



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di FOGGIA



COMUNE di FOGGIA



Progetto Uno

Progetto Uno s.r.l. via Napoli, 116 - cap. 95127 Catania (CT)  
amm.: Oliver Lutz - cod. fisc. 0585151074 Tel.:3386386396

## PROGETTO DEFINITIVO

### Progetto per la realizzazione di un impianto eolico denominato "Wind 1" della potenza nominale di 54,4 MW nel Comune di Foggia loc. Cantone

Decreto Legislativo 29 dicembre 2003 n° 387- Attuazione della direttiva 2001/77/CE  
Promozione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità'

ELABORATO

## Relazione Geotecnica

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.	
A4	/	PRO	PROG	REL	012		PRO-PROG-REL-012

Coordinamento e Progettazione	 <p><b>Studio Tecnico Associato</b> ing. Giovanni Bruno - arch. G.Farinola Viale Europa, 62/a Foggia (FG) Tel. 0881373998 - 3356013949 E-mail: ingbruno@tiscali.it</p>	Studio Archeologico	 <p><b>Dott. Antonio Mesisca</b> Via Aldo Moro B/5 82021 Apice (BN) Tel. 3271616306 E-mail: mesisca.antonio@virgilio.it</p>
Studio Geologico e consulenza ambientale	<p><b>Geol. Francesco Ferrante</b> Studio di Geologia Tecnica e Ambientale Via Attilio Benvenuto, 76 - Foggia (FG) Tel. 0881742216 - 3385654577 E-mail: ferrantegeo@gmail.com</p>	Studio Agronomico	<p><b>Dott. Antonio Totaro</b> Viale L. Da Vinci, 1 Manfredonia (FG) Tel. 3486403829 E-mail: atotaro033@gmail.com</p>
Studio Paesaggistico	<p><b>Arch. Giuseppe Farinola</b> Viale Europa, 62/a Foggia (FG) Tel. 0881373998 - 3387535391 E-mail: agfarinola@virgilio.it</p>	Studio Elettrico	 <p><b>Sciacca &amp; Partners S.r.l.</b> C.so Vittorio Emanuele III, 51 96015 Francofonte (SR) CF e P.IVA: 01871700892 E-mail: noi@sciaccapartners.it</p>
Rilievo Topografico	 <p><b>Studio Tecnico</b> <b>Dott. Agr. Rocco Iacullo</b> Via Padre Antonio da Olivadi, 89 - Foggia Tel. 0881665592 - 3930051965 E-mail: studioiacullo@gmail.com</p>	Studio Acustico	<p><b>Ing. Michele Russo</b> Via Mascagni, 1 - Margherita di Savoia (BT) Tel. 3495343724 E-mail: russomicheleing@gmail.com</p>

Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione

<b>Progetto Uno</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>PRO-PROG-REL-012</b>
	<b>Relazione Geotecnica</b>	Data: <b>27/01/2023</b>
		Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>2</b>

## Sommario

1	Premessa .....	3
2	Inquadramento del Progetto ed Area d’Intervento .....	3
3	Caratteristiche Geologiche e Geomorfologiche .....	5
4	Litotipi Locali ed Assetto Litostratigrafico .....	5
4.1	Geolitologia.....	6
4.2	Geomorfologia .....	8
5	Indagini .....	9
6	Sequenza Litostratigrafica.....	11
7	Sismicità .....	13
8	Caratterizzazione Fisica e Geomeccanica del Terreno .....	17
9	Conclusioni .....	19

	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>PRO-PROG-REL-012</b>
	<b>Relazione Geotecnica</b>	Data: <b>27/01/2023</b>
		Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>3</b>

## 1 Premessa

La presente Relazione si riferisce al Progetto Definitivo di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato “WIND1”, e sito nel Comune di Foggia (FG) (nel seguito: il “**Progetto**”).

La società proponente è la PROGETTO UNO s.r.l., con sede in Via Napoli, 116 – 95127 Catania (CT), P.IVA 0585151074 (nel seguito: il “**Soggetto proponente**”).

L’impianto è costituito da n. 8 aerogeneratori (modello VESTAS V172 – SO/SO4); diametro 172 m; Altezza hub 114 m) localizzati nel Comune di Foggia, ciascuno della potenza di 6,8 MW, per una potenza di immissione complessiva dell’impianto pari a 54,4 MW.

Gli aerogeneratori sono ubicati all’interno del Comune di Foggia (FG), mentre le opere di connessione alla Stazione Utente si sviluppano nei territori comunali di Foggia e Lucera. L’impianto sarà allacciato alla Stazione Elettrica Terna “Lucera”, tramite connessione a 36 kV.

La presente relazione geotecnica, in conformità con il DM 17/01/18, è comprensiva di una descrizione generale dell’opera e dei criteri generali di analisi e verifica.

## 2 Inquadramento del Progetto ed Area d’Intervento

Oggetto della presente relazione è il progetto di fondazioni per torri eoliche da realizzarsi nel comune di Foggia (FG). Il progetto prevede l’installazione di n. 8 aerogeneratori modello VESTAS V172 – SO/SO3 (potenza complessiva = 54,4 MW), con altezza al mozzo pari a 114 metri e diametro delle pale di 172 m.

Nella seguente Tabella 1 si elencano le posizioni degli aerogeneratori che costituiscono il Progetto, espresse in coordinate WGS 84, fuso UTM 33:

Aerogeneratori	Coordinate – EPSG32633 UTM 33 WGS84		Coordinate geografiche - EPSG4326 Lat Long	
<b>A1</b>	545815	4600130	41,551523207	15,549361999
<b>A2</b>	546243	4600428	41,554182646	15,554516802
<b>A3</b>	546671	4600726	41,556841849	15,559672027
<b>A4</b>	547098	4601332	41,562275008	15,564839839
<b>A5</b>	547908	4601213	41,561155058	15,574544098
<b>A6</b>	547798	4600558	41,555262116	15,573172840
<b>A7</b>	547302	4600392	41,553796459	15,567212234
<b>A8</b>	545778	4599308	41,544121600	15,548855734

Tabella 1: Posizione aerogeneratori (WGS 84 UTM 33)

Gli 8 aerogeneratori si trovano ubicati, al Catasto terreni del Comune di Foggia, ai seguenti Fogli:

Aerogeneratori	Foglio	Particella
A1	26	181
A2	26	152
A3	26	153
A4	3	258
A5	10	14
A6	10	455/33
A7	10	21/280
A8	26	171

Tabella 2: Inquadramento catastale aerogeneratori

L'area interessata dal campo eolico, più nello specifico dagli aerogeneratori, è posta a circa 40/45 metri s.l.m. Il territorio su cui è collocata la Stazione Elettrica Terna "Lucera" è situato a circa 60 metri s.l.m. Nelle seguenti figure è riportato un inquadramento territoriale del parco eolico.

