	41.778	14.413	IS	6-7	12
IT_58018	Pollutri	42.137	14.594	CH	6	9

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	103 di 113

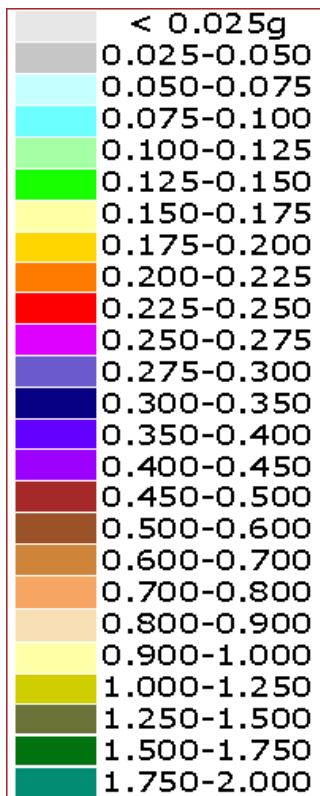
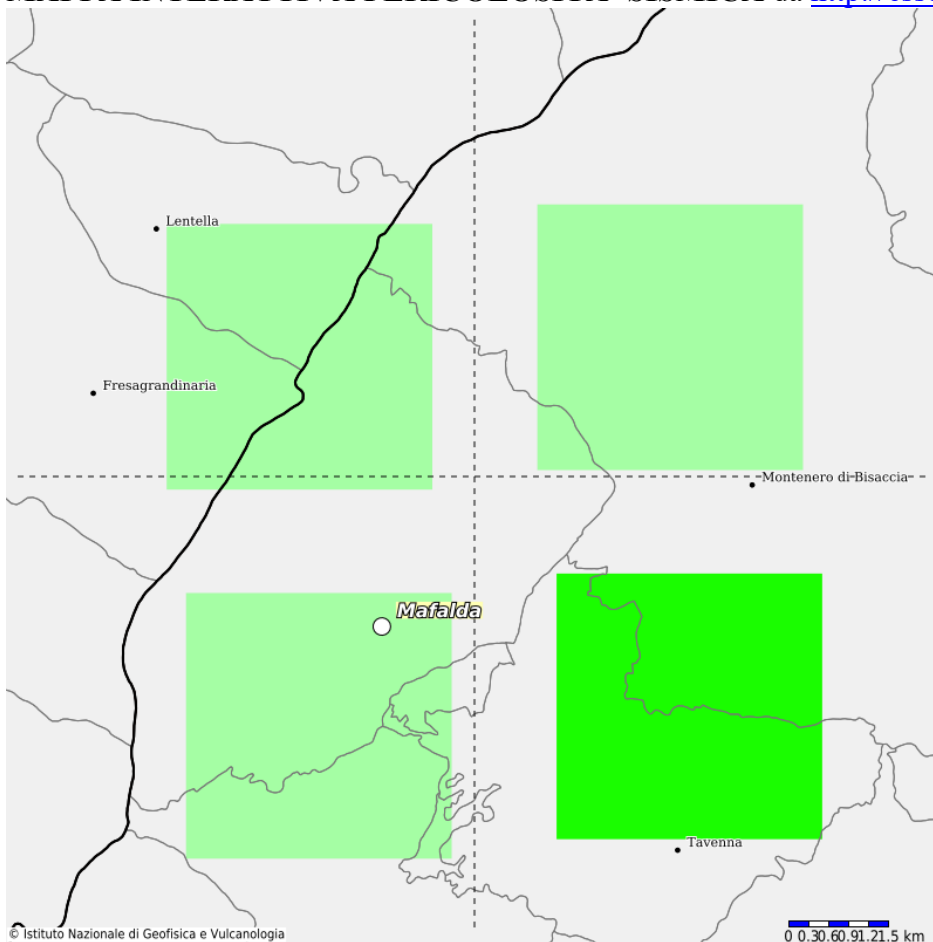
IT_58233	Porto di Vasto	42.171	14.714	CH	4	1
IT_58780	Portocannone	41.915	15.008	CB	7-8	18
IT_58781	Provvidenti	41.718	14.822	CB	7	11
IT_58025	Quadri	41.925	14.288	CH	6	9
IT_58783	Ripabottoni	41.688	14.808	CB	7	21
IT_58785	Ripalimosani	41.612	14.665	CB	9	20
IT_62164	Ripalta	41.861	15.273	FG	9-10	2
IT_58059	Rocca San Giovanni	42.250	14.466	CH	4-5	9
IT_58075	Roccascalegna	42.062	14.308	CH	7	4
IT_58089	Roccaspinalveti	41.937	14.471	CH	6	7
IT_58639	Roccaspromonte	41.600	14.560	CB	9	1
IT_58789	Roccavivara	41.835	14.599	CB	5	9
IT_58092	Roio del Sangro	41.912	14.372	CH	6	8
IT_58094	Rosello	41.901	14.350	CH	7	9
IT_58790	Rotello	41.749	15.004	CB	6	21
IT_58791	Salcito	41.746	14.511	CB	5-6	12
IT_58793	San Biase	41.714	14.590	CB	7	15
IT_58098	San Buono	41.980	14.571	CH	5	15
IT_58794	San Felice del Molise	41.890	14.701	CB	5	9
IT_58795	San Giacomo degli Schiavoni	41.964	14.947	CB	5	8
