

REGIONE
PUGLIA



COMUNE DI
FOGGIA



COMUNE DI
MANFREDONIA



Provincia
FOGGIA



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO,
DENOMINATO "CSPV MANFREDONIA" DELLA POTENZA COMPLESSIVA PARI
A 53,84 MW_p E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA
REALIZZARSI NEI COMUNI DI FOGGIA (FG) E MANFREDONIA (FG)**

STUDIO GEOLOGICO

Relazione geologica e geotecnica

ELABORATO

PR_04

PROPONENTE:



BLUE STONE RENEWABLE VI S.R.L.

Via Vincenzo Bellini, 22
00198 Roma (RM)
pec: bluestonerenewable6srl@legalmail.it

Consulenti:

PROGETTO:



ATECH srl
Via della Resistenza 48
70125- Bari (BA)
pec: atechsrl@legalmail.it

dott. Ing. Alessandro Antezza

Il DIRETTORE TECNICO
dott. Ing. Orazio Tricarico

Studio di Impatto Ambientale, Geologia, Paesaggio:



Via Sergio Amidei, 43 - 00128 Roma - Italy
tel (+39) 06.50.79.64.16 - fax (+39) 06.94.80.36.43
www.studiodiconsulenza3e.it
info@studiodiconsulenza3e.it

**Il Responsabile del Gruppo di
Progettazione Ambientale**
Dott. Geol. Andrea RONDINARA

Il Geologo
Dott. Geol. Andrea RONDINARA
Dott. Geol. Davide PISTILLO

Paesaggio
Dott. Arch. Vincenzo BONASORTA

0	GIUNGO 2022	D. Pistillo	A. Rondinara	A. Rondinara	Emissione
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. DIMENSIONI E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO.....	4
2.1. Componenti principali dell'impianto.....	4
2.1.1. Generatore fotovoltaico	4
2.1.2. Strutture di sostegno	6
2.1.3. Inverter	7
2.1.4. Cabine	8
2.1.5. Viabilità interna.....	9
2.1.6. Recinzione perimetrale e mitigazione visiva	9
2.1.7. Illuminazione generale e illuminazione di sicurezza	10
2.2. La fase di cantiere.....	11
3. METODOLOGIA DI INDAGINE E PROVENIENZA DEI DATI	12
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	14
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	16
5.1. Geomorfologia locale	16
5.2. Pericolosità geomorfologica.....	19
5.3. Vincolo idrogeologico.....	20
6. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	23
6.1. Pericolosità idraulica	26
6.2. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)	29
7. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	34
7.1. Geologia di area vasta	34
7.2. Geologia locale	37
7.3. Parametri geotecnici di riferimento	38
8. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	43
8.1. Falde acquifere e livelli piezometrici	44
9. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	49
9.1. Categoria sismica dei terreni e Coefficiente di amplificazione topografica	59

Redazione: **Studio 3E**

Proponente: BLUE STONE RENEWABLE VI S.R.L

PROGETTO DEFINITIVO

Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrovoltaiico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

10. IL PIANO DELLE INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA, GEOFISICA E AMBIENTALE DEI TERRENI.....	63
11. CONCLUSIONI.....	66

1. PREMESSA

Nella presente relazione si illustrano i risultati dello studio geologico eseguito nell'ambito del progetto "Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrifotovoltaico di potenza pari a 53,84 MW e dalle relative opere di connessione alla RTN, situato nel Comune di Foggia (FG).", denominato "CSPV MANFREDONIA", da realizzare in agro del Comune di Foggia (FG) e Manfredonia (FG).

Lo studio, realizzato sulla base di informazioni bibliografiche e rilievi di dettaglio sul campo, ha consentito di ricostruire il modello geologico ed idrogeologico, l'assetto geomorfologico-strutturale e sismico dell'area in esame compresa la presenza di eventuali vincoli di carattere territoriale.

2. DIMENSIONI E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

2.1. COMPONENTI PRINCIPALI DELL'IMPIANTO

Il generatore fotovoltaico ha potenza nominale ai sensi della norma CEI 0-16 pari a 25.000,00 kW, mentre la potenza dei moduli è pari a 23.351,90 kWp e la potenza del sistema di accumulo sarà pari a 8.250,00kWp.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito dai seguenti componenti principali:

- Generatore fotovoltaico;
- Inverter distribuiti;
- Quadro parallelo Inverter;
- Cabine di trasformazione, cabine di raccolta e cabina di consegna.

2.1.1. Generatore fotovoltaico

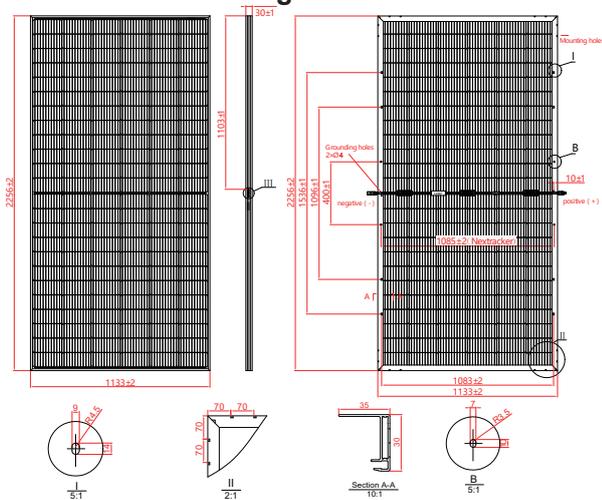
L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 99.708 per una conseguente potenza di picco pari a 53,84 MWp. I moduli fotovoltaici saranno del tipo monocristallino di potenza massima pari a 540 Wp, e saranno montati su Inseguitori solari monoassiali orizzontali (Tracker) in file parallele orientate nel verso dell'asse Nord-Sud. I Tracker saranno del tipo a 28 moduli in configurazione portrait, quindi con pannello montato in posizione verticale.

Per la scelta del pannello fotovoltaico, in fase di progettazione, si è fatto riferimento alle migliori caratteristiche in termini di efficienza delle celle fotovoltaiche; sono stati individuati moduli ad alta potenza, dimensioni standard, che uniscono alla caratteristica della migliore tecnologia disponibile, la facilità di reperibilità sul mercato un costo accessibile.

I moduli individuati avranno le seguenti caratteristiche:

Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrolvoltaico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

Technical drawing



* All Dimensions in mm

Mechanical Specifications

External Dimension	2256 x 1133 x 30 mm
Weight	32 kg
Solar Cells	PERC Mono crystalline (144 pcs)
Front / Back Glass	2.0 mm AR coating semi-tempered glass, low iron
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP68, 3 diodes
Output Cables	4.0 mm ² , Portrait:350 mm(+)/450 mm(-);Landscape:1300 mm

Packing Configuration

Container	20'GP	40'HQ
Pieces per Pallet	32	32
Pallets per Container	5	20
Pieces per Container	160	640

