

REGIONE PUGLIA

Provincia di TARANTO



Comune
LATERZA



Comune
CASTELLANETA



**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
EOLICO DENOMINATO "LATERZA 1" COSTITUITO DA
17 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 111,60 MW
E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.**

Relazione Geologica

ELABORATO

PR03

PROPONENTE:

RINASCITA WIND S.R.L.
Contrada Cacapentima snc
74014 Laterza (TA)
pec: rinascitawind@pec.it

cod. id.: E-LARIN

CONSULENTI:

Dott.ssa Elisabetta NANNI
Dott. Ing. Rocco CARONE
Dott. Biol. Fau. Lorenzo GAUDIANO
Dott. Agr. For. Mario STOMACI
Dott. Geol. Michele VALERIO

PROGETTISTI:

 
ATECH **P.M.**
SOCIETÀ DI INGEGNERIA Innovative Engineering
Via Caduti di Nassiriya 55 STUDIO PM SRL
70124 Bari (BA) Via dell'Artigianato 27 75100 Matera (MT)
e-mail: atechsr@libero.it e-mail: paolo.montefinese@pm-studio
pec: atechsr@legalmail.it pec: studiopm@mypec.eu

DIRETTORE TECNICO
Dott. Ing. Orazio TRICARICO
Ordine Ingegneri di Bari n. 4985



Dott. Ing. Paolo MONTEFINESE
Ordine Ingegneri di Matera n. 968



Dott. Ing. Alessandro ANTEZZA
Ordine Ingegneri di Bari n. 10743



0	APRILE 2023	C.C.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE.....	2
3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO	5
3.1 Verifiche con il Piano di Tutela delle Acque.....	7
4. CONDIZIONI DI COMPATIBILITÀ IDRO-GEOMORFOLOGICA DEL SITO INTERESSATO	7
5. CAMPAGNA D’INDAGINI GEOGNOSTICHE PRESE IN RIFERIMENTO	8
5.1 Sondaggio geognostico	8
5.2 Prospezioni geofisiche.....	9
5.2.1 Interpretazione dei dati	9
6. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....	11
6.1 Stima della pericolosità sismica del sito	12
7. MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	15
8. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	16
9. CONCLUSIONI.....	17

1. PREMESSA

Su incarico ottenuto dalla **ATECH srl**, per conto della Società **RINASCITA WIND Srl** con sede in Laterza (TA), Committente della proposta progettuale in oggetto, è stato condotto uno studio geologico, geomorfologico e geognostico preliminare inerente l'area interessata dal Progetto di realizzazione di un impianto eolico denominato "Laterza 1" caratterizzato da 17 turbine di potenza complessiva di 111,60 MW da ubicarsi nel Comune di Laterza (TA), con relative opere di collegamento alla RTN mediante realizzazione di una sottostazione elettrica da realizzarsi nel comune di Castellaneta (TA).

Il presente studio, di corredo ad una più ampia valutazione di tipo paesaggistica per il progetto in essere, al momento ha lo scopo di stabilire la compatibilità dello stesso con gli strumenti di pianificazione territoriale e di descrivere la natura litologica dei terreni, che verranno interessati dal progetto in oggetto, per risalire al loro prevedibile comportamento in dipendenza dei fattori morfologici, geologici, stratigrafici, tettonici, idrogeologici e sismici rilevabili nella zona, prendendo in riferimento dei risultati ottenuti sia dal rilevamento geologico di superficie che da una campagna di indagini geognostiche di tipo diretto ed indiretto eseguita dal sottoscritto in occasione di altri lavori nella stessa area di progetto, oltre che da ulteriori conoscenze dello scrivente.

Successivamente, così come previsto in base alle *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni* di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e alla Circolare esplicativa del 21 gennaio 2019 n° 7 C.S.LL.PP, in sede esecutiva verranno eseguite una serie di indagini geognostiche puntuali al di sotto di ogni aerogeneratore per ottenere una conoscenza geologica e geotecnica più dettagliata del sottosuolo interessato.

L'indagine è stata articolata secondo il seguente programma:

- studio della bibliografia tecnico-scientifica esistente;
- rilevamento geo-litologico di superficie;
- analisi morfologica dei luoghi e relative condizioni di stabilità;
- esame della circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- modellazione geologica del sito;
- caratterizzazione sismica del suolo di fondazione;
- stima della pericolosità sismica del sito;

- caratterizzazione preliminare geotecnica dei terreni di fondazione.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE

L'area in esame, compresa nel Foglio n. 189 e 201 della Carta Geologica d'Italia, si sviluppa a quote variabili dai 350 ai 380 m sul livello del mare.

E' stato realizzato un rilevamento geologico speditivo nell'area in esame, ubicato a circa 3,7 km a nord-ovest del comune di Laterza (TA).

I risultati sono stati cartografati nella Carta Geologica allegata al presente studio, in cui si è ritenuto opportuno evidenziare le caratteristiche litologiche delle Formazioni rocciose.

Dal punto di vista geologico tutto il territorio è caratterizzato da un potente basamento carbonatico cretaceo (riferibile al "Calcarea di Altamura") sul quale poggia in trasgressione una sequenza sedimentaria marina plio - pleistocenica ("Calcarenite di Gravina", "Argille subappennine", "Calcarenite di M. Castiglione") su cui, durante il ritiro del mare presso le attuali coste, si sono accumulati depositi terrazzati, marini e continentali.

In particolare, vengono riconosciute, dal basso verso l'alto, le seguenti unità litostratigrafiche, dalla più antica alla più recente:

- Calcarea di Altamura;
- Calcareniti di Gravina;
- Argille sub-appennine;
- Unità delle "Calcareniti di M. Castiglione";
- Depositi Marini Terrazzati;
- Depositi attuali e recenti.

Il **Calcarea di Altamura** costituisce la litologia più antica presente nell'area. Si tratta di calcari micritici, compatti, di colore bianco a luoghi fossiliferi. Si presentano stratificati, con giacitura sub-orizzontale o al più, gli strati risultano inclinati di alcuni gradi con una leggera immersione verso sud sud-est. La stratificazione viene, spesso, obliterata da un'intensa rete di fratture irregolari riempite di terra rossa. Essa affiora estesamente a nord e a sud dell'area in oggetto.