Layout su base IGM

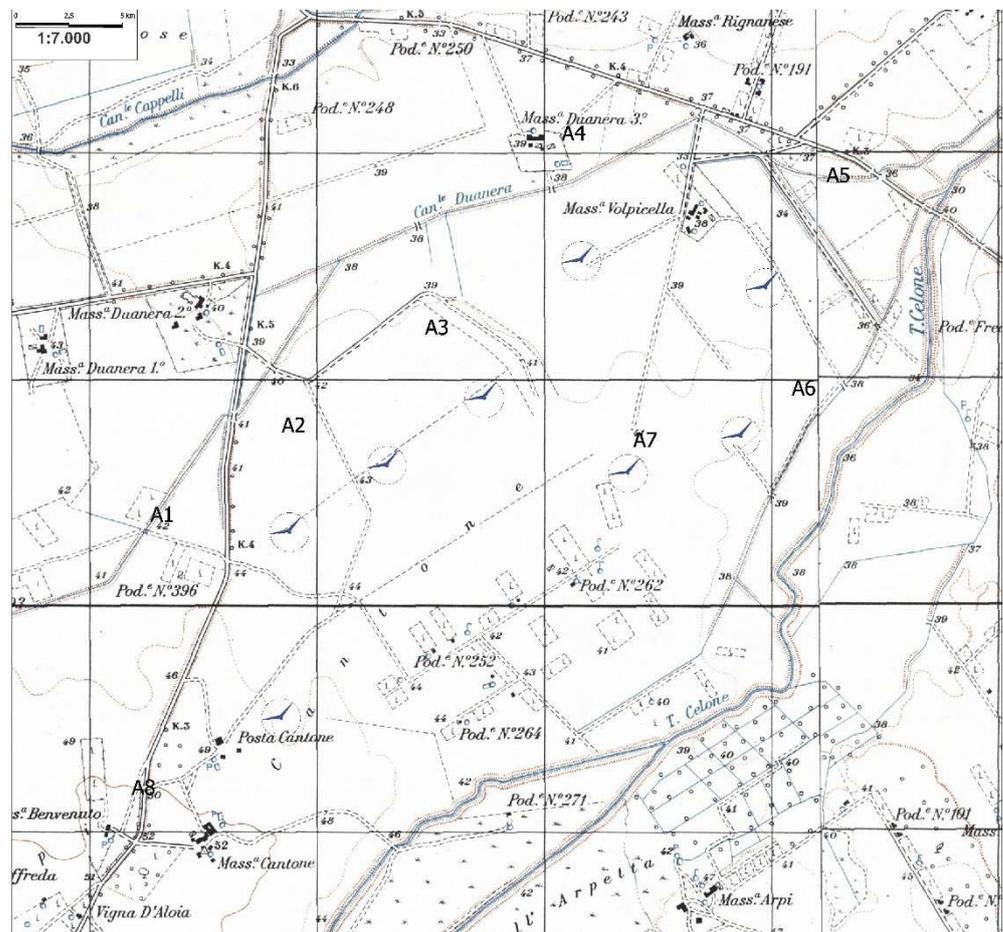


Figura 1: Inquadramento territoriale impianto

Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-012
	Relazione Geotecnica	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 5		

### 3 Caratteristiche Geologiche e Geomorfologiche

Il Tavoliere di Puglia rappresenta il settore settentrionale della Fossa bradanica, limitato ad Ovest dal Subappennino dauno e ad Est dal Promontorio del Gargano (Fig 2).

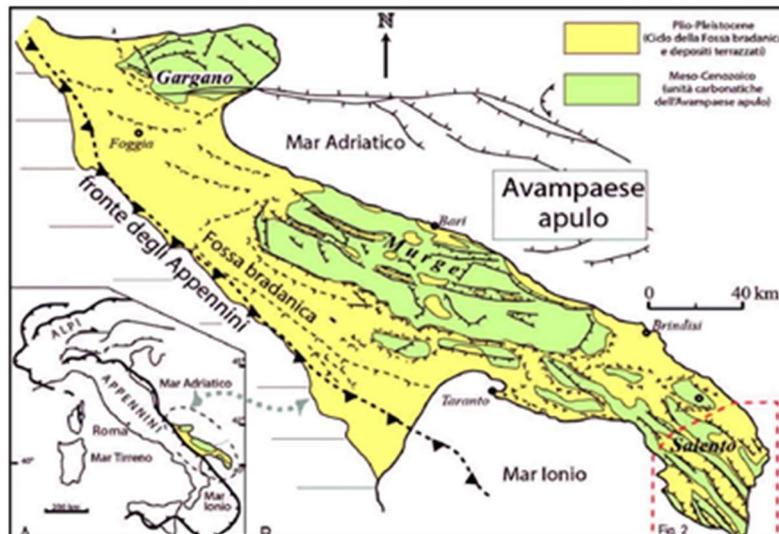


Figura 2: Schema Geologico Generale della Regione Puglia

La Fossa bradanica è caratterizzata nel corso del Pliocene e del Quaternario da due distinte fasi evolutive:

- 1) una marcata subsidenza, stimata attorno a 1mm/anno nel Pliocene e nel Pleistocene inferiore, connessa alla subsidenza del margine interno della Piattaforma Apula;
- 2) un sollevamento, valutato incirca 0,3-0,5 mm/anno, che comincia alla fine del Pleistocene inferiore e si esplica nel Pleistocene medio-superiore.

Dal punto di vista regionale la subsidenza plio-pleistocenica è segnata dalla sedimentazione della Formazione della Calcarenite di Gravina che passa verso l'alto, e lateralmente, ad una spessa successione siltoso-argilloso-sabbiosa (argille subappennine); il sollevamento del Pleistocene medio e superiore è invece segnato sia da depositi regressivi che da depositi terrazzati (Tropeano et al., 2002).

Nel Tavoliere centrale affiora la successione marina Plio – Pleistocenica rappresentata, a partire dal basso, dalle argille subappenniniche sulle quali poggiano due unità, costituite dalle Sabbie di Monte Marano e dal Conglomerato di Irsina che rappresentano i termini regressivi della successione bradanica (Caldara & Pennetta, 1989; 1993).

Nella restante parte affiorano depositi marini terrazzati che formano modesti rilievi digradanti verso E.

Tutte le unità riconosciute sono state distinte come Sintemi, raggruppati nel Supersintema del Tavoliere di Puglia ed associati al sollevamento regionale che ha interessato l'intera area della Fossa bradanica a partire dalla fine del Pleistocene Inferiore inizio del Pleistocene medio.

Questo progressivo e rapido sollevamento ha determinato lo spostamento verso Est del livello di base e la separazione fra l'Avanfossa subsidente e l'area di accumulo dei depositi costieri in facies alluvionale; ed è proprio quest'ultima area che assume la denominazione di Tavoliere di Puglia .

### 4 Litotipi Locali ed Assetto Litostratigrafico

## 4.1 Geolitologia

Dal punto di vista geologico il Comune di Foggia rientra nel Foglio n. 408 della Carta Geologica d'Italia a Scala 1:50.000 (Fig. 3).