Electrical Characteristics

Module Type	SRP-525-BMA-BG		SRP-530-BMA-BG		SRP-535-BMA-BG		SRP-540-BMA-BG	
	Front	Back	Front	Back	Front	Back	Front	Back
STC								
Maximum Power -P _{mp} (W)	525	395	530	400	535	405	540	410
Open Circuit Voltage -V _{oc} (V)	49.20	49.18	49.33	49.28	49.40	49.38	49.50	49.48
Short Circuit Current -I _{sc} (A)	13.50	10.08	13.60	10.17	13.70	10.26	13.81	10.37
Maximum Power Voltage -V _{mp} (V)	40.78	40.12	41.03	40.24	41.29	40.35	41.55	40.47
Maximum Power Current -I _{mp} (A)	12.88	9.86	12.92	9.95	12.96	10.04	13.00	10.14
Module Efficiency STC-η _m (%)	20.5		20.7		20.9		21.1	
Power Tolerance (W)	(0, + 3%)							
Pmax Temperature Coefficient	-0.35 %/°C							
Voc Temperature Coefficient	-0.27 %/°C							
Isc Temperature Coefficient	+0.05 %/°C							

STC: Irradiance 1000 W/m² module temperature 25°C AM=1.5

Power measurement tolerance: +/-3%

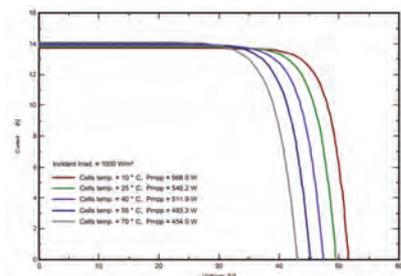
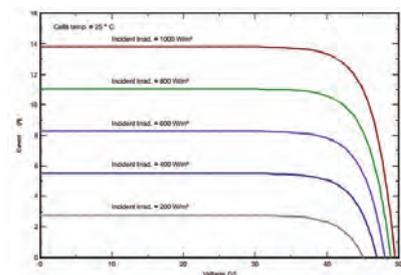
Rear Side Power Gain(SRP-530-BMA-BG)

Power Gain	10%	15%	20%	25%	30%
Maximum Power -P _{mp} (W)	583	610	636	663	689
Open Circuit Voltage -V _{oc} (V)	49.33	49.33	49.33	49.33	49.33
Short Circuit Current -I _{sc} (A)	14.96	15.64	16.32	17.00	17.68
Maximum Power Voltage -V _{mp} (V)	41.03	41.03	41.03	41.03	41.03
Maximum Power Current -I _{mp} (A)	14.21	14.86	15.50	16.15	16.80

Application Conditions

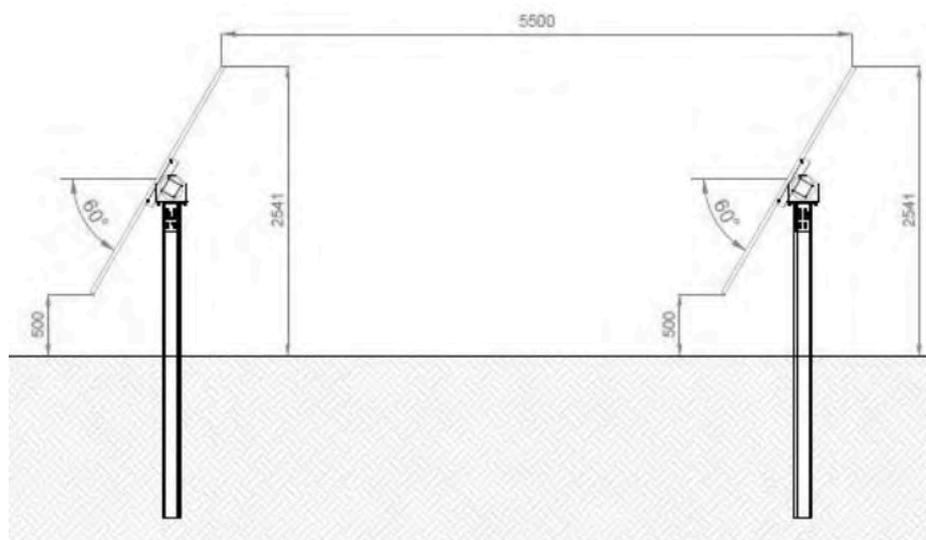
Maximum System Voltage	1500 VDC
Maximum Series Fuse Rating	25 A
Operating Temperature	-40~+85 °C
Nominal Operating Cell Temperature	45±2 °C
Bifaciality	70%±10%
Mechanical Load	Front side 5400Pa/ Back side 2400Pa

I-V Curve



2.1.2. Strutture di sostegno

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da inseguitori solari monoassiali "Tracker". I moduli fotovoltaici saranno installati in singola fila in configurazione portrait (verticale) rispetto all'asse di rotazione del tracker.



Dettaglio tracker

Ciascun tracker si muove in maniera indipendente rispetto agli altri poiché ognuno è dotato di un proprio motore. L'asse di rotazione (asse principale del tracker) è in linea generale orientato nella direzione nord-sud, ma nel caso particolare oggetto di questo studio, avrà una inclinazione (azimut) di 0° per tutto l'impianto. Piccole rotazioni sono possibili in relazione alla conformazione del terreno. Il range di rotazione completo del tracker è pari a 120° (-60°/+60°), come indicato in figura. La movimentazione dei tracker nell'impianto fotovoltaico è controllata da un software che include un algoritmo di backtracking per evitare ombre reciproche tra file adiacenti. Quando l'altezza del sole è bassa, i pannelli ruotano dalla loro posizione ideale di inseguimento per evitare l'ombreggiamento reciproco, che ridurrebbe la potenza elettrica delle stringhe.

L'inclinazione non ideale riduce la radiazione solare disponibile ai pannelli fotovoltaici, ma aumenta l'output complessivo dell'impianto, in quanto globalmente le stringhe fotovoltaiche sono esposte in maniera più uniforme all'irraggiamento solare.

Da un punto di vista strutturale il tracker è realizzato in acciaio da costruzione in conformità all'Eurocodici, con maggior parte dei componenti zincati a caldo. Per quanto attiene le fondazioni, i tracker saranno fissati al terreno tramite pali infissi direttamente "battuti" nel terreno.

La profondità standard di infissione è di 1,7 m, tuttavia in fase esecutiva in base alle caratteristiche del terreno ed ai calcoli strutturali tale valore potrebbe subire anche modifiche non trascurabili.

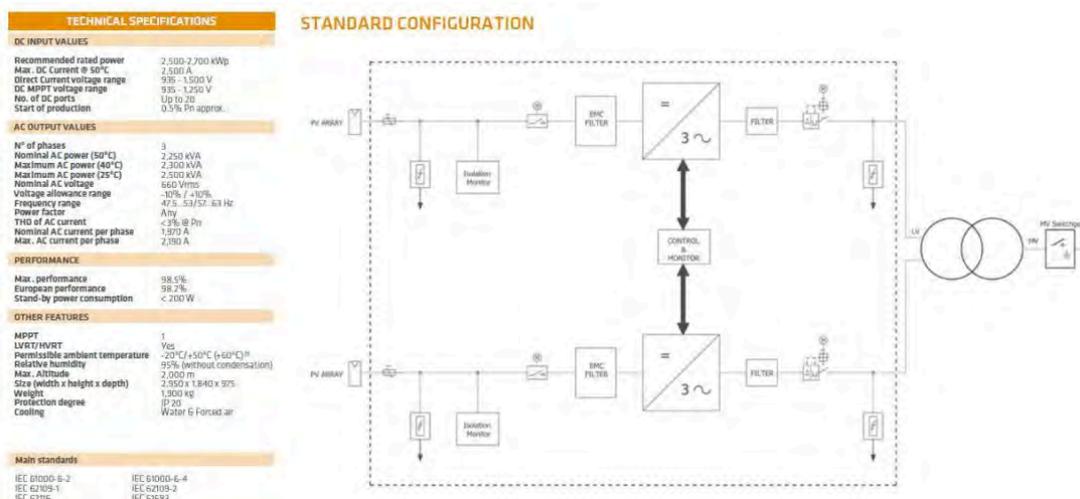
La scelta di questo tipo di inseguitore evita l'utilizzo di cemento e minimizza i movimenti terra per la loro installazione.