Tali litotipi sono interessati da fenomeni di dissoluzione carsica, caratteristici di un elevato grado di permeabilità in grande.

Le **Calcareniti di Gravina** poggiano in trasgressione sul Calcarea di Altamura. Affiorano estesamente a sud dell'area di studio.

Si tratta di biocalcareniti porose, variamente cementate, biancastre o giallognole, fossilifere; sono massive, a luoghi stratificate in banchi con giacitura sub-orizzontale. Localmente, in corrispondenza della superficie di trasgressione, si rinviene un orizzonte discontinuo di breccia calcarea rossastra ad elementi carbonatici poco elaborati.

Le **Argille sub-appennine** risultano in continuità stratigrafica con le Calcareniti di Gravina. Si tratta di argille marnoso-siltose con intercalazione sabbiose, di colore grigio-azzurro che sfuma al giallastro, se alterate.

L'ambiente di sedimentazione è di mare profondo. Nel sito di interesse ha uno spessore dell'ordine delle centinaia di metri. Affiora in lembi lungo l'orlo dell'ultimo terrazzo marino, in lembi allineati alla linea di costa, e in aree più depresse quali la Salina Grande.

Le **Unità delle "Calcareniti di M. Castiglione"** sono rappresentate da calcareniti e biocalcareniti a grana medio grossa medio grossa giallastre in trasgressione sui sottostanti termini delle unità di avanfossa. Tale formazione, insieme a quella sottostante argillosa, interessa direttamente i terreni sede sia degli aerogeneratori che di gran parte del cavidotto.

I **Depositi Marini Terrazzati (DMT)** sono costituiti da calcareniti e sabbie terrazzati. Questi depositi poggiano con contatto trasgressivo su superfici di abrasione incise, a vari livelli, nei termini della serie plio-pleistocenica della Fossa Bradanica (Argille subappennine, Calcareniti di Gravina) e in qualche caso direttamente sui calcari cretacei.

Nell'entroterra del Golfo di Taranto, sono stati individuati sei episodi sedimentari relativi ad altrettante superfici terrazzate poste a quote via via più basse. Tali depositi affiorano estesamente man mano che ci si avvicina alla costa: nella zona in esame affiorano le calcareniti depositatesi nel penultimo ciclo sedimentario pre-Tirreniano, hanno un buon grado di diagenesi ed hanno uno spessore residuo affiorante di circa 5,00-6,00 m.

I **Depositi recenti ed attuali** sono caratterizzati da limi generalmente gialli e neri che rappresentano il deposito di zone paludose quali la Salina Grande.

Dal punto di vista morfologico il rilevamento geologico di superficie eseguito nell'area di studio, ha evidenziato come le evoluzioni tettonico-sedimentarie, hanno condizionato, o meglio segnato i caratteri morfologici del territorio.

L'area, nel suo complesso, può essere distinta in due zone con caratteristiche morfologiche differenti fra loro: una zona legata al dominio del tavolato Murgiano, a Nord, ed una zona collinosa interna.

L'altopiano murgiano si presenta allungato da NO a SE e non raggiunge quote molto elevate. La superficie è in genere debolmente ondulata mentre sui suoi margini, a quote via via decrescenti, sono riconoscibili alcuni ripiani, probabilmente corrispondenti a superfici di abrasione, delimitati da scarpate.

La zona collinosa interna, invece, è caratterizzata da una serie di rilievi collinari di tipo tabulare con superfici sommitali che si aggirano intorno ai 450 – 480 m sul livello del mare, in genere allungati da Nord-Ovest a Sud-Est.

Gli effetti dell'erosione appaiono differenziati in rapporto alle unità litologiche affioranti; generalmente le parti elevate dei rilievi sono costituite da conglomerati e da sabbie, mentre sui versanti affiorano le Argille subappennine.

Nei bacini del Fiume Bradano e del Fiume Basento, lungo i fianchi dei rilievi, si osservano serie di lembi di superfici pianeggianti disposte a gradinata e corrispondenti a terrazzi orografici e alluvionali di diverse età. I terrazzi più alti sono situati a circa 400 m di quota, quelli medi sui 300, gli inferiori intorno ai 200 m.

La facile erodibilità dei terreni affioranti in questi bacini ha determinato, soprattutto sugli affioramenti delle Argille subappennine, la comparsa di forme particolari di degradazione. Sui versanti a debole e media pendenza sono infatti presenti piccoli solchi di erosione e colate fangose. Sui declivi più ripidi, esposti a Sud-Ovest, compaiono i calanchi. In alcune aree, dove l'evoluzione delle forme del terreno è più avanzata, si notano rilievi in forma di gobbe tondeggianti.

3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista **idrografico** si rileva che anch'essa risulta condizionata dai vari tipi di permeabilità dei terreni affioranti. Infatti il reticolo idrografico superficiale risulta più significativo e gerarchizzato in corrispondenza degli areali caratterizzati da una minore permeabilità che limita di fatto l'infiltrazione nel sottosuolo (zona di piana costiera-alluvionale); di contro, ove questa è più attiva per una maggiore permeabilità del sottosuolo, si ha una idrografia superficiale meno sviluppata, caratterizzata dalla presenza di profonde incisioni carsiche (gravine), ove si verificano episodici ruscellamenti solo in occasione di intense precipitazioni (zone interne corrispondenti con gli affioramenti carbonatici).

Infatti, il territorio in esame è interessato da una rete idrografica abbastanza sviluppata soprattutto in corrispondenza degli affioramenti sabbioso-conglomeratici e limoso-argillosi costituenti la serie dei Depositi Marini Terrazzati post-calabrianici. Esso è posto nel bacino idrografico dell'arco ionico, nella zona occidentale della provincia di Taranto.

Nella fascia pedemontana il territorio, caratterizzato dagli affioramenti carbonatici, risulta inciso da solchi erosivi, di norma asciutti; solo in occasioni di intense precipitazioni si attivano brevi ruscellamenti.