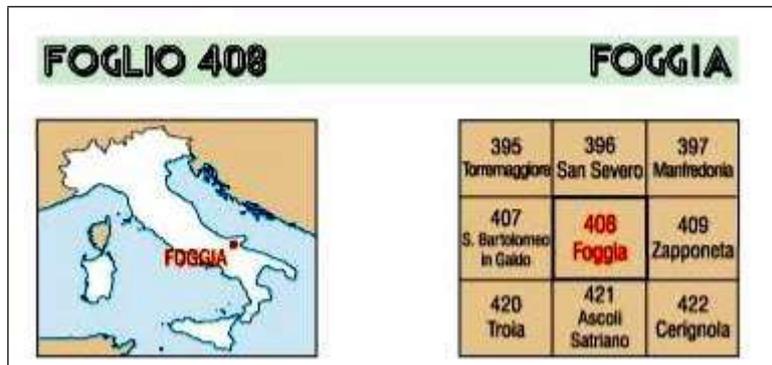


Figura 3: Ubicazione Geologica dell'Area

In base alle caratteristiche riscontrate durante il rilevamento geologico di dettaglio della zona, l'impianto eolico è ubicato in una zona interessata da tre distinte formazioni geologiche (Fig. 4).

- la **Formazione dei Depositi Alluvionali Attuali (b)**: si tratta di ghiaie e sabbie degli alvei attuali. Nelle aree di esondazione si ritrovano strati decimetrici di sabbie a gradazione diretta, laminate e con al tetto sottili livelli argillosi. L'Età è riferibile al Pleistocene Superiore – Olocene.
- la **Formazione del Sintema di Foggia**: si tratta di depositi argilloso-siltoso-conglomeratici il cui spessore varia da circa 10-15 m nelle porzioni più occidentali, fino a 40 m al massimo nella porzione centrale della piana di Foggia. A diverse altezze stratigrafiche sono inoltre presenti lenti di conglomerati, di regola debolmente cementati, spesse da qualche metro a 10-15 m. Le aree di affioramento dei depositi sabbioso-siltosi ed argilloso-siltosi si estendono in corrispondenza di una estesa superficie attorno a quota 50 m s.l.m., profondamente incisa (20-30 metri) dal Torrente Celone. Gli orizzonti lenticolari di argille siltose sottilmente laminate o massive, con intercalazioni di sabbie siltose laminate e gradate, riferibili a decantazione con debole trazione in seguito ad episodi di tracimazione o di piena calante; a luoghi in questi orizzonti sono stati rinvenuti frammenti di gasteropodi continentali. Questi depositi sono coperti da orizzonti discontinui di "crosta" che si sono sviluppati in prevalenza nelle aree di affioramento dei sedimenti a granulometria più fine. Nel loro complesso l'ambiente deposizionale dei sedimenti riferiti al sintema di Foggia è riconducibile ad una piana alluvionale interessata episodicamente da piene. L'Età: Pleistocene medio - Pleistocene superiore
- **Sintema di Motta del Lupo – TLP**: si tratta di un deposito alluvionale costituito da un'alternanza di silt e argille verdastre a laminazione piano – parallela e spessore di circa 8 m a cui seguono argille brune e verdi con rare lamine siltose dallo spessore massimo di circa 22 m. In base al contenuto in

fossili, il deposito è attribuibile al Pleistocene Superiore. Questo sintema affiora estesamente lungo le valli dei torrenti Vulgano e Salsola a quote comprese tra 39 e 33 m s.l.m. ed è coperto dai depositi del sintema di Masseria Finamondo, dai quali è separato da una superficie erosiva. In sporadici affioramenti, dello spessore di qualche metro al massimo, sono state osservate sabbie fini alternate a peliti sottilmente stratificate, interpretabili come depositi di decantazione con debole trazione in un ambiente di piana alluvionale.

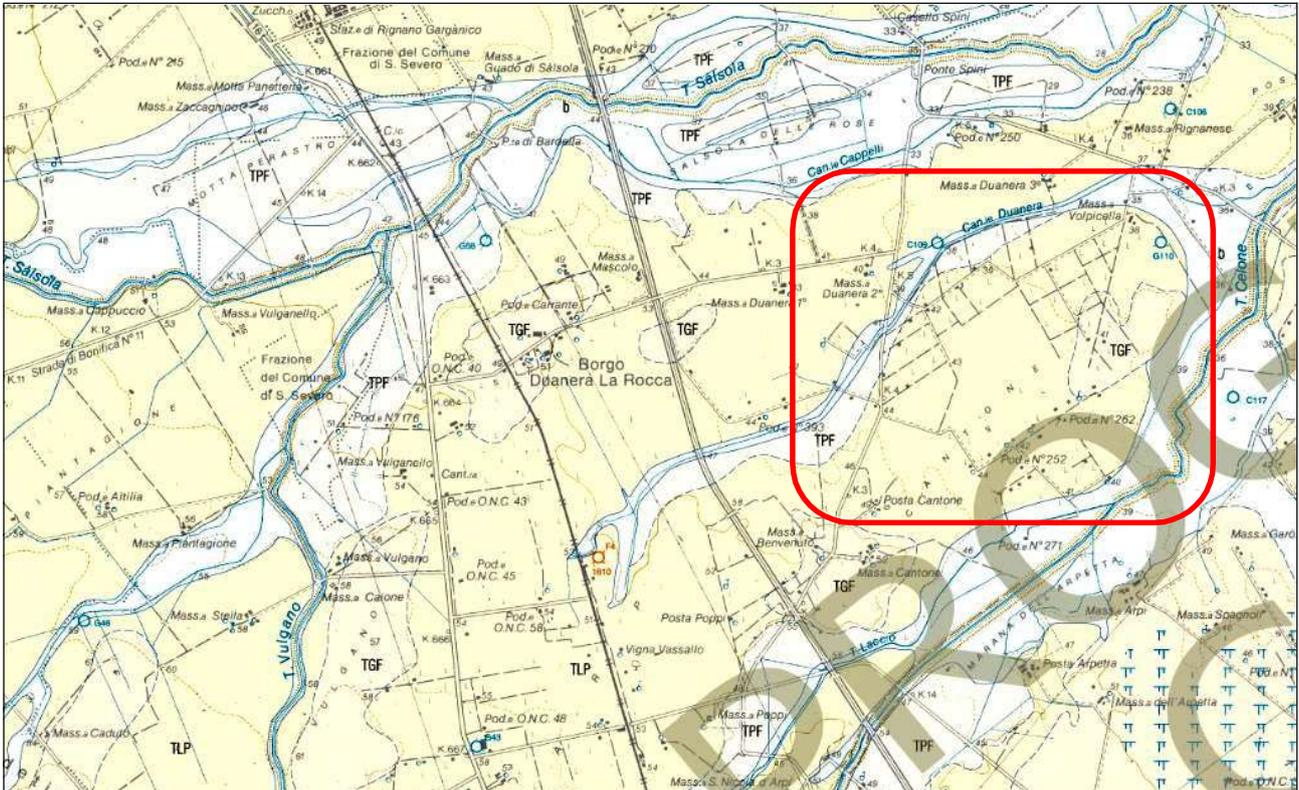
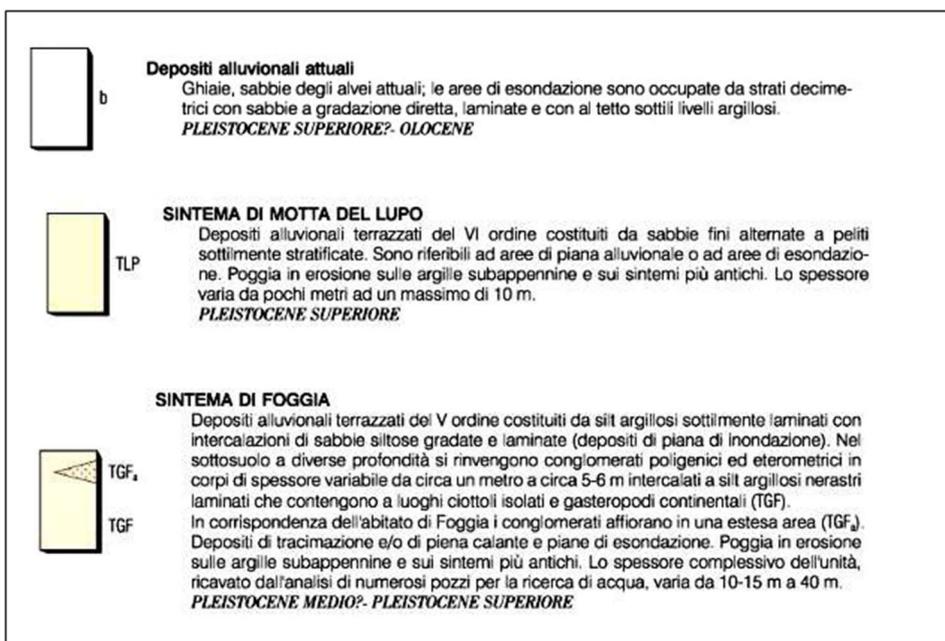