IT_58796	San Giovanni in Galdo	41.588	14.748	CB	6-7	16
IT_57726	San Giovanni in Venere [monastero]	42.254	14.498	CH	D	1
IT_58099	San Giovanni Lipioni	41.843	14.562	CH	5	7
IT_58803	San Giuliano di Puglia	41.685	14.964	CB	8-9	12
IT_58804	San Martino in Pensilis	41.869	15.011	CB	6-7	28
IT_58112	San Salvo	42.046	14.731	CH	5-6	16
IT_71194	Sant'Agata	41.883	15.233	FG	8-9	1
IT_58513	Sant'Angelo del Pesco	41.883	14.256	IS	8-9	7
IT_58817	Sant'Angelo Limosano	41.692	14.604	CB	8	14
IT_58818	Sant'Elia a Pianisi	41.620	14.875	CB	5-6	24
IT_58125	Sant'Eusanio del Sangro	42.168	14.330	CH	7	9
IT_58816	Santa Croce di Magliano	41.711	14.991	CB	7	19
IT_58115	Santa Maria Imbaro	42.217	14.450	CH	5-6	8
IT_58613	Santo Stefano	41.612	14.610	CB	9-10	1
IT_58149	Scerni	42.110	14.564	CH	6	13
IT_58163	Schiavi di Abruzzo	41.815	14.485	CH	8	14
IT_62246	Serracapriola	41.806	15.160	FG	9-10	48
IT_57849	Spoltore	42.227	14.422	CH	4-5	3
IT_71146	Sprondasino	41.733	14.450	IS	9	1
IT_58848	Tavenna	41.908	14.763	CB	5	7
IT_58849	Termoli	42.000	14.993	CB	8-9	45
IT_58853	Torella del Sannio	41.640	14.520	CB	9	18