Dal punto di vista **idrogeologico** in relazione ai tipi di permeabilità che caratterizzano i terreni costituenti l'assetto litostratigrafico del territorio di Laterza è possibile distinguere due acquiferi, sovrapposti e separati, entro i quali si esplica la circolazione idrica sotterranea.

Uno di tipo carsico, profondo, che ha sede nel basamento calcareo-dolomitico, permeabile per fratturazione e carsismo, caratterizzato da notevole potenzialità e spessore.

Un secondo acquifero, di tipo superficiale, localizzato nei depositi sabbiosi e conglomeratici calabrianici e post-calabrianici, permeabili per porosità, sostenuta dal complesso argilloso impermeabile.

L'acquifero profondo afferisce all'estesa Unità Idrogeologica della Murgia, da cui trae alimentazione e si estende fino alla costa. La falda ospitata galleggia sull'acqua di ingressione marina e l'acquifero risulta delimitato superiormente dal letto delle argille subappennine, che concorrono a tenere in pressione la falda solo in corrispondenza di tale copertura. La profondità di rinvenimento della falda profonda varia in relazione all'altitudine dei luoghi (da più di 200 m nella zona settentrionale a

pochi metri nella fascia costiera). Infatti dalla visione della Tav. 6.2 del P.T.A. e da freatimetrie locali, nell'area oggetto di indagine il livello di falda di base è ubicato indicativamente a circa 50 m da p.c., quindi ben oltre i 300 m da p.c.. I dati al momento disponibili non mostrano l'esistenza di falde superficiali.

L'acquifero superficiale trae, invece, alimentazione dagli apporti meteorici ricadenti sugli stessi affioramenti sabbioso-conglomeratici, entro cui ha sede e, per questa ragione (area di alimentazione poco estesa, che limita la naturale ricarica), la sua potenzialità è piuttosto modesta e la sua circolazione è blanda, di norma a pelo libero, orientata verso le incisioni morfologiche.

La profondità di rinvenimento varia sensibilmente tra circa 15-20 m a nord fino a oltre 100 m dal p.c. più a sud, in funzione della quota di rinvenimento del tetto impermeabile del complesso argilloso, da cui è sostenuta.

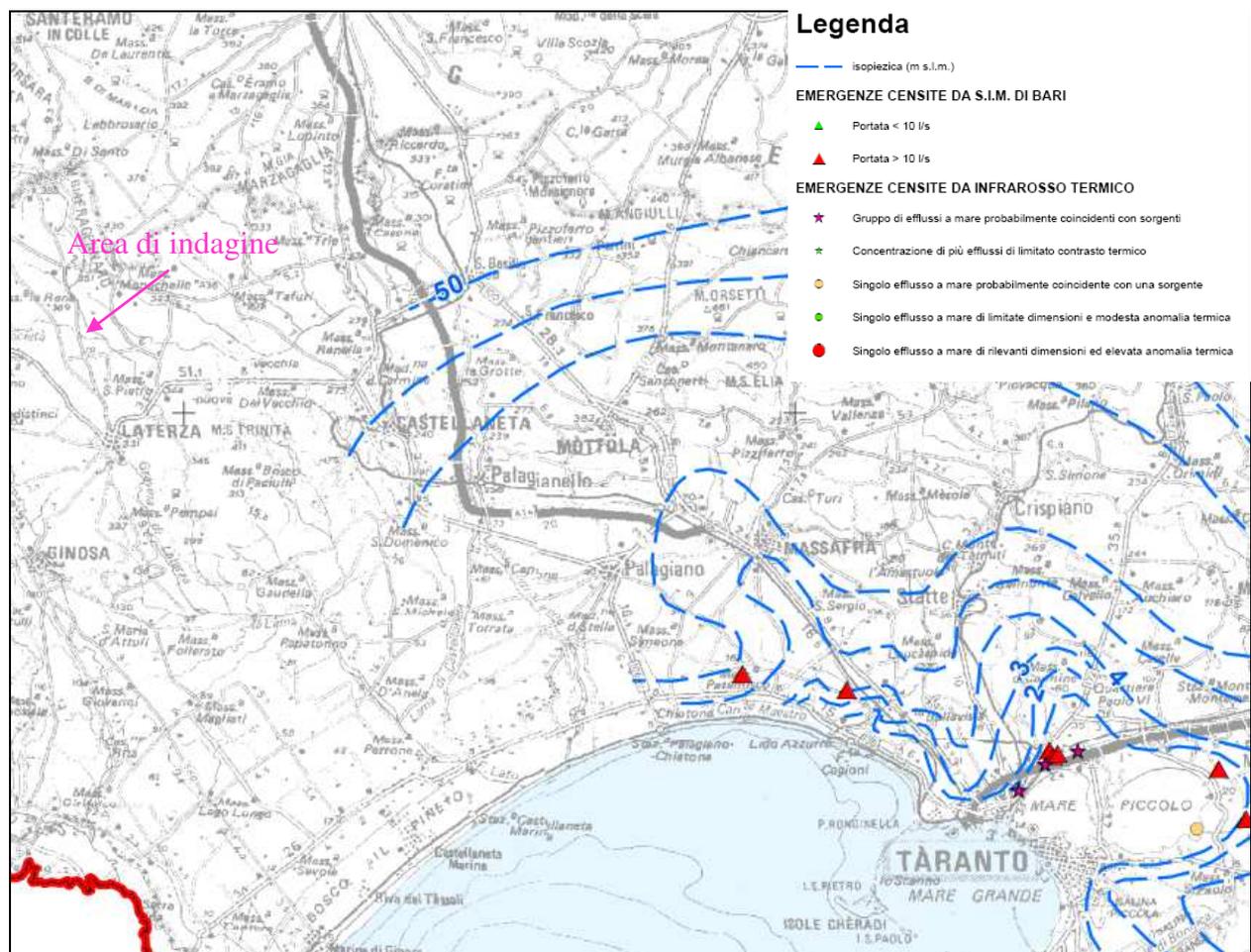


Fig. 1: Stralcio della carta della distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento

3.1 Verifiche con il Piano di Tutela delle Acque

La Regione Puglia, con Delibera n° 230 del 20/10/2009, ha adottato il Piano di Tutela delle Acque ai sensi dell'articolo 121 del Decreto legislativo n. 152/2006, strumento finalizzato al raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici e, più in generale, alla protezione dell'intero sistema idrico superficiale e sotterraneo.