Figura 4: Carta Geologica dell'Area con Legenda;  area d'intervento



Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-012
	Relazione Geotecnica	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 8		

Dal punto di vista tettonico, a scala di rilevamento, non si ha il riconoscimento di linee tettoniche e/o strutturali anche per la tipologia delle formazioni affioranti che, per loro natura e giacitura, di depositi sciolti o al più debolmente cementati non subiscono un comportamento fragile alle deformazioni.

## 4.2 Geomorfologia

L'evoluzione geomorfologica dell'area nei suoi principali elementi è strettamente connessa con il deflusso delle acque correnti superficiali e con l'evoluzione morfologica dei principali sistemi fluviali. Ad essi si aggiungono, inoltre, locali elementi di origine strutturale e marina, forme e depositi connessi con l'attività antropica ed elementi di genesi mista, dovuti all'interazione di più fattori.

Dal punto di vista morfologico l'andamento plano-altimetrico del territorio è fortemente influenzato dalla litologia dei terreni affioranti. Allo stato attuale nell'area d'intervento non si evidenziano significativi segni di erosione, fenomeni gravitativi o fenomeni superficiali di dissesto in atto, presentandosi globalmente stabile. Tale status è confermato dalla consultazione dei Vincoli Idrogeomorfologici della Regione Puglia dai quali si rileva come l'area non risulti classificata né a pericolosità geomorfologica né idraulica, come riportato in Fig. 5

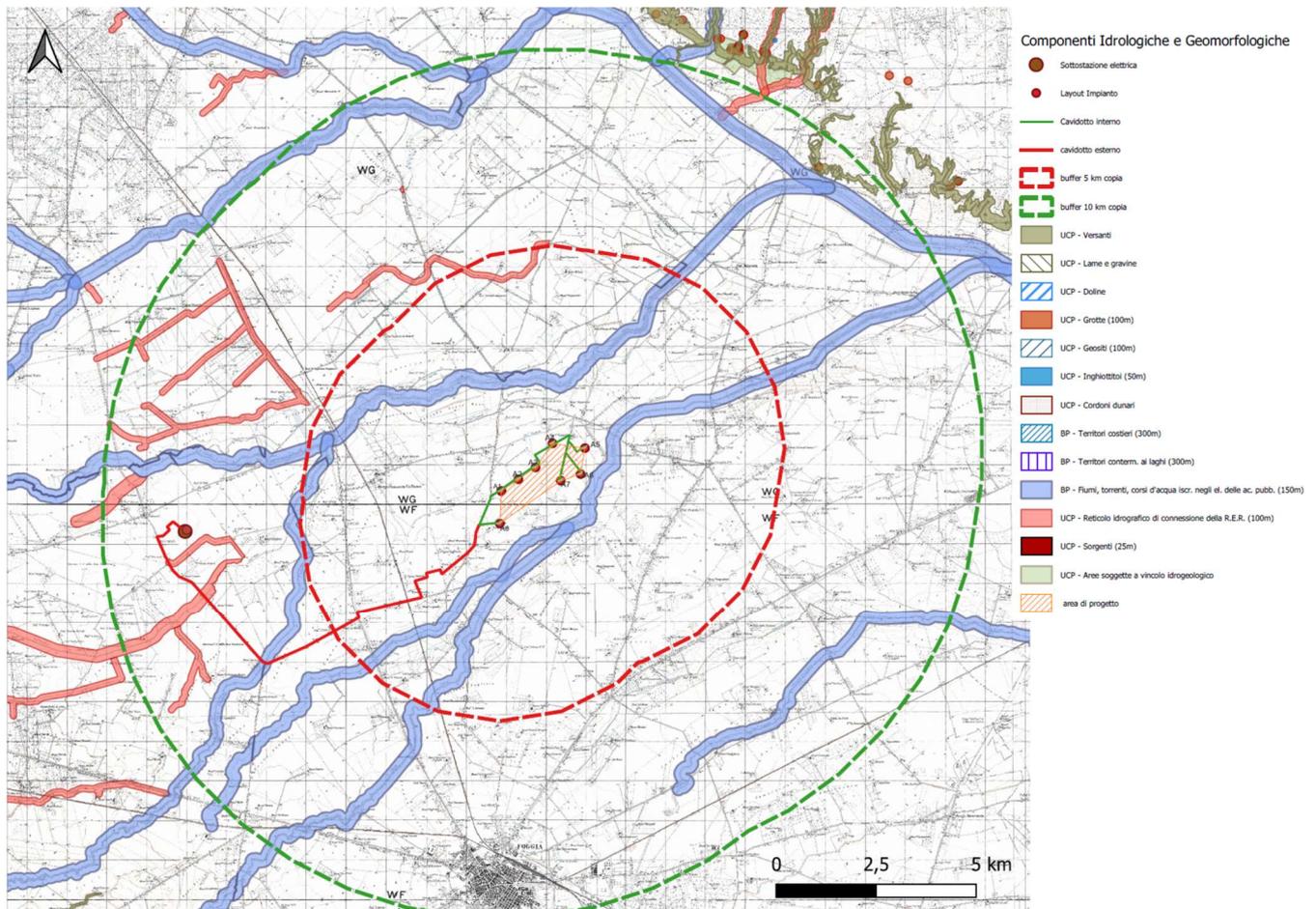


Figura 5: Componenti Idrologiche e Geomorfologiche ;