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	104 di 113

IT_58181	Torino di Sangro	42.187	14.541	CH	6	15
IT_58191	Tornareccio	42.038	14.412	CH	7	8
IT_58854	Toro	41.570	14.766	CB	9-10	25
IT_71193	Torre di Fortore	41.917	15.300	FG	HD	3
IT_58197	Torrebruna	41.866	14.543	CH	5	13
IT_58211	Torricella Peligna	42.024	14.260	CH	9	18
IT_58213	Treglio	42.266	14.424	CH	6-7	3
IT_58855	Trivento	41.781	14.551	CB	8	22
IT_58215	Tufillo	41.915	14.627	CH	5-6	12
IT_58857	Ururi	41.815	15.014	CB	7	23
IT_58243	Vasto	42.117	14.708	CH	7-8	39
IT_58252	Villa Santa Maria	41.949	14.351	CH	6-7	13
IT_58248	Villalfonsina	42.160	14.571	CH	5	2

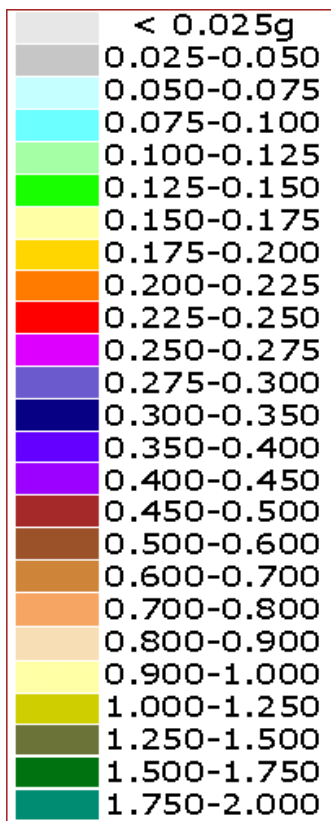
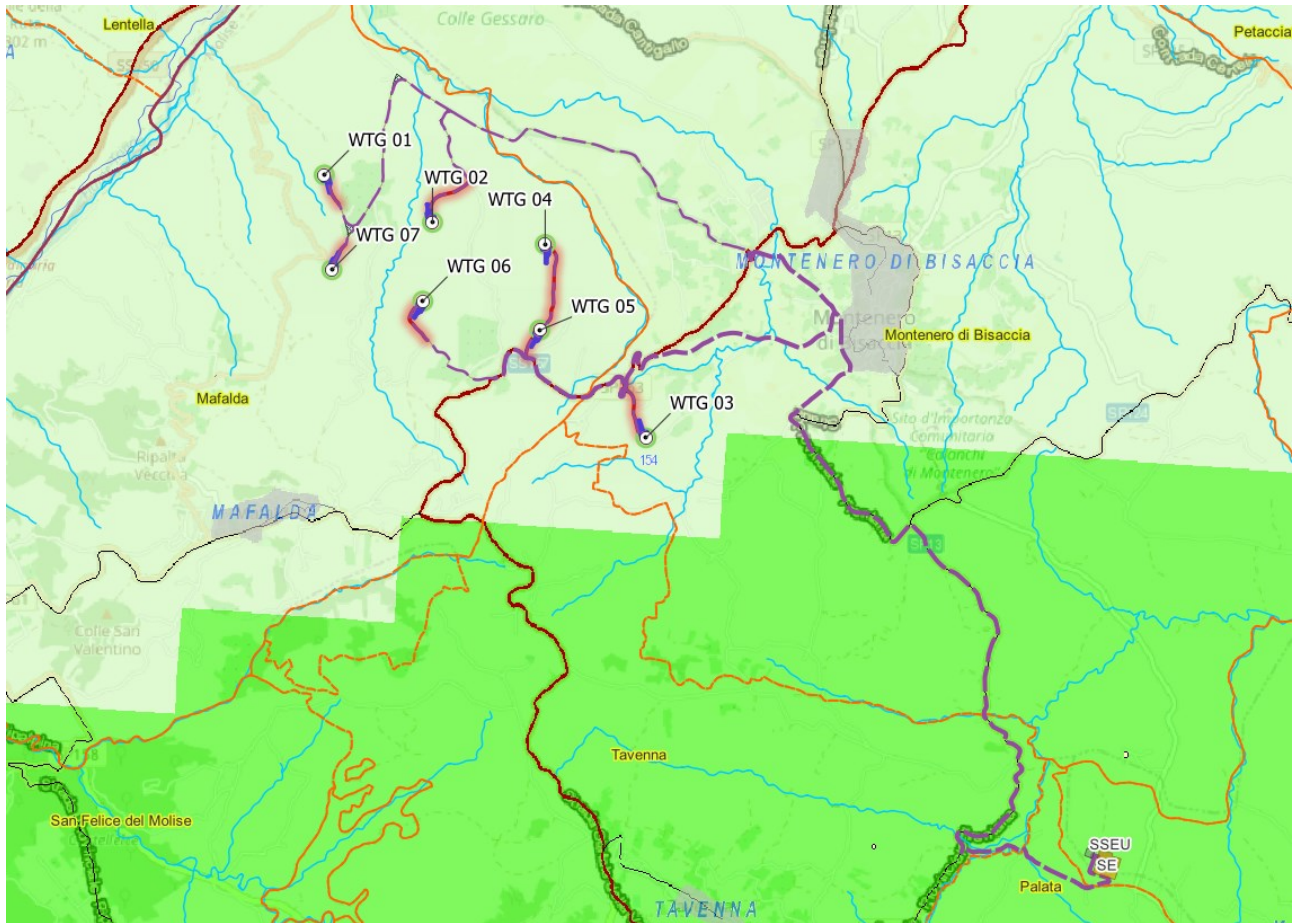
Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	105 di 113