Con tale Piano vengono adottate alcune misure di salvaguardia distinte in:

1. Misure di Tutela quali-quantitativa dei corpi idrici sotterranei;
2. Misure di salvaguardia per le zone di protezione speciale idrogeologica;
3. Misure integrative (area di rispetto del canale principale dell'Acquedotto pugliese).

Si tratta di prescrizioni a carattere immediatamente vincolanti per le Amministrazioni, per gli Enti Pubblici, nonché per i soggetti privati.

Con riferimento alle cartografie allegate al Piano, l'area di indagine ricade in "aree a tutela quali-quantitativa". Tuttavia il progetto in essere non comporta emungimenti da pozzi idrici.

Inoltre il perseguimento dell'obiettivo di Tutela quali-quantitativa dei corpi idrici, ha portato all'individuazione di particolari perimetrazioni a Protezione Speciale Idrogeologica, il cui obiettivo è quello di ridurre, mitigare e regolamentare le attività antropiche che si svolgono o che si potranno svolgere in tali aree.

Sulla base di tali prescrizioni, è possibile affermare che l'area di indagine non ricade in alcuna Area a Protezione Speciale Idrogeologica.

4. CONDIZIONI DI COMPATIBILITÀ IDRO-GEOMORFOLOGICA DEL SITO INTERESSATO

La Regione Puglia, nella veste dell'Autorità di Bacino che ha redatto il P.A.I. (Piano di bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico), ha provveduto alla perimetrazione delle aree a pericolosità/rischio idraulico e geomorfologico. Il P.A.I., ai sensi dell'articolo 17 comma 6 *ter* della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico - operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla

conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

L'area di indagine, ubicata in agro del comune di Laterza, non rientra in alcuna fascia di pertinenza fluviale, né in alcuna classe a pericolosità/rischio idraulico e geomorfologico, come si evince dalla carta del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico allegata al presente studio, non essendovi fenomeni di allagamento di particolare rilievo neppure nei periodi di massima registrazione delle precipitazioni, né fenomeni legati a movimenti franosi.

Nelle aree che non rientrano nelle perimetrazioni del P.A.I. sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica/geomorfologica in relazione alla natura dell'intervento, poc'anzi citata ed al contesto territoriale. Pertanto l'intervento proposto risulta del tutto compatibile con le prescrizioni previste dalle N.T.A. del P.A.I. (Piano di bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico).

5. CAMPAGNA D'INDAGINI GEOGNOSTICHE PRESE IN RIFERIMENTO

5.1 Sondaggio geognostico

Dopo aver eseguito una serie di accertamenti superficiali, basati prevalentemente sul rilevamento geologico e morfologico, per una più dettagliata conoscenza del sottosuolo, si è preso in riferimento un sondaggio geognostico eseguito dal sottoscritto in occasione di altri lavori ubicato nelle adiacenze degli aerogeneratori n° 13 e 14, con il metodo della rotazione a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di 30 metri.

Il sondaggio eseguito si trova alle quote altimetriche di 352 m circa sul livello medio del mare.

La realizzazione del sondaggio meccanico ha consentito di accertare in modo diretto, seppure puntuale, le caratteristiche litologiche, le condizioni idrogeologiche e la qualità dei terreni che verranno interessati dal parco eolico.

Si è ottenuta, così, una seppur puntuale precisa stratigrafia del sottosuolo e, per meglio caratterizzare i litotipi presenti, sono stati prelevati alcuni campioni indisturbati sui quali sono state realizzate analisi fisiche e prove geotecniche di laboratorio.

In maniera più specifica, il sottosuolo, dall'alto verso il basso, è costituito da:

- Argilla limosa fino alla profondità di 3,50 m dal p.c.;
- Argilla grigia e grigio-azzurra, fino a f.f.

Durante la perforazione non è stata rinvenuta falda idrica.

5.2 Prospezioni geofisiche

Oltre al sondaggio geognostico, è stata presa in riferimento una campagna di prospezioni geofisiche realizzata non distante dalla stessa area del sondaggio, con gli obiettivi di determinare i principali parametri elasto-meccanici delle rocce costituenti il piano di sedime dell'opera in progetto e caratterizzare il suolo di fondazione ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 e alla Circolare esplicativa del 21 gennaio 2019 n° 7 C.S.LL.PP.

Le indagini geofisiche sono state articolate nelle modalità seguenti di esecuzione:

- n. 2 profil sismici a rifrazione con acquisizione di tipo MASW.

L'analisi delle onde superficiali è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno secondo un array lineare da **24** geofoni, lungo **69** m con spaziatura pari a **3 m** (partendo da 0 m). Per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni da 4.5 Hz, è stato utilizzato un sismografo a 24 bit.

Nell'esecuzione della prova MASW è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 8 Kg battente su piattello metallico.

5.2.1 Interpretazione dei dati

Quanto emerso dall'indagine indiretta eseguita, opportunamente correlato con i dati di campagna e letteratura sul sito, ha permesso di ricostruire con buon dettaglio la stratigrafia del sottosuolo.

Gli orizzonti sismici individuati sono da mettere in relazione a locali difformità legate alla estensione del sito.

In dettaglio la sezione sismo-stratigrafica dello stendimento eseguito nei pressi dell'aerogeneratore n. 12 è così definita:

- da 0.0 m a 2.0 m dal p.c.

SISMOSTRATO 1 - riferibile a terreno vegetale

- da 2.0 m a 5.0 m dal p.c.

SISMOSTRATO 2 - riferibile depositi argillosi mediamente compatti

- da 5.0 m a 20.0 m dal p.c.