2.1.3. Inverter

Il gruppo di conversione è composto dal componente principale "inverter" e da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.

L'impianto utilizza n°18 inverter da 2500kVA dalle seguenti caratteristiche tecniche:

- Marca: GAMESA
- Modello: E-2.5MVA-SB-I
- Tipo fase: Trifase



Inverter

PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO

- VMppt min [V]: 900.00
- VMppt max [V]: 1'300.00
- I_{max} [A]: 2 x 1468.00
- V_{max} [V]: 1'500.00
- potenza MAX [W] : 2500'000
- Numero MPPT: 1

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

- Potenza nominale [W]: 2500'000
- Tensione nominale [V]: 660
- Rendimento max [%]: 99.10
- Distorsione corrente [%]: 3
- Frequenza [Hz]: 50
- Rendimento europeo [%] 98.80

CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Dimensioni LxPxH [mm]: 2800 x 2230 x 975 mm
- Peso [kg]: 2400.00

2.1.4. Cabine

L'allaccio sarà direttamente in Media Tensione attraverso una cabina di consegna collocata confine dell'impianto, mentre all'interno sarà realizzata una rete di media tensione radiale con n°9 cabine di trasformazione utente.

I criteri progettuali adottati per l'allaccio e nella scelta delle apparecchiature elettriche sono legati norma CEI 0-16.

L'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale sarà derivata da trasformatore MT/BT dedicato. Si utilizzeranno gruppi statici di continuità (UPS) con autonomia di almeno due ore della potenza di 1000VA per ogni cabina per i circuiti ausiliari in continuità.

L'arrivo sarà realizzato con cavo come da specifica TERNA con una linea a 36kV.

2.1.5. Viabilità interna

Per muoversi agevolmente all'interno dell'area ai fini delle manutenzioni e per raggiungere le cabine di campo verranno realizzate le strade interne strettamente necessarie a raggiungere in maniera agevole tutti i punti dell'impianto. La viabilità interna verrà realizzata solo con materiali naturali (pietrisco di cava) che consentono l'infiltrazione e il drenaggio delle acque meteoriche nel sottosuolo, pertanto non sarà ridotta la permeabilità del suolo. Per quanto concerne l'andamento plano-altimetrico dei tratti costituenti la viabilità interna, si sottolinea che quest'ultima verrà realizzata seguendo, come criterio progettuale, quello di limitare le movimentazioni di terra nel rispetto dell'ambiente circostante. Questo è possibile realizzarlo in quanto le livellette stradali seguiranno l'andamento naturale del terreno stesso.

2.1.6. Recinzione perimetrale e mitigazione visiva

Le varie aree dell'impianto saranno dotate di recinzione in rete metallica galvanizzata e da un cancello carrabile. La rete metallica come recinzione è stata scelta al fine di ridurre gli impatti; inoltre sarà posta, nelle zone dove l'impianto risulta visibile da infrastrutture e fabbricati, una fascia arborea autoctona di mitigazione. La posa in opera della recinzione a maglia rettangolare sarà a pali infissi direttamente nel terreno in modo da ridurre al minimo l'impatto sull'ambiente circostante ed evitare l'utilizzo di calcestruzzo, tranne nel caso in cui la geologia del terreno non permetta l'infissione dei pali.

I cancelli d'ingresso saranno realizzati in acciaio zincato, sorretto da pilastri in scatolare metallico. Le dimensioni saranno tali da permettere un agevole ingresso dei mezzi pesanti impiegati in fase di

realizzazione e manutenzione. In fase esecutiva sarà considerata la possibilità di dotare il cancello di azionamento elettrico.

Al fine di attenuare, se non del tutto eliminare, l'impatto visivo prodotto dall'impianto fotovoltaico sono previsti interventi di mitigazione visiva mediante messa a dimora lungo il perimetro dell'impianto di una schermatura con vegetazione con funzione di mitigazione visiva.

2.1.7. Illuminazione generale e illuminazione di sicurezza

L'impianto di illuminazione perimetrale del campo sarà realizzata da apparecchi di illuminazione distribuiti uniformemente lungo il perimetro seguendo il percorso delle strade perimetrali ed eventualmente la sola recinzione.

Gli impianti di illuminazione dei locali tecnici sono stati progettati secondo quanto indicato dalla norma UNI 12464-1 in relazione ai livelli minimi di illuminamento.

Il livello di illuminamento medio garantito ad un metro dal pavimento è:

- vani accessori, locali tecnici: 100 lux;

La scelta dei corpi illuminanti è legata alla destinazione d'uso degli ambienti e precisamente:

- plafoniere con grado di protezione IP65 per i locali tecnici.

L'impianto di illuminazione di sicurezza è stato studiato in conformità alle norme CEI 64-8 ed al D.M. 1° febbraio 1986, adottando lampade autonome di emergenza.

La tipologia di plafoniere varia a seconda del tipo di ambiente:

- plafoniere da 24W e kit inverter.

Gli apparecchi saranno dotati di fonte Luminosa a LED con emissione pari 5865lm e emissione dell'apparecchio pari a 4460lm. La potenza assorbita dall'apparecchio sarà pari a 46W con potenza massima assorbita dai LED pari a 39W.

Il suo funzionamento sarà esclusivamente legato alla sicurezza dell'impianto, gli apparecchi saranno installati sugli stessi pali montanti le telecamere dell'impianto di videosorveglianza. La

direzione di proiezione del raggio luminoso, sarà verso il basso, senza quindi oltrepassare la linea dell'orizzonte o proiettare la luce verso l'altro.

2.2. LA FASE DI CANTIERE

Considerata la tipologia dell'intervento da realizzare, si può affermare che le lavorazioni in fase di cantiere avverranno senza la produzione di particolari rifiuti da conferire alle pubbliche discariche. Questo è dovuto all'esiguità degli scavi necessari alla realizzazione dei cavidotti interrati ed al fatto che la viabilità interna verrà realizzata seguendo come criterio progettuale quello di limitare il più possibile le movimentazioni di terra nel rispetto dell'ambiente circostante e seguendo il più possibile l'andamento del terreno.

Tali operazioni, riguardando solo la parte più superficiale del terreno vegetale, produrranno come residuo delle lavorazioni solamente lo stesso terreno vegetale che verrà ridistribuito uniformemente all'interno delle aree di pertinenza dell'impianto.

Per quanto riguarda gli imballaggi dei moduli fotovoltaici e dei quadri elettrici questi saranno costituiti da cartone e plastica, materiali che verranno trasferiti ai circuiti classici di riciclo che sono stati analizzati nei paragrafi successivi.

È prevista un'attività di regolarizzazione superficiale del terreno per la realizzazione della viabilità interna. Non vi sono quindi movimenti di terra in quanto trattasi di regolarizzazione superficiale compensativa. È evidente che in caso di situazioni climatiche sfavorevoli (pioggia e vento) le attività non viene svolta.