MAPPA INTERATTIVA PERICOLOSITA' SISMICA da <http://essel-gis.mi.ingv.it/> (ag)



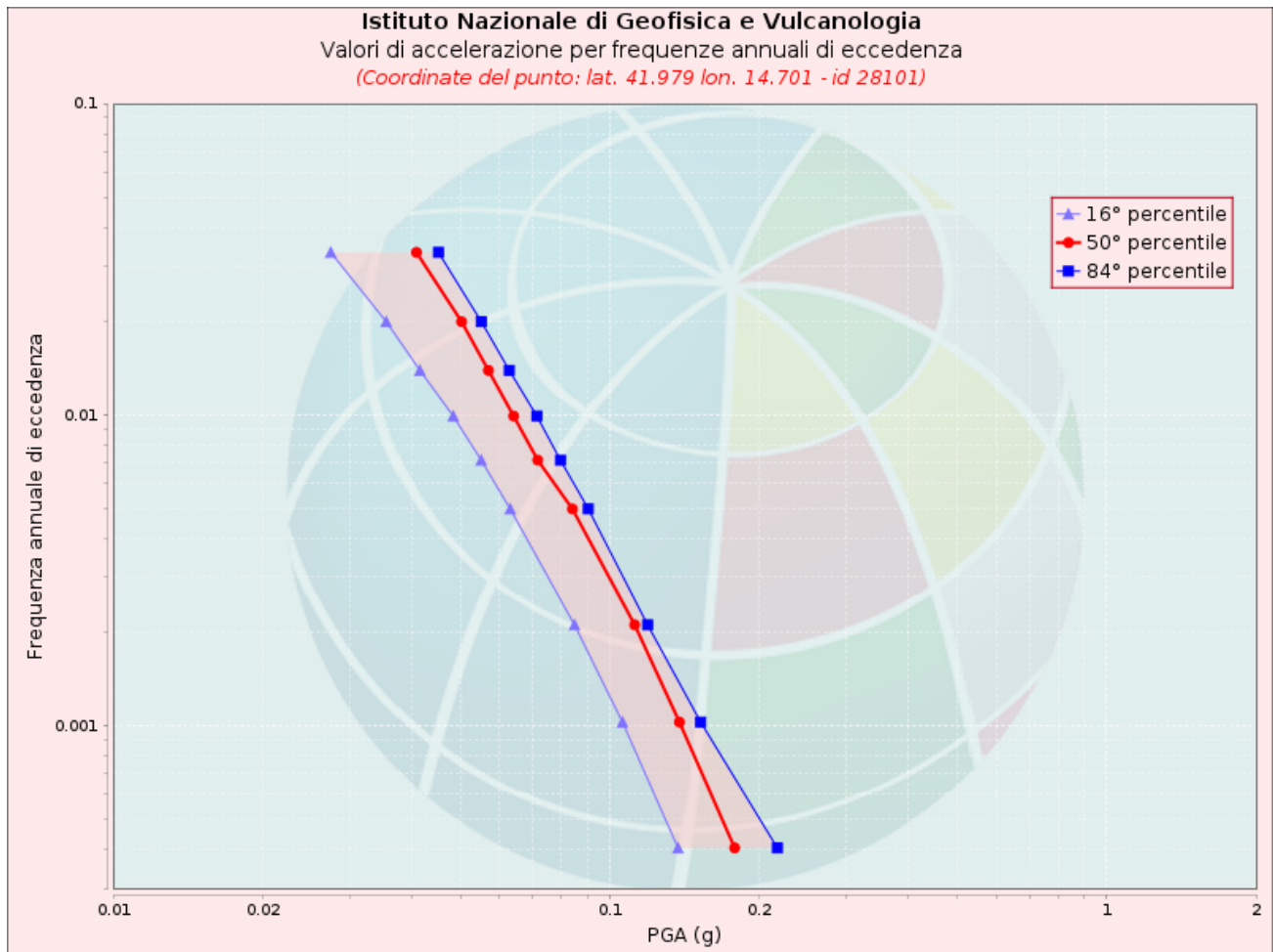
Percentile 50, Prob. In 50 anni : 10%

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	106 di 113



Percentile 50, Prob. In 50 anni : 10%

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	107 di 113



Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza (Coordinate del punto: lat. 41.979 lon. 14.701 - id 28101)			
Frequenza annuale di eccedenza	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.1372	0.1785	0.2175
0.0010	0.1061	0.1381	0.1524
0.0021	0.0849	0.1123	0.1192
0.0050	0.0630	0.0841	0.0906
0.0071	0.0551	0.0716	0.0796
0.0099	0.0484	0.0641	0.0713
0.0139	0.0415	0.0570	0.0628
0.0199	0.0355	0.0503	0.0551
0.0332	0.0274	0.0408	0.0452

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	108 di 113

8.6 CONSIDERAZIONI

Per quanto riguarda nel dettaglio l'area di interesse, ubicata all'interno dei territori comunali di Mafalda, Montenero di Bisaccia, Montecilfone, risultano limitrofe sorgenti sismogenetiche in grado di provocare, a seguito di attivazione, danni significativi. Ne consegue che gli effetti di terremoti appenninici nell'area siano significativi. Dall'ulteriore approfondimento in merito, illustrato nei paragrafi che analizzano il Database DISS ver. 3.3.1 dell'INGV e DBMI15 con la storia sismica e la Pericolosità Sismica del sito espressa come valore di ag, emerge una Magnitudo massima delle Sorgenti sismotettoniche più vicine massima attesa pari a 6.22, con i valori attesi dell'accelerazione massima del suolo compresa tra 0.118-0,147 (posizioni WTG) e tra 0.138-0,177 (opere di connessione SSEU/SE).