SISMOSTRATO 3 - riferibile depositi argillosi molto compatti

Di seguito si riportano i moduli elastici dinamici stimati mediante formule matematiche per i sismostrati individuati:

Sismostrato (m) da 0 a	Spessore sismostrato (m)	Litotipo	γ Peso di volume (Kg/m ³)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	ρ Densità (Kg/m ³)	μ Modulo di Poisson	G Modulo di Taglio (MPa)	K Modulo di incompressibilità (Mpa)	E Modulo di Young (Mpa)
2	2	Terreno vegetale e terreno argilloso limoso	1300	300	120	132.6	0.40	18.72	117.04	52.59
5	3	Depositi argillosi mediamente compatti	1700	1500	567	173.4	0.42	546.53	3826.30	1548.49
20	15	Depositi argillosi molto compatti	2500	2200	980	254.9	0.38	2401.00	12104.10	6608.63

Per quanto riguarda dello stendimento eseguito nei pressi dell'aerogeneratore n. 14 la sezione sismo-stratigrafica è così definita:

- da 0.0 m a 3.0 m dal p.c.

SISMOSTRATO 1 - riferibile a terreno vegetale

- da 3.0 m a 8.0 m dal p.c.

SISMOSTRATO 2 - riferibile depositi argillosi mediamente compatti

- da 8.0 m a 20.0 m dal p.c.

SISMOSTRATO 3 - riferibile depositi argillosi molto compatti

Di seguito si riportano i moduli elastici dinamici stimati mediante formule matematiche per i sismostrati individuati:

Sismostrato (m) da 0 a	Spessore sismostrato (m)	Litotipo	γ Peso di volume (Kg/m ³)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	ρ Densità (Kg/m ³)	μ Modulo di Poisson	G Modulo di Taglio (MPa)	K Modulo di incompressibilità (Mpa)	E Modulo di Young (Mpa)
3	3	Terreno vegetale e terreno argilloso limoso	1300	300	128	132.6	0.39	21.30	117.04	59.16
8	5	Depositi argillosi mediamente compatti	1700	1600	520	173.4	0.44	459.68	4353.48	1324.75
20	12	Depositi argillosi molto compatti	2500	2200	950	254.9	0.39	2256.25	12104.10	6251.60

6. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Secondo il D.M. del 17 gennaio 2018, per la definizione delle azioni sismiche di progetto secondo l'approccio semplificato riconducibile alle cinque categorie di sottosuolo, si fa riferimento alla cosiddetta **V_{s,eq}** valutato dalla seguente espressione:

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

dove:

h_i = spessore dell' i -esimo strato

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato

N = numero di strati

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia e terreno molto rigido, caratterizzato da V_S non inferiore a 800 m/s.

Il valore della $V_{s,eq}$ è stato determinato in base delle indagini indirette succitate prese in riferimento. Tali indagini hanno fornito dei valori sperimentali tale da poter attribuire il suolo su cui ricadrà l'opera in progetto alla **CATEGORIA "B"** e alla **CATEGORIA "C"**, che, in base alla nuova definizione fornita dal D.M. del 17 gennaio 2018 rientrano come definito dalla seguente Fig. 2:

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

Fig. 2: Stralcio del D.M. 17 gennaio 2018

Si precisa che tali dati derivano comunque da indagini di tipo puntuale e che di contro, le formazioni litologiche interessate, sono caratterizzate da un'estrema variabilità litologica.

Pertanto, in fase esecutiva, si dovranno effettuare ulteriori opportune indagini in situ in altre aree, considerando l'estensione dell'area di studio, ove dovrà essere verificata la corrispondenza ad ogni categoria sismica.

6.1 Stima della pericolosità sismica del sito

La pericolosità sismica di un sito, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche; essa deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle **NTC**, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (*reticolo di riferimento, Fig. 3*) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un *intervallo di riferimento* compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;

Per le categorie di sottosuolo di fondazione (**categoria B-C** per il sito in esame) definite dal D.M. 17/01/2018 al comma 3. 2. 2, i coefficienti **Ss** e **Cc** possono essere calcolati in funzione dei valori di F_0 e **Tc**, relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tabella 3.2.V, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Inoltre, poiché l'area in esame presenta pendenze nulle, si attribuisce ad essa la Categoria topografica T1 e pertanto il coefficiente da considerare vale 1,0.

Nella Tab. 1 di seguito riportata vengono inseriti i dati utili allo studio della pericolosità sismica del sito:

Denominazione parametro sismico	Valore di input
Vita nominale (anni)	30
Classe d'uso	I
Categoria di sottosuolo	B-C
Categoria topografica	T1
Coordinate geografiche	Latitudine: 40.667091°
	Longitudine: 16.741941°