Inoltre, per l'installazione dei pannelli non è previsto scavo in quanto i pannelli saranno fissati su strutture leggere zincate che saranno semplicemente infisse nel terreno. Saranno realizzate solo semplici basi di appoggio in c.a. delle strutture prefabbricate delle cabine.

I materiali di scavo saranno riutilizzati per i livellamenti.

La durata dei lavori è stimata in 12 mesi.

3. METODOLOGIA DI INDAGINE E PROVENIENZA DEI DATI

Lo studio realizzato ha consentito di ricostruire il modello geologico ed idrogeologico, l'assetto geomorfologico-strutturale e sismico dell'area in esame compresa la presenza di eventuali vincoli di carattere territoriale.

L'indagine geologica è stata condotta in più fasi. Nella prima fase è stata effettuata un'accurata indagine da fonti bibliografiche e di letteratura necessaria per definire le caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area interessata dal progetto. In particolare, si è fatto riferimento ai dati riportati nella:

- Carta Geologica CARG del Servizio Geologico d'Italia, Foglio n. 408 Foggia - scala 1:50.000;
- Carta Geologica CARG del Servizio Geologico d'Italia, Foglio n. 409 Zapponeta - scala 1:50.000;
- Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia - scala 1:25.000;
- Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio n. 408 Foggia;
- Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio n. 409 Zapponeta;
- Relazione geologica preliminare a supporto del Piano Urbanistico Generale (PUG) del comune di Foggia;
- Relazione generale ed elaborati del Piano Paesaggistico Territoriale (PPTR) della Regione Puglia;
- Studio Geologico-Geotecnico dei terreni di fondazione degli edifici da realizzare in zona 167 (Foggia) - EDIFICIO B - (2011);
- Progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento nel territorio comunale di Foggia e Manfredonia - PARCO EOLICO BORGO MEZZANONE S.r.l. - Progetto Definitivo (2019);
- Progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento nel territorio comunale di San Severo (FG) - WPD TRIOLO S.r.l. - Progetto Definitivo (2020).

I dati di Vulnerabilità geologica del settore di territorio in esame e l'eventuale perimetrazione delle aree in funzione della tipologia di processo geomorfologico, dello stato di attività, della cinematica, della velocità e della tendenza evolutiva, sono stati verificati nelle cartografie ufficiali aventi valori ai fini "vincolistici". È stata verificata la classificazione del sito in esame nelle seguenti cartografie ufficiali:

- Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale - Sede Puglia;

- Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale - Sede Puglia;
- Banca dati informatica e cartografica del Progetto IFFI - Inventario Fenomeni Franosi d'Italia, sviluppato dall'APAT- Servizio Geologico Nazionale.

Nella seconda fase è stato condotto uno studio geomorfologico attraverso un organico rilevamento effettuato sia tramite rilievi diretti sul terreno, che mediante indagini foto-interpretative su fotografie aeree a varie scale, riprese in periodi diversi.

I dati geologici e geotecnici hanno consentito di definire le litologie affioranti e di effettuarne una caratterizzazione. I dati geomorfologici hanno permesso di individuare la presenza di possibili fenomeni erosivi e di instabilità in atto. I dati idrogeologici hanno accertato la vicinanza a corsi di acqua e le caratteristiche dell'acquifero.

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Geograficamente, l'area di interesse progettuale ricade tra i territori comunali di Foggia e Manfredonia, entrambi appartenenti alla provincia di Foggia, nella regione Puglia.

Come è possibile apprezzare dalla figura successiva, le due aree destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici ricadono esclusivamente all'interno del territorio comunale di Foggia mentre la Sottostazione elettrica (SSE) all'interno di quello di Manfredonia. Di conseguenza, il tracciato del cavidotto MT, che dalla Cabina di consegna muove verso la Sottostazione elettrica di riferimento, interessa entrambi i territori comunali.



Inquadramento geografico dell'area di progetto.

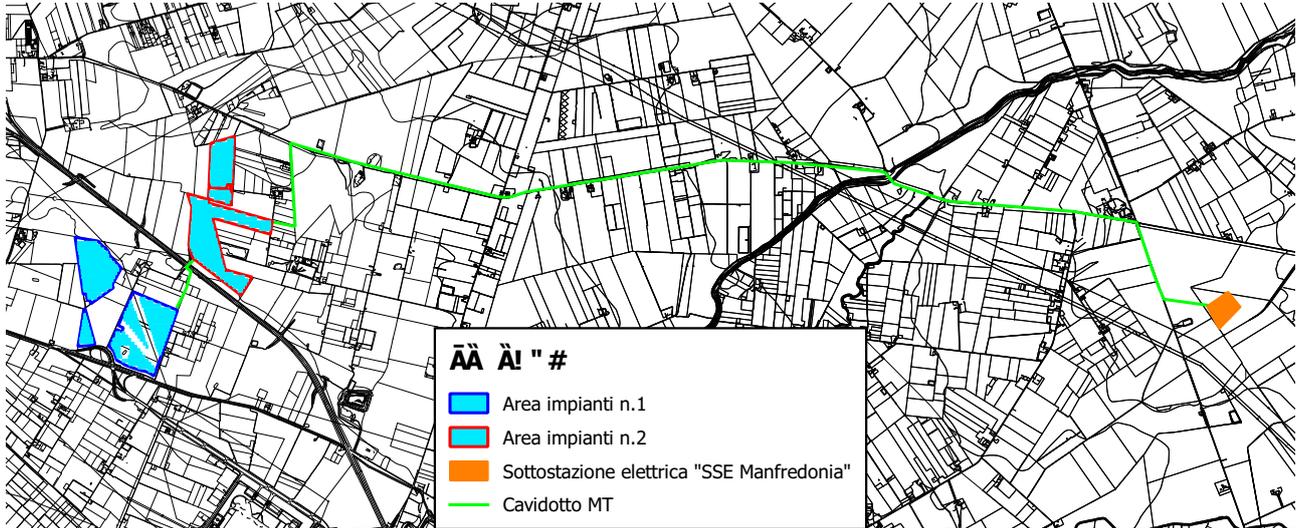
L'area di studio ricade, considerando il terreno destinato all'installazione dei pannelli fotovoltaici, il tracciato del cavidotto e la Sottostazione Utente, in una porzione dei rispettivi territori comunali che presentano una bassa urbanizzazione, non essendo interessati da centri abitati, e caratterizzati prevalentemente da attività agricole.