8.7 ANALISI AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della Risposta Sismica Locale (RSL) mediante specifiche analisi (v. Risposta sismica e stabilità del sito C7.11.3.1). In assenza di tale analisi, per la definizione dell'azione sismica, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III) e sulle condizioni topografiche.

1. Stima dell'accelerazione di base ag

Stati limite

Classe Edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.471	0.295
Danno (SLD)	50	0.052	2.503	0.334
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.118	2.605	0.423
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.147	2.656	0.443
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Muri di sostegno NTC 2018

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 us (m): 0,1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,47
CC Coeff. funz. categoria	1,57	1,51	1,39	1,37
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.037	0.067	0.000
kv	--	0.018	0.034	--
Amax [m/s²]	0.616	0.762	1.737	2.118
Beta	--	0.470	0.380	--

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun SL sia per le WTG che per le opere di connessione:

- **ag : 0,118 g (SLV) posizioni WTG**
- **ag : 0,147 g (SLC) posizioni WTG**

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	109 di 113

Stati limite

Classe Edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,045	2.410	0,299
Danno (SLD)	50	0,056	2.473	0,330
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,138	2.587	0,380
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,177	2.567	0,408

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Coefficienti sismici

Tipo: Muri di sostegno NTC 2018

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) vs us (m)
 1 vs 0,1

Cat. Sottosuolo: C
 Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,49	1,43
CC Coeff. funz categoria	1,56	1,51	1,45	1,41
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