Tabella 1: Valori dei parametri per lo studio della pericolosità sismica

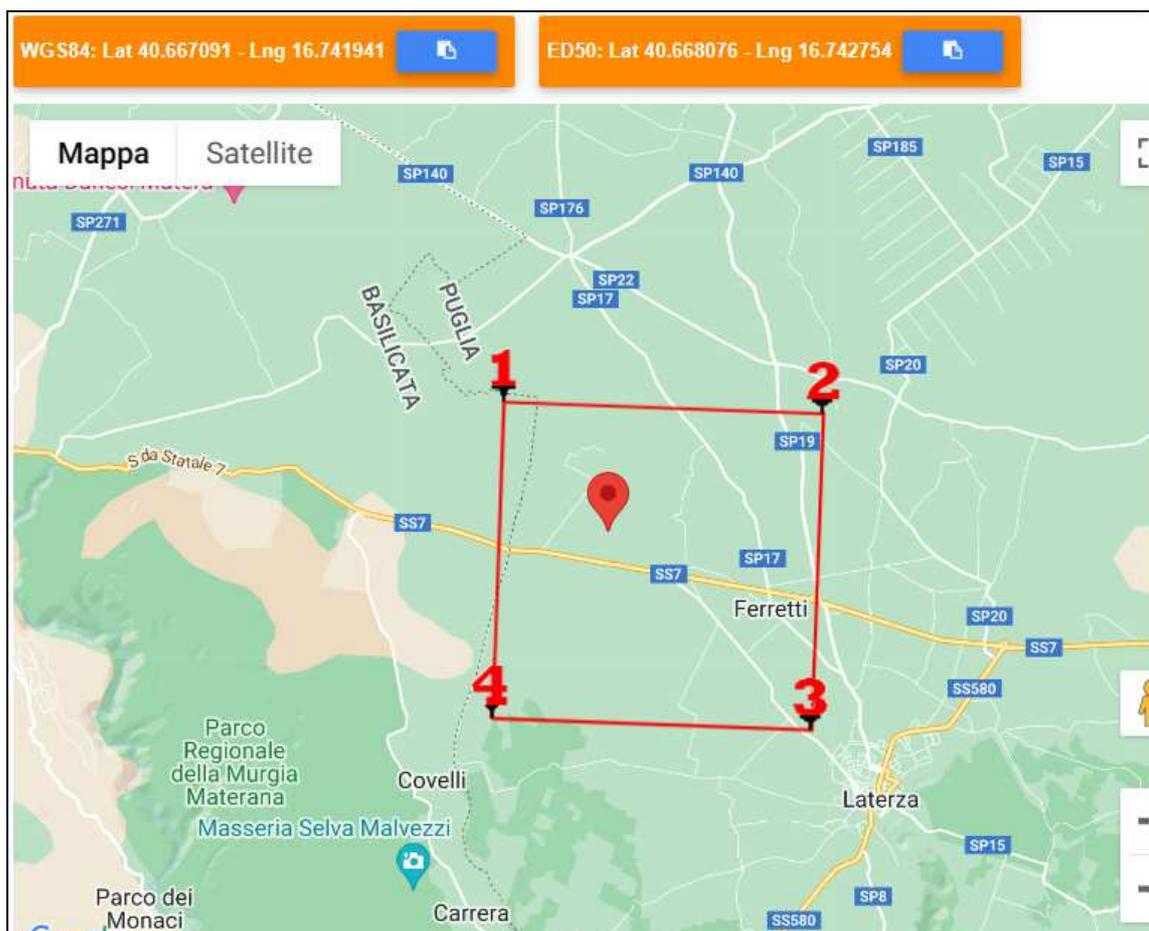


Fig. 3: Vertici del reticolo di riferimento

Per determinare, in via del tutto teorica e approssimativa, i valori di F_0 , T^*c e A_g utili alla definizione dello spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali, sempre secondo le Norme tecniche del D.M. 17/01/18, le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_r , ricavato per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u .

Nel caso in esame, come detto, si è fatto quindi riferimento ad una **Vita Nominale di 30 anni** e ad un coefficiente di **Classe d'uso I** che ha valore pari ad **0.7**.

Pertanto i valori delle forme spettrali da considerarsi sono i seguenti (Fig. 4, da Geostru Parametri sismici):

Stati limite

 Classe Edificio

I. Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...

 Vita Nominale 30

 Interpolazione Media ponderata

CU = 0.7

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.036	2.445	0.280
Danno (SLD)	35	0.039	2.466	0.284
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.117	2.503	0.335
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.153	2.517	0.339
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

Fig. 4: Valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati ai vari SL

7. MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Dal rilevamento geologico di superficie caratterizzati dalla visione di affioramenti naturali e dai dati provenienti da indagini geognostiche eseguite dal sottoscritto nella stessa area di studio in occasione di altri lavori, si è potuto di ricostruire la successione lito-stratigrafica che caratterizza l'area di progetto.

Le aree interessate dagli aerogeneratori di progetto risultano essere interessate da calcareniti e biocalcareni farinose con brecce calcaree proprie della Formazione delle Calcareniti di M. Castiglione, poggianti dopo pochi metri sulle Argille subappennine grigio-azzurre di natura marnoso-siltosa con livelli sabbiosi e successivamente sulle biocalcareni relative alla Calcarenite di Gravina, a loro volta poggianti in trasgressione sui depositi carbonatici caratterizzati da calcari micritici, compatti, di colore bianco.

Dal punto di vista idrogeologico i dati disponibili hanno determinato la presenza di una falda profonda che si attesta mediamente oltre i 300 m circa da p.c e non evidenziano la presenza di falde superficiali.

8. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Per la loro caratterizzazione sono stati presi in considerazione sia i dati provenienti dalle analisi geotecniche di laboratorio effettuate sui campioni prelevati in sito, a diverse profondità, dal sondaggio a carotaggio continuo preso in riferimento, che i parametri ottenuti attraverso varie correlazioni sia delle prove SPT eseguite sempre nello stesso foro di sondaggio.

Di seguito si riportano nelle tabelle riassuntive i parametri fisici e meccanici, relativi alle tre tipologie di indagini, per ogni litotipo individuato:

Tabella 1 – Valori provenienti dalle prove SPT in foro

Litotipo	Densità di volume g/cm ³	Coesione non drenata kg/cm ²	Modulo di Young kg/cm ²	Modulo edometrico kg/cm ²
Argille grigie e grigio-azzurre con grado di compattezza crescente con la profondità	2.0-2.2	0.95-2.3	140-340	64-155

Tabella 2 – Valori provenienti dalle prove di laboratorio

Litotipo	Densità di volume g/cm ³	Coesione KPa	Coesione non drenata KPa	Angolo d'attrito °
Argille grigie e grigio-azzurre con grado di compattezza crescente con la profondità	1.8-1.9	21-24	52-92	25

Si ribadisce che tali dati derivano comunque da indagini di tipo puntuale e che di contro, le formazioni litologiche interessate, sono caratterizzate da una variabilità di comportamento fisico-meccanico da punto a punto.

Pertanto, in fase esecutiva, si dovranno effettuare opportune indagini in situ in corrispondenza di ogni aerogeneratore e nelle operazioni di scavo per le fondazioni dovrà essere verificata la corrispondenza descrittiva e geotecnica di tutta la porzione di terreno coinvolta dall'opera di progetto, differendo, in caso contrario, la tipologia o la profondità delle fondazioni preventivate.

9. CONCLUSIONI

Il programma di studi e le indagini eseguite in sito, hanno consentito di caratterizzare preliminarmente sotto il profilo geologico, stratigrafico-strutturale e geotecnico il sottosuolo, nonché i terreni di fondazione, interessati dall'opera di progetto, da realizzarsi in agro del comune di Laterza.

Sulla base delle indagini geognostiche prese in riferimento e dal rilevamento geologico di superficie, unitamente alla consultazione della Carta Geologica ufficiale, è risultato che il terreno di sedime è costituito più superficialmente principalmente da calcareniti e biocalcareni farinose con breccie calcaree poggianti sui depositi argilloso-marnosi.