Preme in proposito evidenziare che, in relazione alle opere previste ed in virtù delle caratteristiche geologiche, stratigrafiche e geomorfologiche descritte, oltre che delle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni interessati

	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>PRO-PROG-REL-012</b>
	<b>Relazione Geotecnica</b>	Data: <b>27/01/2023</b>
Revisione: <b>00</b>		
Pagina: <b>9</b>		

dalle opere così come desumibili da dati di letteratura, è possibile sin d'ora escludere ragionevolmente eventuali interferenze negative delle opere con il quadro geostrutturale locale.

Va in tal senso rilevato che dalla consultazione della banca dati I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) non risulta censito per le aree in esame alcun dissesto né in atto né storico.

Pertanto, sulla base delle informazioni e dei dati sinora desunti dall'analisi delle condizioni geomorfologiche, geologiche, e geostrati- grafiche dei luoghi è possibile affermare che le aree risultano :

- geomorfologicamente stabili;
- non interessate da fenomeni erosivi, da frane o da instabilità del suolo o del sottosuolo;
- caratterizzate dalla presenza di substrati costituiti da litotipi dotati di sufficienti caratteristiche di resistenza geomeccanica.

Infatti le uniche azioni morfoevolutive che si esplicano nelle aree sono costituite da deboli fenomeni di dilavamento durante i periodi di forte precipitazione che non hanno grande rilevanza geomorfologica.

Peraltro, per ciò che concerne gli aspetti legati alle scelte progettuali previste per le strutture fondazionali (di tipo profondo) esse non pongono alcun problema di ordine geologico e tecnico e non incidono negativamente sugli equilibri idrogeologici dei luoghi, non determinando alcuna apprezzabile turbativa degli assetti geomorfologici, idrogeologici o geotecnici dell'area né pongono alcun problema di ordine geologico e tecnico alla realizzabilità delle opere.

## 5 Indagini

Prima dell'esecuzione delle prove STP, sono state realizzate tarature in affioramenti superficiali, in zone limitrofe. Le indagini sono state realizzate con l'unico scopo di contestualizzare il modello geotecnico di riferimento e non di supportare una progettazione esecutiva dell'interazione terreno-fondazione. Per tal fine saranno necessarie indagini geognostiche dirette di dettaglio e successive analisi e prove di laboratorio.

La scelta del posizionamento, del numero e della tipologia delle prove eseguite, ha tenuto conto delle preliminary informazioni raccolte in fase di rilevamento geologico, della raccolta di dati esistenti e della preliminare valutazione sugli effettivi incrementi di carico, sia in termini di tensioni orizzontali verticali che di momenti indotti dall'operatività degli aerogeneratori e dello stato attuale della progettazione complessiva e dei risultati della campagna di indagine condotta dal geologo.

I sondaggi eseguiti sono stati finalizzati alla ricostruzione locale della successione stratigrafica significativa, estrapolando i dati correlabili sino alla ricostruzione del rapporto giacitura locale.

In relazione alla tipologia delle opere da realizzare ed alla definizione del modello geomeccanico di riferimento più idoneo per i successive calcoli dei parametri geomeccanici, si è provveduto ad opportune prove di taratura in affioramenti locali.

La campagna geognostica preliminare è stata Condotta in modo da poter correlare i dati ricavati da prove penetrometriche standard, ricadenti – come ubicazione – all'interno dell'area di progetto, con quelli relative al rilevamento superficiale condotto nella zona.

Tale rilevamento ha permesso di identificare affioramenti verso NNE dell'unità basale identificata come "argille grigio-azzurre" sui quali sono state eseguite prove di taratura per le successive interpretazioni geomeccaniche.

	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>PRO-PROG-REL-012</b>
	<b>Relazione Geotecnica</b>	Data: <b>27/01/2023</b>
Revisione: <b>00</b>		
Pagina: <b>10</b>		



*Figura 6: ubicazione SPT*

Le prove penetrometriche (P1, P2 e P3) sono state condotte infliggendo una punta conica (60°), collegata ad aste graduate nel terreno, mediante un Maglio di massa 63,5 kg., cadente da una altezza costante.

In funzione del numero di colpi necessari ad infliggere l'asta per tratti di 30 cm., si è determinato lo stato di addensamento del terreno e sono sviluppati i calcoli di riferimento per la definizione di alcuni parametri geomeccanici utili alla successiva identificazione del modello geotecnico di riferimento.

La prova si concludeva quando l'asta non avanzava più nel terreno, cioè fino al cosiddetto "rifiuto".

Le correlazioni ricavate sono da considerarsi buone, sia per l'assenza di particolari problemi tecnici durante l'esecuzione dei sondaggi, sia per la buona correlazione riscontrata in fase interpretativa e verificata in affioramenti di taratura.

Nel paragrafo seguente sono riportate le schede identificative e le possibili correlazioni tra i singoli sondaggi, oltre ai grafici d'interpretazione degli stessi.

## 6 Sequenza Litostratigrafica

Le indagini condotte hanno quindi consentito di ipotizzare la seguente litostratigrafia del substrato:

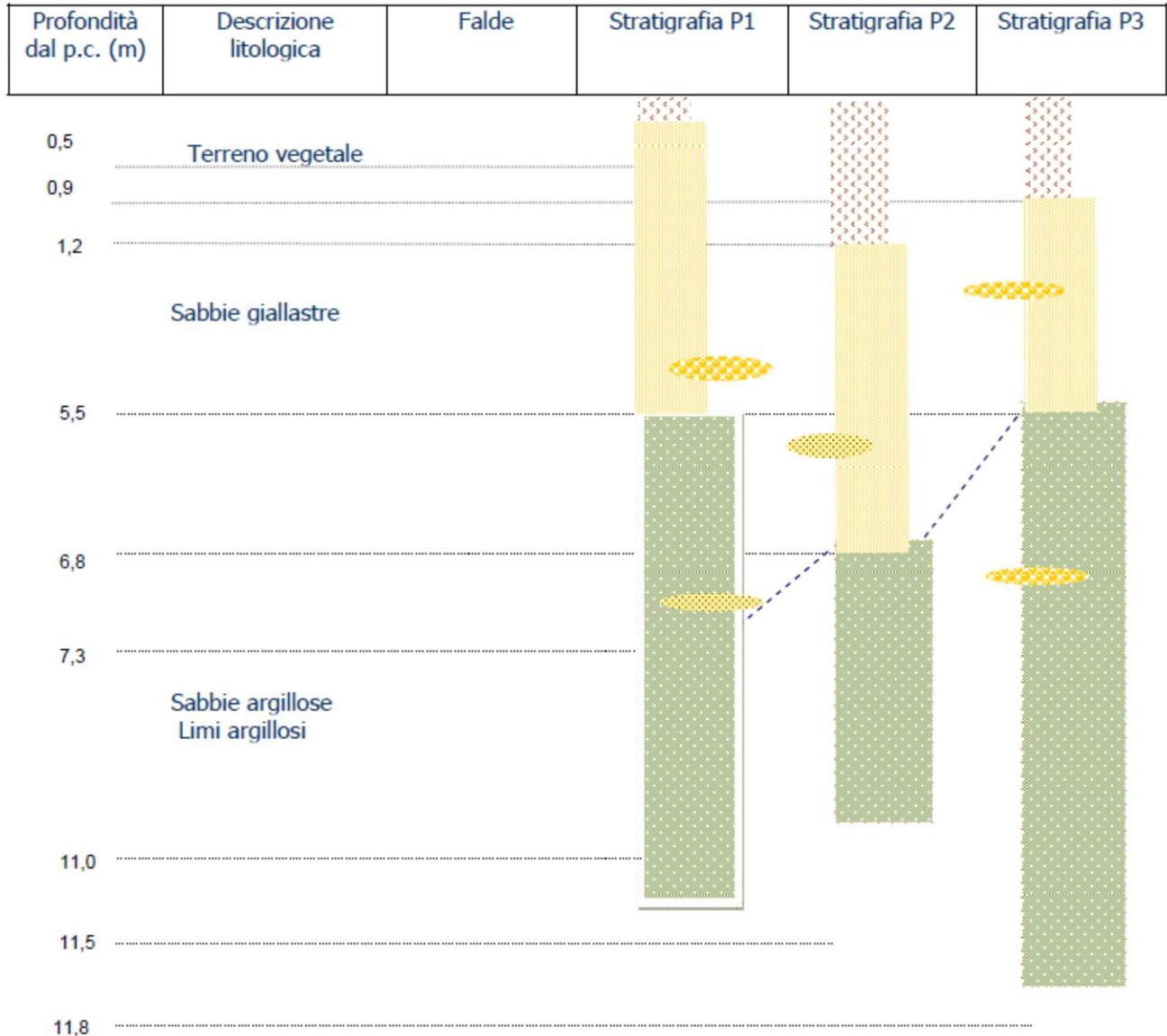


Figura 7: analisi litostratigrafica e ricostruzione del substrato

Dalla quale si evince che i plinti di fondazione poggeranno su “sabbie giallastre”, mentre la sottostante palificata interesserà lo strato di “sabbie argillose/limi argillosi”.

Nella seguente tabella sono riportati, per completezza di trattazione, i grafici risultanti dalle 3 prove SPT.

**Nspt**

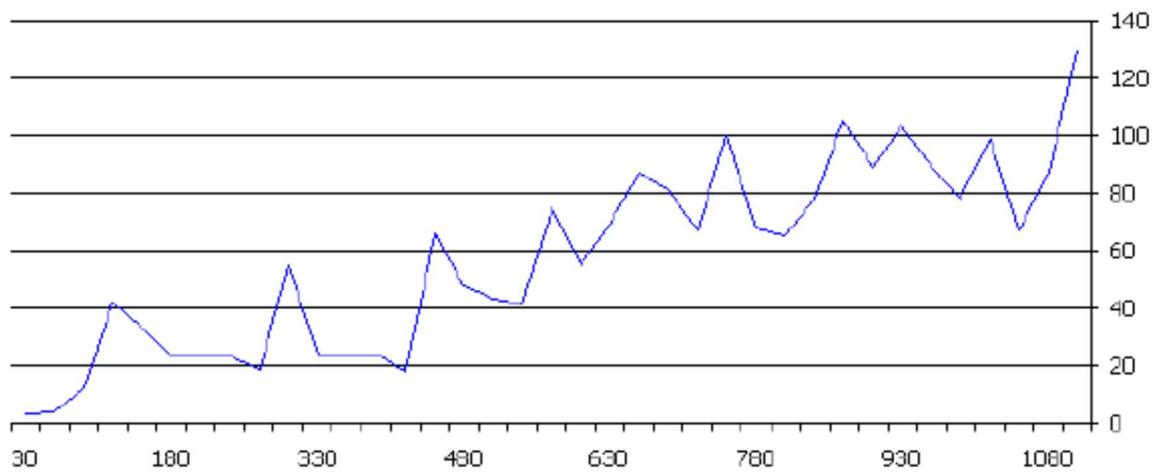
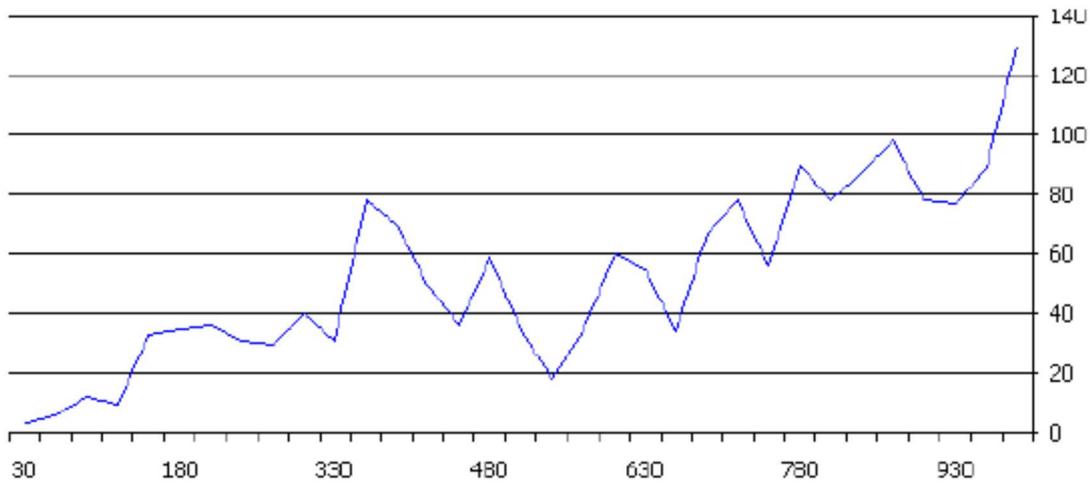
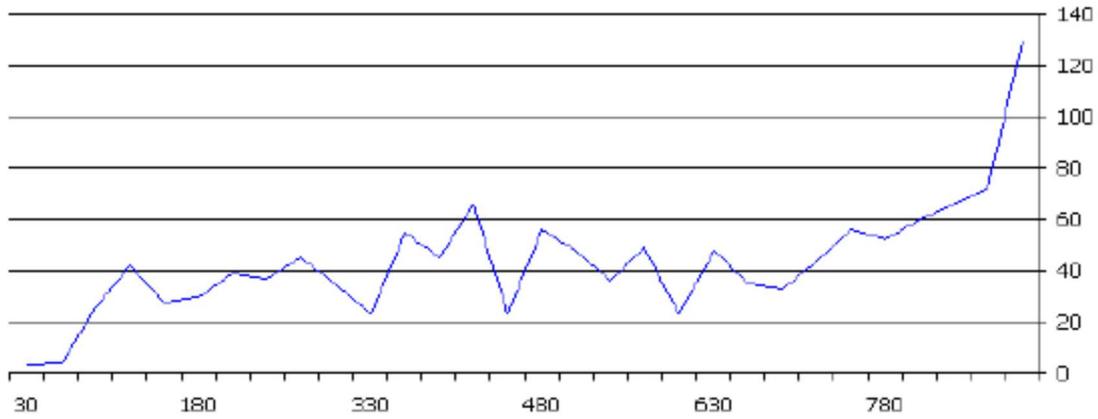