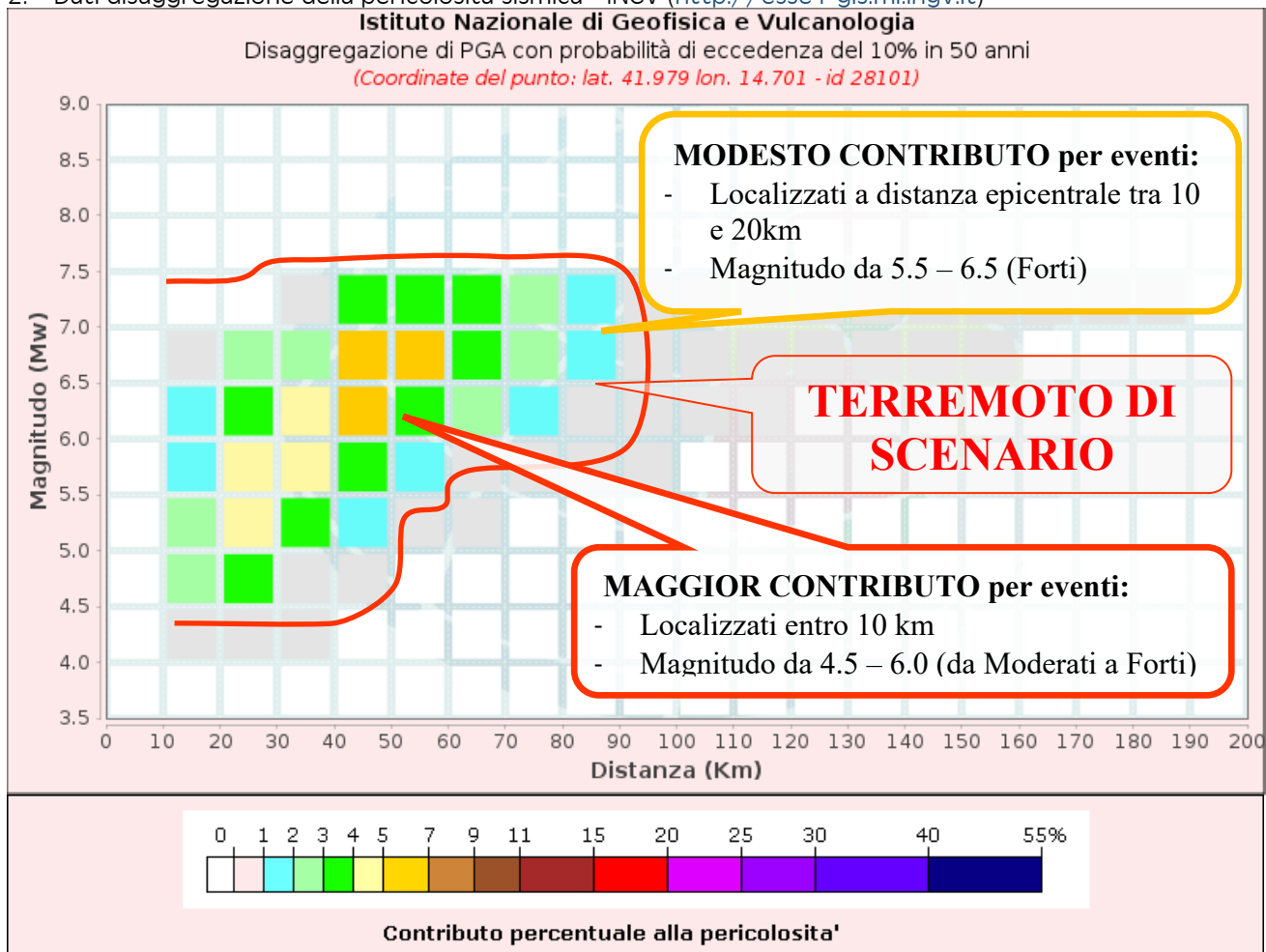
Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0,6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,000	0,040	0,078	0,000
kv	--	0,020	0,039	--
Amax [m/s²]	0,664	0,828	2,020	2,486
Beta	--	0,470	0,380	--