Le caratteristiche fisico - meccaniche generali di tale Formazione risultano essere da discrete a buone.

Dal punto di vista idrogeologico, il livello di falda superficiale nel sito di progetto è ubicato mediamente in corrispondenza dell'altezza piezometrica di circa 50 metri sul livello del mare. La direzione preferenziale del deflusso sotterraneo risulta essere orientata da Nord verso Sud.

Dalle indagini sismiche realizzate prese in riferimento, si è riscontrato un valore sperimentale tale da poter attribuire il suolo su cui ricadrà l'opera in progetto alla **CATEGORIA "B" e "C"**, le quali tuttavia dovranno essere verificate anche in altre aree data la sua estensione.

Dalla consultazione della cartografia PAI redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia, sulle aree interessate dall'opera in progetto non vi sono segnalazioni di alcun tipo di Rischio Idrogeologico, né di Frana né di Inondazione.

L'insieme delle risultanze acquisite permettono di dare un giudizio positivo sulla stabilità dell'opera.

Pur tenendo in considerazione quanto scaturisce dal presente lavoro non si potrà prescindere, in fase esecutiva, al fine di per ottenere una conoscenza più dettagliata del sottosuolo interessato, in primis dall'effettuare opportune indagini geognostiche in situ (carotaggi) in corrispondenza di ogni aerogeneratore, oltre che dall'effettuare ulteriori sopralluoghi e controlli, per poter elaborare una progettazione esecutiva dell'opera nel rispetto delle NTC 2018.

Non essendo stati riscontrati impedimenti riguardo eventuali amplificazioni sismiche dovute alla presenza di falde superficiali, di elementi tettonici attivi nelle immediate vicinanze del sito in esame, ed ancora l'assenza di fenomeni erosivi degni di rilievo e di problemi di instabilità quali frane e smottamenti, si esprime parere favorevole alla realizzazione dell'opera di progetto.

Bitonto, marzo 2023

Il Geologo

Dott. Michele Valerio



ELENCO ALLEGATI

- ALLEGATO 1: CARTA GEOLOGICA
- ALLEGATO 2: CARTA IDROGEOMORFOLOGICA
- ALLEGATO 3: CARTA DEL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