Tabella 3: grafici risultanti dalle 3 prove SPT

	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>PRO-PROG-REL-012</b>
	<b>Relazione Geotecnica</b>	Data: <b>27/01/2023</b>
		Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>13</b>

## 7 Sismicità

Con l'introduzione dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 e s.m.i., sono stati rivisti i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e sono state definite le nuove norme tecniche per la progettazione di nuove opere, per le opere di fondazione, per le strutture di sostegno, ecc. Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.

Il Decreto 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" - fornisce le indicazioni per la progettazione e la verifica di nuove strutture secondo criteri antisismici.

Ai sensi del decreto, le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  = valore massimo di fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T^*C$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per l'area in esame, sulla base delle indagini eseguite, si verifica l'assoluta stabilità dell'area; ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto e della categoria di sottosuolo (Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20/03/03 e aggiornamenti, modifiche, integrazioni, sostituzioni del D.M. 14/09/2005 "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. Infrastrutture del 17/01/2018), si potranno prendere in considerazione i seguenti elementi di valutazione:

- In base alla localizzazione geografica del sito di progetto vengono definiti i parametri di riferimento del moto sismico in superficie, successivamente correlati con gli stati limite e la vita nominale dell'opera. Ciò al fine di definire gli obiettivi da raggiungere in termini di sicurezza e prestazioni delle opere o parti di essa.

o Individuazione del sito

- Regione Puglia, Provincia di Foggia, Comune di Foggia;

- La velocità media di propagazione potrà essere assunta mediamente di 300 m/s, entro 30 m di profondità delle onde di taglio ( $V_{S,eq}$ ) per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ , dello strato iessimo, per un totale di N strati presente nei 30 m superiori;

- Sulla base del valore VS,eq avendo considerato l'insieme delle indagini effettuate durante la campagna geognostica, considerando in modo cautelativo i risultati peggiori riscontrati, non considerando l'aumento delle caratteristiche geotecniche dei terreni con la profondità, si ipotizza un sottosuolo riferibile alla categoria "C":

CATEGORIE SUOLI DI FONDAZIONE	
Tab. 3.2.II - D.M. 17 gennaio 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".	
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m., caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di velocità equivalente comprese tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definiti per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

- Le condizioni topografiche del sito che si colloca su un'area perfettamente pianeggiante con inclinazione media  $i < 15^\circ$  (max  $2^\circ$ ), sono riferibili alla categoria "T1", per cui il coefficiente di amplificazione topografica (ST) è pari a 1,0 (valori massimi del coefficiente tab. 3.2. III Norme Tecniche per le Costruzioni 2018).

CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA	
Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento
T <sub>1</sub>	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T <sub>2</sub>	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T <sub>3</sub>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T <sub>4</sub>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

VALORI MASSIMI DEL COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA		
Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S <sub>T</sub>
T <sub>1</sub>	-	1,0
T <sub>2</sub>	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T <sub>3</sub>	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T <sub>4</sub>	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Per il calcolo dei parametri sopra citati sono stati considerati i seguenti parametri:

Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-012
	Relazione Geotecnica	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 15

- Classe d'uso: classe nella quale sono suddivise le opere, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso; per le opere in progetto è la II (tab.2.4.II) il cui uso prevede normali affollamenti), per cui il coefficiente d'uso risulta CU=1,0

VALORI DEL COEFFICIENTE D'USO C <sub>u</sub> .				
CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C <sub>u</sub>	0,7	1,0	1,5	2,0

- Vita nominale dell'opera VN: intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantiene gli specifici livelli prestazionali di progetto (da questo valore viene calcolato il Periodo di riferimento per l'azione sismica VR come:  
VR=VN\*CU (dove CU è il coefficiente d'uso);
- Probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR: in funzione dello stato limite di riferimento.

Nel caso dell'opera in oggetto sono considerati i seguenti valori:

Classe d'uso "II": Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente.

Vita nominale VN: 50 anni: costruzioni con livelli di prestazione ordinari. Coefficiente d'uso CU: 1 relativo alla classe d'uso II.

Periodo di riferimento per l'azione sismica: VR=VN\*CU= 50\*1 = 50 anni

In funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR vengono calcolati i valori ag, F0, T\*C e del periodo di ritorno:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

#### SPETTRI DI RISPOSTA SECONDO LE NTC 2018

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O. - SLE	30,0	0,422	2,527	0,257
S.L.D. - SLE	50,0	0,539	2,504	0,270
S.L.V. - SLO	475,0	1,177	2,620	0,297
S.L.C. - SLO	975,0	1,471	2,615	0,307

Dove:

- SLE = stati limite di esercizio
- SLO = stato limite di operatività: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- SLD = stato limite di danno: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo

Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: <b>PRO-PROG-REL-012</b>
	Relazione Geotecnica	Data: <b>27/01/2023</b>
		Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>16</b>

gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

- SLU = stati limite ultimi
- SLV = stato limite di salvaguardia della vita: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- SLC = stato limite di prevenzione del collasso: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

#### COEFFICIENTI SISMICI (Per Stabilità Pendii e Fondazioni)

S.L. Stato limite	$a_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,633	1,0	0,0646	0,0323
S.L.D.	0,8085	0,47	0,0388	0,0194
S.L.V.	1,7655	0,38	0,0684	0,0342
S.L.C.	2,1545	1,0	0,2197	0,1099

Dove:

- $\beta$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito =  $0,2a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido ( $a_g/g$ )g = accelerazione di gravità;
- $S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica = 1,5 (SLO) -1,5 (SLD) -1,48 (SLV) -1,42 (SLC);
- $S_t$  = coefficiente di amplificazione topografica = 1,0