- **ag : 0,138 g (SLV) opere di connessione SSEU/SE**
- **ag : 0,177 g (SLC) opere di connessione SSEU/SE.**

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	110 di 113

2. Dati disaggregazione della pericolosità sismica - INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>)



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
 (Coordinate del punto: lat. 41.979 lon. 14.701 - id 28101)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.6680	2.0300	2.0800	1.6500	1.0500	0.5520	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.7450	3.5800	4.9500	4.9000	3.8100	2.3900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0040	0.8920	3.0000	4.2600	4.1200	2.4200	0.0861	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0292	1.1800	3.5200	5.2700	5.6200	3.2200	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.1300	1.6900	3.7700	5.2500	3.9600	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.5060	2.1900	3.7700	3.3200	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0837	1.1600	2.5900	2.5600	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0074	0.4400	1.4300	1.4500	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.1380	0.8140	0.8580	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0258	0.3930	0.4360	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0019	0.2040	0.2620	0.0000	0.0000	0.0000

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo						Codice Elaborato:		SIA05_1.1.5		
							Data:		12/09/2023		
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA						Revisione:		00		
							Pagina:		111 di 113		

120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0981	0.1620	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0412	0.1020	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0120	0.0614	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0019	0.0336	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0158	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0048	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.22	46.0	1.63

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	112 di 113

9 VALUTAZIONI E CONCLUSIONI

Analizzate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche nonché litotecniche e sismiche dei terreni sui quali si intende realizzare l'impianto eolico denominato "Mafalda" sul territorio comunale di Mafalda, Montenero di Bisaccia e Montecilfone e le relative opere di connessione ed accessorie fino alla SSEU e Stazione Terna è possibile concludere definendo quanto segue:

- Le aree interessate dalle opere di impianto si presentano stabili e non vi sono associati particolari aspetti morfologici di dissesto in atto o quiescenti, così come per l'intero tracciato relativo alla connessione ed all'area relativa alla SSEU, BESS e Stazione Terna;
- Dal punto di vista geologico il comprensorio sul quale verrà realizzato l'impianto e le relative opere di connessione è costituito da depositi terrazzati alluvionali e limitatamente eluvio-colluviali di natura varia da ghiaiosi, sabbioso-ghiaiosi, sabbioso-limosi sovrastanti le formazioni pelitiche plio-pleistoceniche delle Argille Grigie Marnose;
- Sotto l'aspetto geomorfologico, l'area di intervento è caratterizzata dalle forme riconducibili all'azione fluviale con visibili elementi alluvionali dall'attuale al recente quindi all'antico. Non si rilevano forme di dissesto gravitativo o di erosione concentrata in atto direttamente interagenti con il layout di impianto, in particolare con le posizioni delle WTG e delle opere di connessione, che quindi risultano esterne ad areali censiti a rischio frana dal PAI e dall'IFFI;
- Nell'area di destinazione delle opere di connessione alla rete (SSEU, Stazione Terna) non si evidenziano criticità, né presenza di areali censiti dal PAI a rischio frana/esondazione e/o censiti dall'IFFI;
- minime porzioni della viabilità esterna al parco e del cavidotto esterno, mostrano aree di interferenza con areali a rischio geomorfologico evidenziate nel PAI a rischio R1, ma che seguono o la sede stradale esistente (nel caso specifico la SS157-SP 163) o limitati tratti di adeguamento della rete esistente (caso tratto di accesso alla WTG03);
- Relativamente al PGRA non si evidenziano criticità o areali a potenziale rischio di esondazione interferenti con l'area di intervento o le opere in progetto;
- Topograficamente le pendenze risultano globalmente blande con andamento e pendenze inferiori ai 15° in tutti i casi e localmente su pianori ed altopiani o zone di fondovalle presentano pendenze inferiori ai 5-6°;
- L'area di intervento, sulla base del PAI, Carta della pericolosità idraulica, PGRA, con rielaborazione degli shp file in ambiente GIS, NON risulta interessare porzioni di territorio censite;
- L'intervento in relazione alla configurazione geomorfologica ed idrogeologica, alle caratteristiche geologico-stratigrafiche nonché litotecniche dell'unità formazione delle Argille Grigie Plio-Pleistoceniche che caratterizza l'intera area, alle contenute pendenze, alla stabilità complessiva della stessa, risulta compatibile nell'ambito prettamente geologico-geotecnico;
- La caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica del sito di progetto è stata ottenuta preliminarmente tramite i dati derivanti da campagne geognostiche geotecniche e sismiche su aree immediatamente limitrofe a quella di intervento con medesime configurazioni lito-stratigrafiche e dai dati disponibili nello studio di MZS dei territori comunali di Mafalda, Montenero di Bisaccia e Montecilfone nonché sulla base dei dati geognostici raccolti nell'archivio della Regione Molise e da studi dell'UGSC e disponibili online;
- Le caratteristiche litotecniche dei litotipi affioranti ed ivi riscontrati (substrato Argilloso AG per le posizioni delle WTG e delle opere immediatamente prossime) risultano idonee e compatibili ad ospitare le strutture in progetto nonché le relative opere di connessione alla rete necessarie (SSEU e Stazione Terna) con caratteristiche globalmente discrete;
- I tratti relativi al cavidotto esterno all'impianto eolico che si svilupperà principalmente su viabilità esistente ed in esercizio, interesseranno parzialmente oltre alle precedenti unità descritte anche DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI - Depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuali;
- In riferimento alle N.T.C. di cui al D.M. del 17/01/18, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in relazione alle indagini geognostiche reperite e consultate, in particolare ai profili sismici a rifrazione eseguiti in prossimità dell'area di intervento, correlandoli con le analisi geologiche-sismiche della Regione Umbria (MZS) possono essere espresse le seguenti considerazioni:

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA05_1.1.5
		Data:	12/09/2023
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	113 di 113

- ✓ le posizioni delle WTC interessano una sequenza stratigrafica e litotecnica relativa alle Argille Grigie formazionali con coperture eluvio-colluviali ed alluvionali di circa 10,0m di spessore complessivi massimi, con un $Fa=1,0$ e valori di V_{seq} inferiori ai 360 m/s da cui si può dedurre una Categoria di suolo C.
 - ✓ le opere di connessione (SSEU-Stazione Terna) interessano depositi alluvionali con un V_{seq} nel caso specifico valutato in circa 380-400 m/s prossima alla Categoria di suolo B, ma considerata nella parametrizzazioni sismiche a titolo cautelativo preliminarmente come Cat. C.
- Topograficamente :
- ✓ l'area sulla quale verranno ubicate le WTC nel caso di configurazione topografica e morfologica peggiore, è afferente ad una morfologia di collinare con pendenza $< 15^\circ$ e pertanto la **categoria topografica** assegnabile al sito in esame è quindi la **T1**.
 - ✓ per l'area di destinazione delle opere di rete (SSEU e Stazione Terna) la morfologia risulta subpianeggiante ed a bassa energia di rilievo, pertanto la categoria topografica risulta essere T1.
- Per il sito relativo all'impianto la Magnitudo media risulta essere 6,22 ad una distanza di 46,0 km, mentre l'ag allo stato SLV risulta pari a 0,118-0,147 (posizioni WTC) e pari a 0,138-0,177 (Area SSEU-Stazione Terna). Tali valori non rappresentano vincolo ostativo per la realizzazione dell'impianto e delle relative opere secondarie di collegamento alla rete elettrica relativamente all'aspetto strutturale-fondazionale, al contrario risulta funzionale al fine di adottare le idonee soluzioni tecniche a sopportare le sollecitazioni sismiche attese per il sito.

Si sottolinea che nella successiva fase esecutiva di progetto, l'analisi e la caratterizzazione geotecnica-sismica e stratigrafica per i singoli elementi di impianto sarà integrata e completata da specifiche analisi geognostiche di dettaglio atte a valutare ed accertare le condizioni geotecniche, sismiche e di stabilità del sito, previa definizione del layout esecutivo di progetto.

San Benedetto del Tronto 14.07.2023

dott. Geol. Alessandro Mascitti