Topograficamente i terreni dell'indagine rientrano nella:

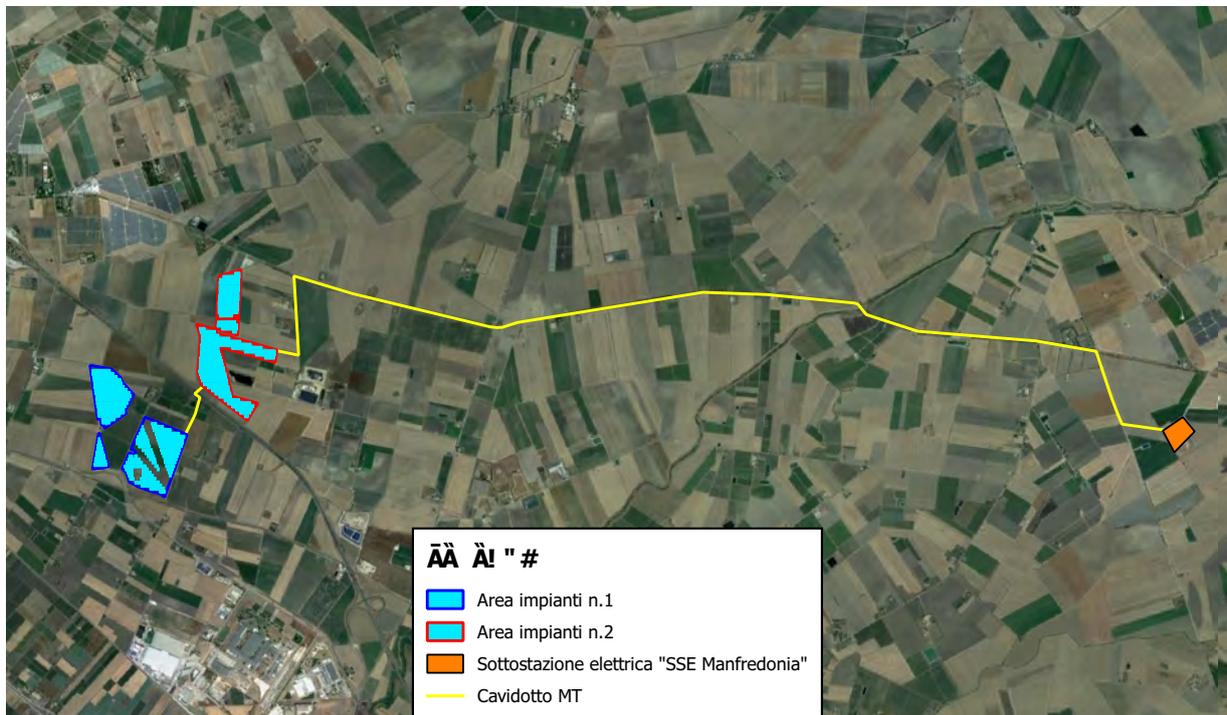
- Carta Tecnica Regionale C.T.R., scala 1:5.000, sezioni **408122, 408123, 408161, 408164, 409092, 409093, 409103 e 409144;**
- Carta Tecnica Regionale C.T.R., scala 1:10.000, sezioni **408120, 408160, 409090, 409100 e 409140.**

Di seguito si riportano gli elaborati grafici di inquadramento geografico:

- INQUADRAMENTO SU CTR 1:5.000
- INQUADRMENTO SU ORTOFOTO



Inquadramento su CTR 1:5.000 - scala 1:75.000



Inquadramento su Ortofoto (fonte AGEA - 2016) - scala 1:75.000

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il Tavoliere di Puglia è situato nella parte settentrionale della Regione pugliese e costituisce la più estesa pianura dell'Italia meridionale; si sviluppa in direzione NW-SE ed è compreso tra il Fiume Fortore a nord, i Monti della Daunia ad ovest, il Gargano e il mare Adriatico ad est, e il Fiume Ofanto a sud.

Il Tavoliere è l'unica area della Puglia ad essere dotata di una rete idrografica ben definita, costituita da corsi d'acqua a regime prevalentemente torrentizio che incidono i depositi quaternari. Morfologicamente il Tavoliere è una pianura lievemente ondulata caratterizzata da vaste spianate che digradano debolmente verso mare a partire dalle quote più alte del margine appenninico.

L'idrografia superficiale dell'intero territorio, è collegata ai due fiumi principali, il Fortore e l'Ofanto, che scorrono alle due estremità del Tavoliere e nascono dall'Appennino, sfociando entrambi nel Mare Adriatico; gli altri corsi d'acqua maggiori, il Candelaro, il Cervaro ed il Carapelle, scendono anche loro dall'Appennino e attraversano il Tavoliere, ma con regimi tipicamente torrentizi e deflussi stagionali; sono caratterizzati da alvei poco profondi e generalmente regolarizzati con opere di regimazione.

All'interno dell'area del Tavoliere di Puglia è possibile distinguere da ovest verso est ben cinque distretti morfologici: un'area collinare, una zona a ripiani, una vasta piana alluvionale antica, una piana costiera ed una zona litorale. La prima zona, che borda il margine orientale appenninico, è rappresentata da rilievi collinari, posti a 300-400 m di quota. I ripiani corrispondono a terrazzi marini, che digradano verso l'Adriatico e sono, a luoghi, delimitati verso est da scarpate poco elevate, corrispondenti a ripe di abrasione. La piana alluvionale si estende con continuità dalla zona dei terrazzi più antichi fino alla piana costiera che corrisponde, per gran parte, ad antiche aree lagunari (Lago di Salpi e Lago Salso) successivamente colmate per fatti naturali ed antropici.

La faglia che corre lungo il Torrente Candelaro separa nettamente il massiccio Promontorio Garganico dalle basse pianure del Tavoliere di Foggia, che viene così a formare una caratteristica unità orografica, geologica, idrografica e morfologica.

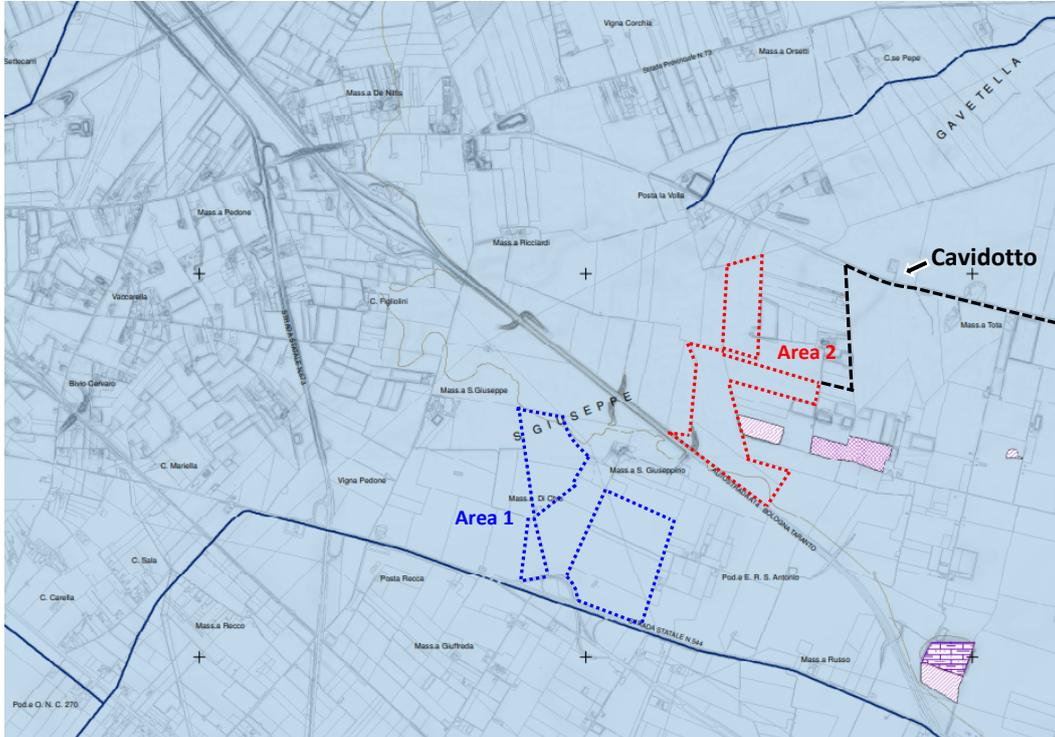
5.1. GEOMORFOLOGIA LOCALE

Il territorio di Foggia e Manfredonia è caratterizzato morfologicamente da una piana alluvionale leggermente digradante verso la costa. Questo assetto riflette quello assunto dall'originaria inclinazione della superficie di regressione del mare pleistocenico durante la fase di sollevamento regionale.