Si ottengono i seguenti parametri sismici:

**Dati Generali**

**Località**  
 Indirizzo: Foggia  
 Lat. Long. 41.902783 12.496365

**Dati opera**  
 Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe II  
 V. Nominale: 50 V. Rif.: 50

---

**Parametri sismici su sito di riferimento**

SL	TR [Anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec.]
SLO	30.00	0.422	2.527	0.257
SLD	50.00	0.539	2.504	0.270
SLV	475.00	1.177	2.620	0.297
SLC	975.00	1.471	2.615	0.307

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

---

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

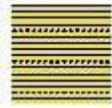
Opera: Muri di sostegno (NTC 2018)

SL	amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta	khk [-]	kvk [-]	Khi [-]
SLO	0.633	1.0	0.0646	0.0323	0.0
SLD	0.8085	0.47	0.0388	0.0194	0.0
SLV	1.7655	0.38	0.0684	0.0342	0.0
SLC	2.1545	1.0	0.2197	0.1099	0.0

Stato limite di riferimento: SLO

## 8 Caratterizzazione Fisica e Geomeccanica del Terreno

Sulla base dei dati desunti dalla relazione geologica, la caratterizzazione fisica dei due strati interessati dagli elementi fondali risultano essere i seguenti:

<i>Descrizione Litologica</i>	<i>Sabbia Giallastra</i>
<i>Descrizione grafica</i>	
<i>Spessore variabile</i>	<i>0,5 m Terreno vegetale h = 0,5 ÷ 6,8 m Deposito Alluvionale</i>
<i>Peso volume medio</i>	$\gamma_m = 21,0 \text{ KN/m}^3$
<i>Angolo di resistenza al taglio medio (tensioni efficaci, a lungo termine)</i>	$\varphi_m = 28^\circ$
<i>Coesione drenata media (tensioni efficaci, a lungo termine)</i>	$c'_m = 9,8 \text{ kN/m}^2$
<i>Coesione non drenata</i>	$C_m = 15,69 \text{ kN/m}^2$
<i>Modulo Edometrico medio</i>	$E_m = 24,30 \text{ MPa}$
<i>Modulo di Poisson</i>	$\nu = 0.41$
<i>Modulo di Young dinamico</i>	$E_{din} = 97 \text{ MPa}$
<i>Modulo di Taglio dinamico</i>	$G_d = 11 \text{ MPa}$

<i>Descrizione Litologica</i>	<i>Sabbie argillose / Limi argillosi</i>
<i>Descrizione grafica</i>	
<i>Spessore variabile</i>	0,5 m Terreno vegetale h = 5,5 ÷ 20,0 m Deposito Alluvionale
<i>Peso volume medio</i>	$\gamma_m = 19,0 \text{ KN/m}^3$
<i>Angolo di resistenza al taglio medio (tensioni efficaci, a lungo termine)</i>	$\varphi_m = 25^\circ$
<i>Coesione drenata media (tensioni efficaci, a lungo termine)</i>	$c'_m = 10,0 \text{ kN/m}^2$
<i>Coesione non drenata</i>	$C_m = 16,49 \text{ kN/m}^2$
<i>Modulo di Edometrico medio</i>	$E_m = 24,30 \text{ MPa}$
<i>Modulo di Poisson</i>	$\nu = 0.41$
<i>Modulo di Young dinamico</i>	$E_{din} = 97 \text{ MPa}$
<i>Modulo di Taglio dinamico</i>	$G_d = 11 \text{ MPa}$

La capacità portante della Fondazione, secondo I principali metodi riportati in letteratura, risulta essere:

- Metodo di Meyerhof  
 Capacità Portante: 2619315 Kg  
 $Q_{ult.} \text{ (Kg/cm}^2\text{): } 7.28$   
 $Q_{amm.} \text{ (Kg/cm}^2\text{): } 2.43$
- Metodo di Vesic  
 Capacità Portante: 3166826 Kg  
 $Q_{ult.} \text{ (Kg/cm}^2\text{): } 8.80$   
 $Q_{amm.} \text{ (Kg/cm}^2\text{): } 2.93$
- Metodo di Terzaghi  
 Capacità Portante: 2915576 Kg  
 $Q_{ult.} \text{ (Kg/cm}^2\text{): } 8.10$   
 $Q_{amm.} \text{ (Kg/cm}^2\text{): } 2.70$
- Metodo di Hansen  
 Capacità Portante: 2876052 Kg  
 $Q_{ult.} \text{ (Kg/cm}^2\text{): } 7.99$   
 $Q_{amm.} \text{ (Kg/cm}^2\text{): } 2.6$

Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: <b>PRO-PROG-REL-012</b>
	Relazione Geotecnica	Data: <b>27/01/2023</b>
Revisione: <b>00</b>		
Pagina: <b>19</b>		

## 9 Conclusioni

La presente Relazione è stata realizzata sulla base delle indicazioni previste dal D.P.R. 554/99 relative ai contenuti minimi del progetto definitivo. In base a quanto sopra esposto non si evincono controindicazioni di natura geologica, morfologica, strutturale, idrogeologica e geomeccanica (per quanto attiene alle valutazioni preliminari indicate) per la realizzazione dell'opera. Ulteriori approfondimenti in merito alla conoscenza delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati si rimandano alla fase esecutiva.

**MORFOLOGIA** - non si rilevano dissesti in atto o potenzialmente innescabili dalla realizzazione dell'opera; non sono evidenti fenomeni di "fornelli" indotti da assestamento differenziale di materiali di riporto né indotti da cause strutturali più o meno profonde; il pianoro non presenta fenomeni di dissesto indotti da altre strutture realizzate e/o cedimenti differenziali.

**ANALISI DEL SUBSTRATO** – dalle preliminari indagini condotte, viene confermata la soluzione progettuale di piano di posa delle fondazioni a – 2,50/3,50 m dal p.c. . Per tale piano sono stati realizzati i calcoli, ipotizzando il carico unitario effettivo di esercizio e calcolando per esso una capacità portante del terreno per le diverse metodologie di calcolo. Si raccomanda l'utilizzo del metodo di calcolo previsto da Brinch Hansen, ritenendolo il più congruo per il sito in oggetto. Per l'analisi dei cedimenti (L.T. e B.T.) si rimanda alle ulteriori determinazioni in fase esecutiva.

L'indice di rigidità  $I_r$  e l'indice di rigidità critico  $I_{rc}$ , verificati dai parametri meccanici di deformabilità del terreno oltre che dalla geometria della fondazione hanno permesso di identificare, come modello geomeccanico di rottura più idoneo, quello **generale**, per gli affioramenti delle formazioni conglomeratiche e **locale** per quelli con affioramenti della formazione sabbioso-argillosa che potrebbe essere interessate da opere accessorie e/o elettrodotto interrato .

Il coefficiente di fondazione  $\epsilon$  è stato valutato pari a 1,0.