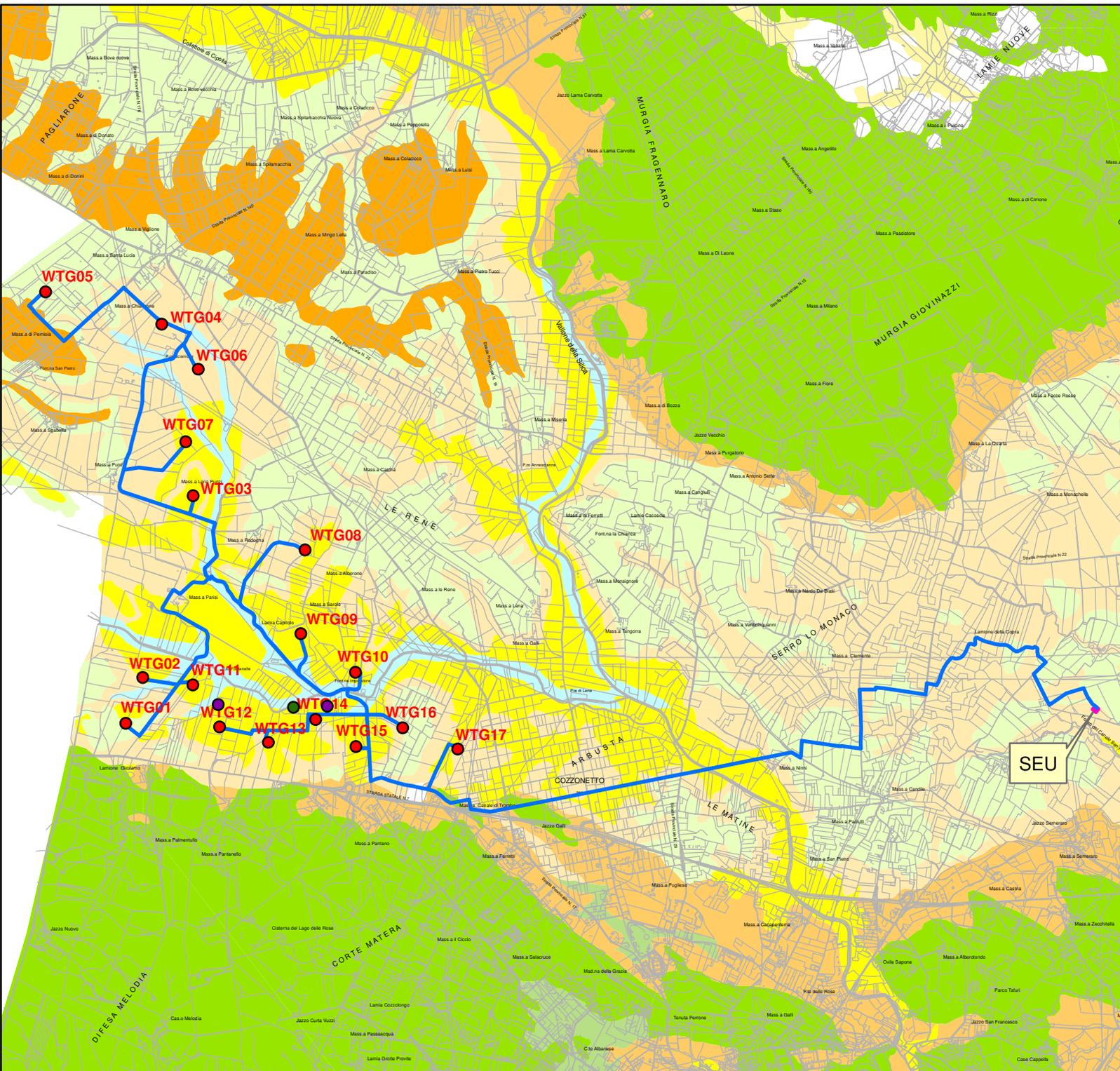
Legenda

-  Aerogeneratori
-  Cavidotto
-  Ubicazione sondaggio di riferimento
-  Ubicazione sismiche di riferimento
-  Depositi sabbioso-ciottolosi presenti sugli alvei dei solchi attuali.
-  Depositi alluvionali terrazzati, di ambiente lacustre e fluvio-lacustre, ciottoloso-sabbiosi.
-  Argille Calcigne.
Argille e marne siltose grigie con concrezioni calcaree bianche.
-  Calcareniti di M. Castiglione
Biocalcareni grossolane (compatte o farinose), con breccie calcaree. Permeabili per porosità.
-  Argille del Bradano
Argille marnose e marne argillose con intercalazioni sabbiose. Impermeabili.
-  Calcareniti di Gravina
Biocalcareni massicce, generalmente a grana fine, trasgressive sul calcare di Altamura. Permeabili per porosità.
-  Calcare di Altamura
Strati e banchi calcarei a Rudiste ed Echinidi con a letto prevalenza di calcari dolomitici di color grigio scuro. Permeabile per fessurazione e carsismo.

Carta Geologica



scala 1:60.000



Legenda

- Aerogeneratori
- Cavidotto
- FORME DI VERSANTE**
 - Nicchia di distacco
 - Corpo di frana
 - Cono di detrito
 - Area interessata da dissesto diffuso
 - Area a calanchi e forme simili
 - Orlo di scarpata delimitante forme semispianate
 - Cresta affilata
 - Cresta smussata
 - Asse di displuvio
- Dissesto gravitativo**

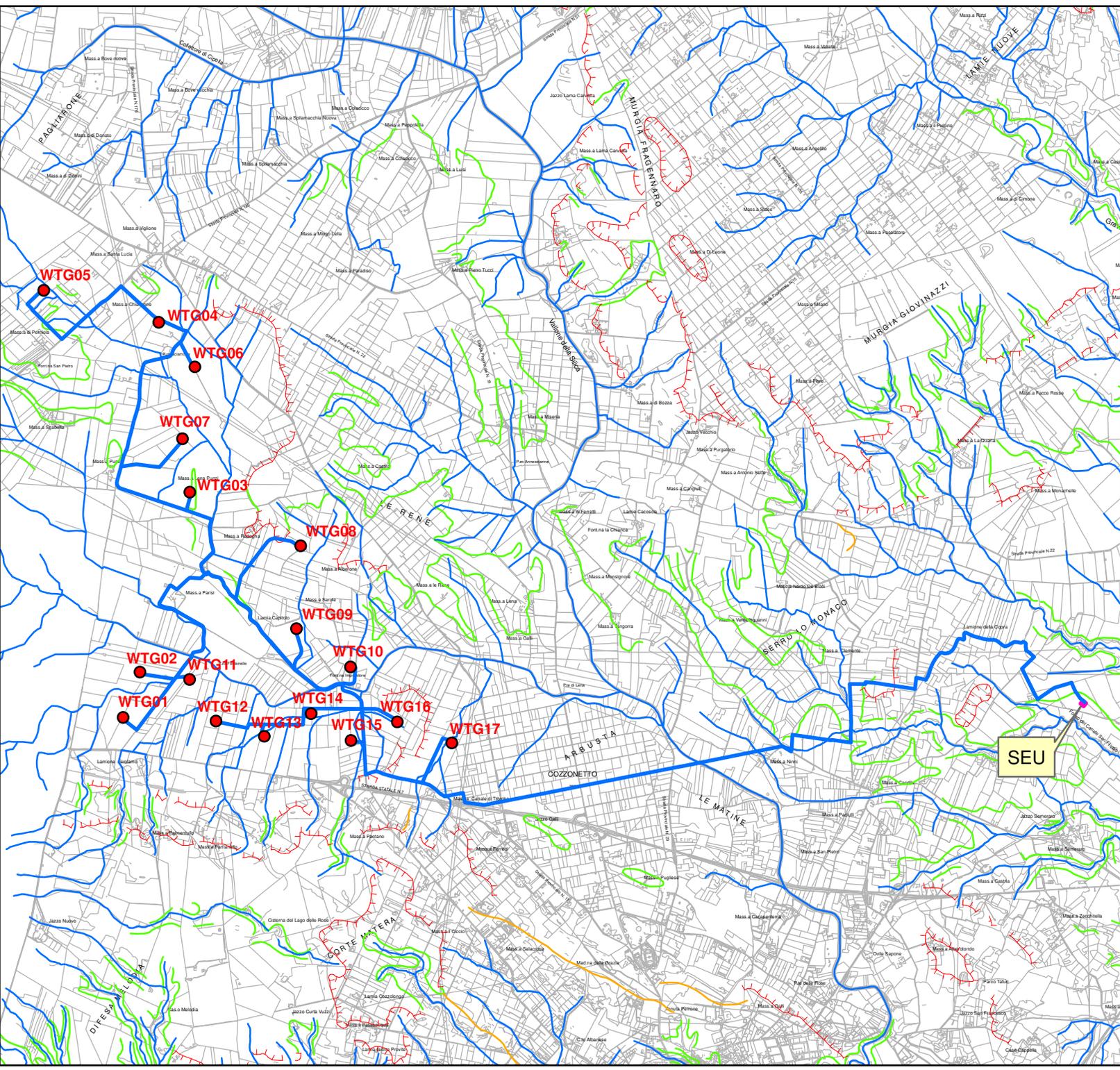
- FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA**
 - Ripa di erosione
 - Ciglio di sponda

- FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE**
 - Corso d'acqua
 - Corso d'acqua episodico
 - Corso d'acqua obliterato
 - Corso d'acqua tombato
 - Recapito finale di bacino endoreico
 - Sorgente

Carta Idrogeomorfologica



scala 1:60.000



Legenda

 Aerogeneratori

 Cavidotto

Pericolosità Geomorfológica

 Molto elevata (PG3)

 Elevata (PG2)

 Media e moderata (PG1)

Pericolosità Idraulica

 Alta (AP)

 Moderata (MP)

 Bassa (BP)

Carta del Piano per l'Assetto Idrogeologico



scala 1:60.000