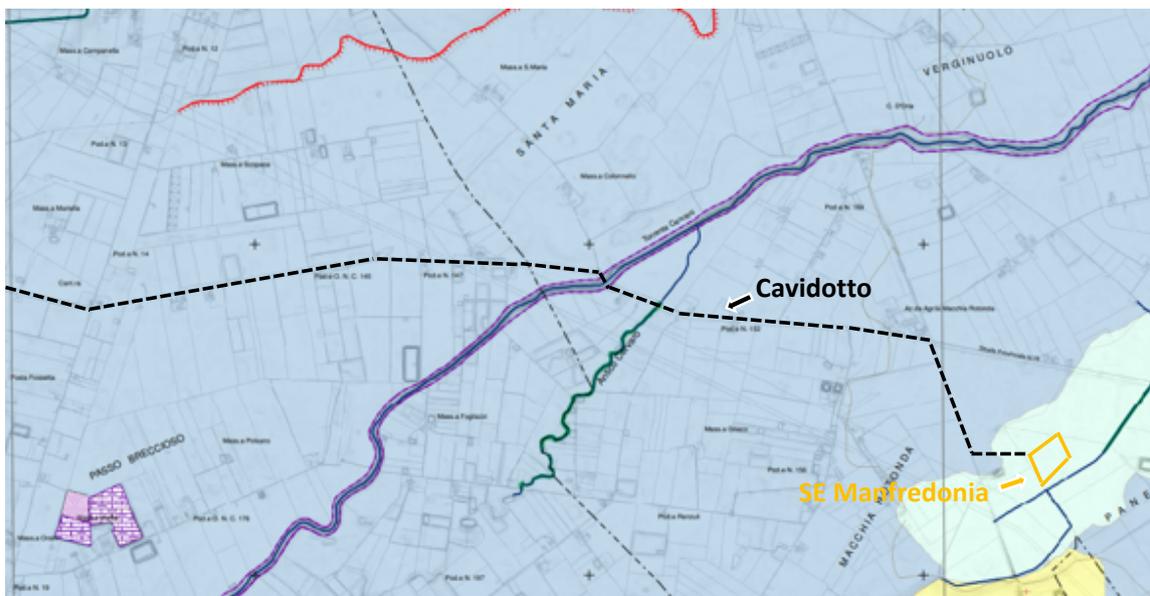
Il reticolo idrografico, caratterizzante la piana alluvionale, è costituito dalla presenza di vasti bacini ma con linee di impluvio a basso grado di gerarchizzazione che si generano dai rilievi appenninici. I profili delle sezioni trasversali di queste incisioni fluviali sono piuttosto profondi. I torrenti che scorrono nell'area di studio sono il Candelaro, il Cervaro ed il Carapelle ed i loro rispettivi affluenti.

È presente, inoltre, anche una diffusa rete di canali di bonifica di regimazione delle acque che conferisce una peculiare fisionomia al territorio pianeggiante.

Nell'immagine successiva vengono riportati due stralci della Carta Idrogeomorfologica, realizzata dall' Autorità di Bacino della regione Puglia, relativi all'area di interesse progettuale.



Stralcio della Carta Idrogeomorfologica della regione Puglia alla scala 1:25.000, foglio "Foggia" n.408 (da Autorità di Bacino della regione Puglia, www.ambiente.regione.puglia.it).



Stralcio della Carta Idrogeomorfologica della regione Puglia alla scala 1:25.000, foglio "Zapponeta" n.409 (da Autorità di Bacino della regione Puglia, www.ambiente.regione.puglia.it).



Dall'analisi della Carta Idrogeomorfologica, nell'area di interesse progettuale come litologie del substrato affiorano estesamente i **Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa**. Esclusivamente in corrispondenza dell'ultimo tratto di cavidotto in entrata nella Stazione Elettrica di

Manfredonia e della Stazione stessa, infatti, risultano affiorare i litotipi appartenenti ai **Depositi sciolti a prevalente componente pelitica**.

Per quanto concerne le forme di versante, all'interno di uno degli stralci è presente un orlo di scarpata delimitante forme semispianate.

Tra i vari agenti morfogenetici, nell'area di studio le acque di scorrimento superficiale sono quelle che hanno generato i processi più significativi e, di conseguenza, dato origine alle forme più riconoscibili. Infatti, nell'area sono presenti numerosi corsi d'acqua, sia perenni che episodici, appartenenti alle forme legate all'idrografia superficiale. Tra le forme di modellamento di corso d'acqua, i cigli di sponda sono individuabili negli stralci, bordando alcuni dei corsi d'acqua presenti.

All'interno degli stralci, tra le forme ed elementi di origine antropica, è possibile individuare un'area di cava attiva, delle cave abbandonate e delle discariche controllate. In particolare, una cava abbandonata risulta essere confinante con l'Area 2.1 destinata all'installazione dei pannelli fotovoltaici.

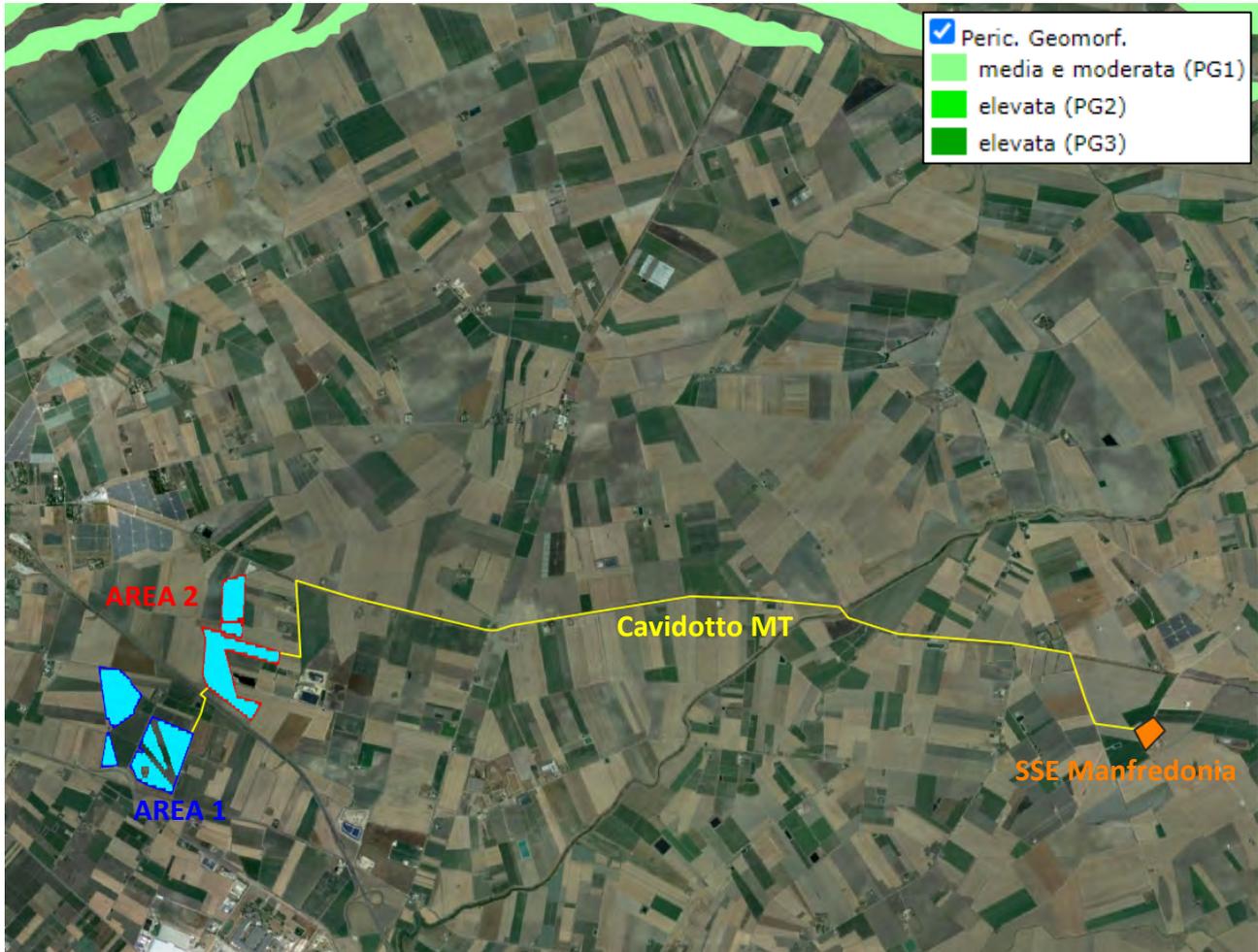
Sulla base di quanto definito dalla Carta Idrogeomorfologica, nelle aree di progetto destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici e in quella della Stazione Elettrica di Manfredonia non si individuano forme o elementi legati a processi geomorfologici in atto o passati. Differentemente, il cavidotto nel tracciato dalle aree dei pannelli fotovoltaici alla Stazione Elettrica di Manfredonia sormonta il torrente Cervaro ed un suo affluente in destra idrografica.

Il rilievo effettuato all'interno dell'area di studio, ed in particolare all'interno dell'area destinata all'installazione dei pannelli fotovoltaici, ha confermato l'assenza di forme ed elementi legati a processi geomorfologici oltre a quelli già riportati nella cartografia precedente di riferimento.

5.2. PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

La morfologia pianeggiante dell'area, unitamente alle modeste precipitazioni meteoriche di questo settore della pianura, rende i processi erosivi superficiali molto limitati e lenti, essenzialmente localizzati lungo i corsi d'acqua, per cui nell'area d'interesse sono da escludere fenomeni d'instabilità in atto o potenziali sia superficiali che profondi.

Di seguito viene riportata la carta di Pericolosità Geomorfologica del PAI (Piano Assetto Idrogeologico) realizzata in QGis attraverso il servizio WMS messo a disposizione dall'Autorità del Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale - Sede Puglia. Come si può evincere da questa carta, **l'area di progetto non è interessata da perimetrazioni per Pericolosità geomorfologica**.



Stralcio carta di Pericolosità Geomorfologica del PAI (Piano Assetto Idrogeologico) realizzata dall'Autorità del Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia (da AdB Puglia – Servizio WMS: <http://serviziowms.adb.puglia.it/geoserver/PAI/wms?service=WMS>).

5.3. VINCOLO IDROGEOLOGICO

Il R.D.L. 30.12.1923 n° 3267 , tuttora in vigore, dal titolo: "Riordinamento e riforma in materia di boschi e terreni montani" sottopone a "vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli artt. 7,8 e 9 (articoli che riguardano dissodamenti, cambiamenti di coltura ed esercizio del pascolo), possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque".

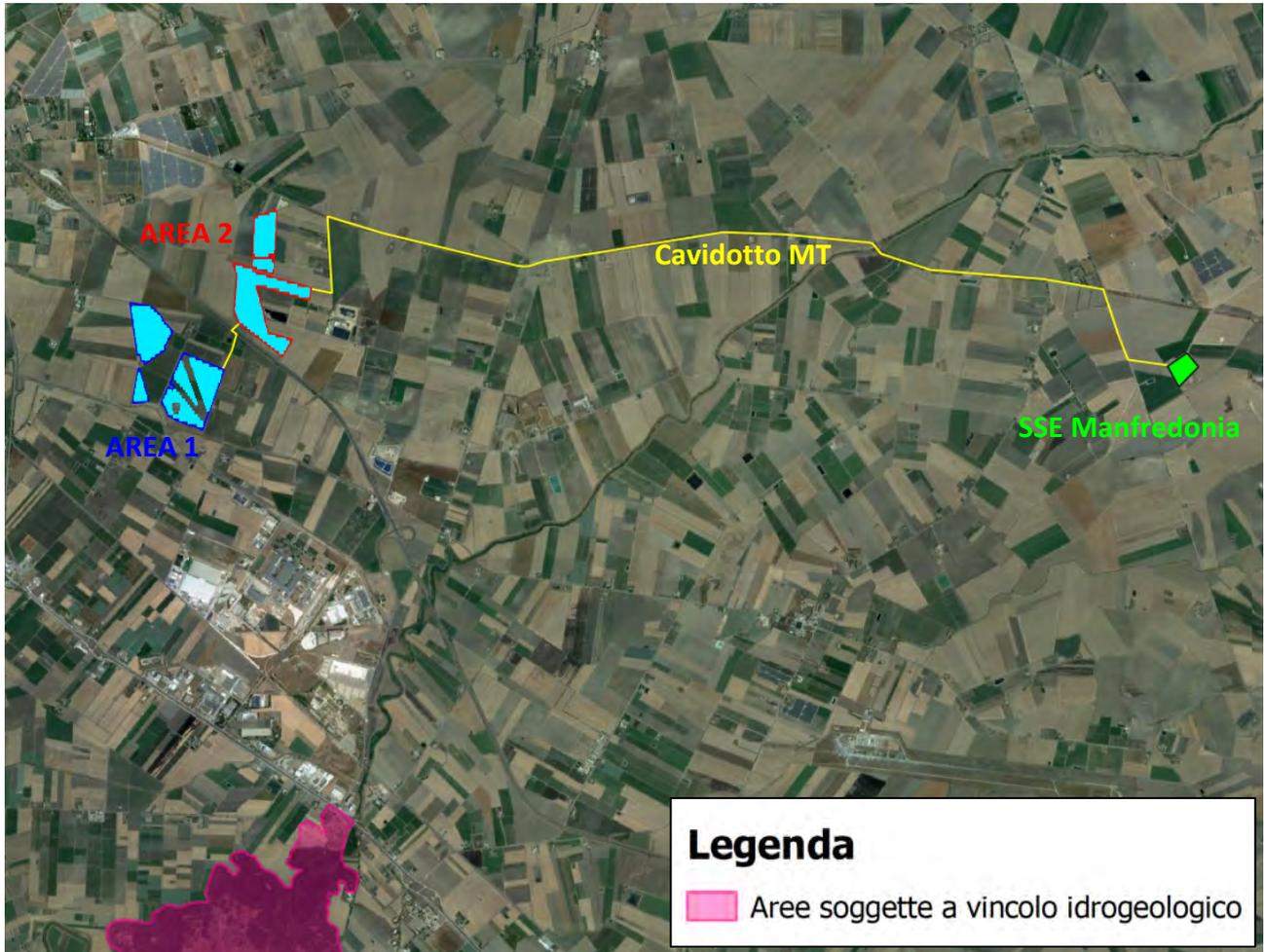
Lo scopo principale del Vincolo Idrogeologico è quello di preservare l'ambiente fisico e quindi di garantire che tutti gli interventi che vanno ad interagire con il territorio non compromettano la stabilità dello stesso, né inneschino fenomeni erosivi, ecc., con possibilità di danno pubblico, specialmente nelle aree collinari e montane.

Secondo quanto previsto dal R.D.L. 3267/1923, è previsto il rilascio di nulla osta e/o autorizzazioni per la realizzazione di opere edilizie, o comunque di movimenti di terra, che possono essere legati anche a utilizzazioni boschive e miglioramenti fondiari, richieste dai privati o da enti pubblici, in aree che sono state delimitate in epoca precedente alla legge, e che erano considerate aree sensibili nei confronti delle problematiche di difesa del suolo e tutela del patrimonio forestale.

Tale nulla osta viene rilasciato, in seguito alle citate normative, anche a posteriori per la sanatoria di opere abusive. In base alle normative citate le opere soggette ad autorizzazione sono state classificate e divise in tabelle, e per ogni tipologia è stato individuato l'ente competente a rilasciare l'autorizzazione.

È stata delegata quindi alle Province, a partire dall'ottobre 1998, la procedura per il rilascio dei nulla osta per la realizzazione di opere che, in gran prevalenza, riguardano l'edilizia privata. In dettaglio, deve essere presentata istanza alla Provincia per la realizzazione o la sanatoria di:

- nuovi edifici di qualsiasi tipo e destinazione, compresi eventuali ampliamenti di opere connesse anche soggette a sanatoria edilizia e, ai sensi di recenti note informative ricevute dagli uffici regionali, strade private interne ai lotti;
- muri di sostegno superiori a 100 cm di altezza;
- infrastrutture connesse a elettrodotti superiori a 20.000 volts;
- parcheggi di qualsiasi tipo e piazzali di manovra;
- sistemazione di terreni con opere di drenaggio e apertura di scoline per la raccolta e la regimazione idrica superficiale;
- creazione o eliminazione di terrazzamenti di terreni finalizzati ad attività agricola o extragricola;
- sistemazione di aree, apertura di accessi a strade esistenti, sistemazione e/o ampliamenti piazzali, platee di stoccaggio;
- apertura sentieri pedonali e piste di esbosco;
- recinzioni di altezza superiore a 200 cm;
- vivai, rimboschimenti e ricostituzioni boschive.



Carta delle aree soggette a vincolo idrogeologico, realizzata in QGIS attraverso il materiale fornito dal portale Paesaggio Puglia (www.paesaggiopuglia.it) per il quadro conoscitivo del PPTR (Piano Paesaggistico Territorio Regionale).

Come è possibile apprezzare dalla carta delle aree soggette a vincolo idrogeologico, realizzata sulla base del materiale fornito dal portale Paesaggio Puglia (www.paesaggiopuglia.it), le **aree di interesse progettuale non risultano essere vincolate**, pertanto, non sarà necessario richiedere il Nulla Osta per il Vincolo idrogeologico.

6. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Il territorio regionale pugliese, dal punto di vista dell'idrografia superficiale, presenta caratteri che lo differenziano non poco dagli altri contesti idrografici nazionali. Infatti, lo sviluppo del reticolo idrografico è essenzialmente di tipo carsico, in relazione alla natura prevalentemente calcarea del substrato, ad eccezione delle zone pedegarganica, del Subappennino dauno e del Tavoliere, dove una minore permeabilità dei terreni di copertura consente la formazione di diversi corsi d'acqua a prevalente regime torrentizio.

L'individuazione dei principali ambiti omogenei in rapporto all'idrografia superficiale del territorio di competenza, riportata nell'immagine a seguire, può essere effettuata sulla base delle peculiari caratteristiche idrologiche nonché geomorfologiche del reticolo idrografico superficiale presente in detti ambiti, così denominati:

- bacini dei corsi d'acqua torrentizi del Gargano;
- bacini fluviali con alimentazione appenninica;
- bacini del versante adriatico delle Murge con corsi d'acqua tipo "Lame";
- bacini endoreici dell'altopiano murgiano; - bacini a mare della scarpata murgiana adriatica;
- bacini dei canali di bonifica della piana brindisina;
- bacini dell'arco ionico con corsi d'acqua tipo "gravina" nei tratti di testata;
- bacini endoreici della piana salentina;
- bacini a mare delle serre salentine e delle murge tarantine.



Principali ambienti omogenei in rapporto all'idrografia superficiale (da Relazione generale – Redazione delle mappe di pericolosità idraulica nell'ambito del D.Lgs. 23 febbraio 2010, n.49 – Autorità di Bacino Interregionale della Puglia). Il cerchio rosso individua l'area di studio che ricade all'interno del "Bacino fluviale con alimentazione appenninica".

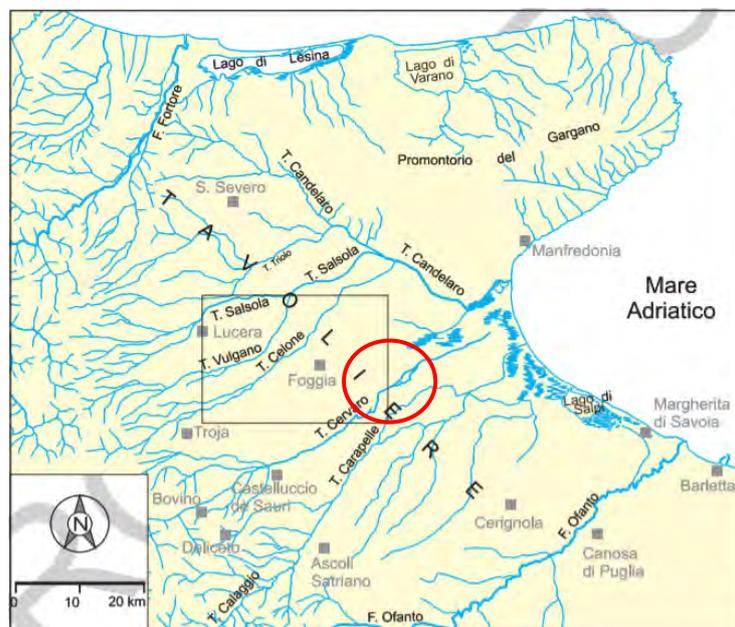
Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrolvoltaico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

L'area di interesse progettuale ricade all'interno dei **Bacini fluviali con alimentazione appenninica**. L'ambito dei bacini fluviali con alimentazione appenninica è caratterizzato dalla presenza di reticoli idrografici ben sviluppati con corsi d'acqua che, nella maggior parte dei casi, hanno origine dalle zone pedemontane dell'appennino dauno, (fa eccezione il Fiume Ofanto, che ha origine nell'appennino campano attraversando nel suo corso le porzioni più meridionali dell'Appennino dauno).

Tutti questi corsi d'acqua sottendono bacini di alimentazione di rilevante estensione, dell'ordine di alcune migliaia di km², che comprendono settori altimetrici di territorio che variano da quello montuoso a quello di pianura. Mentre nei tratti montani di questi corsi d'acqua i reticoli denotano un elevato livello di organizzazione gerarchica, nei tratti medio-vallivi le aste principali degli stessi diventano spesso le uniche aree fluviali appartenenti al bacino.

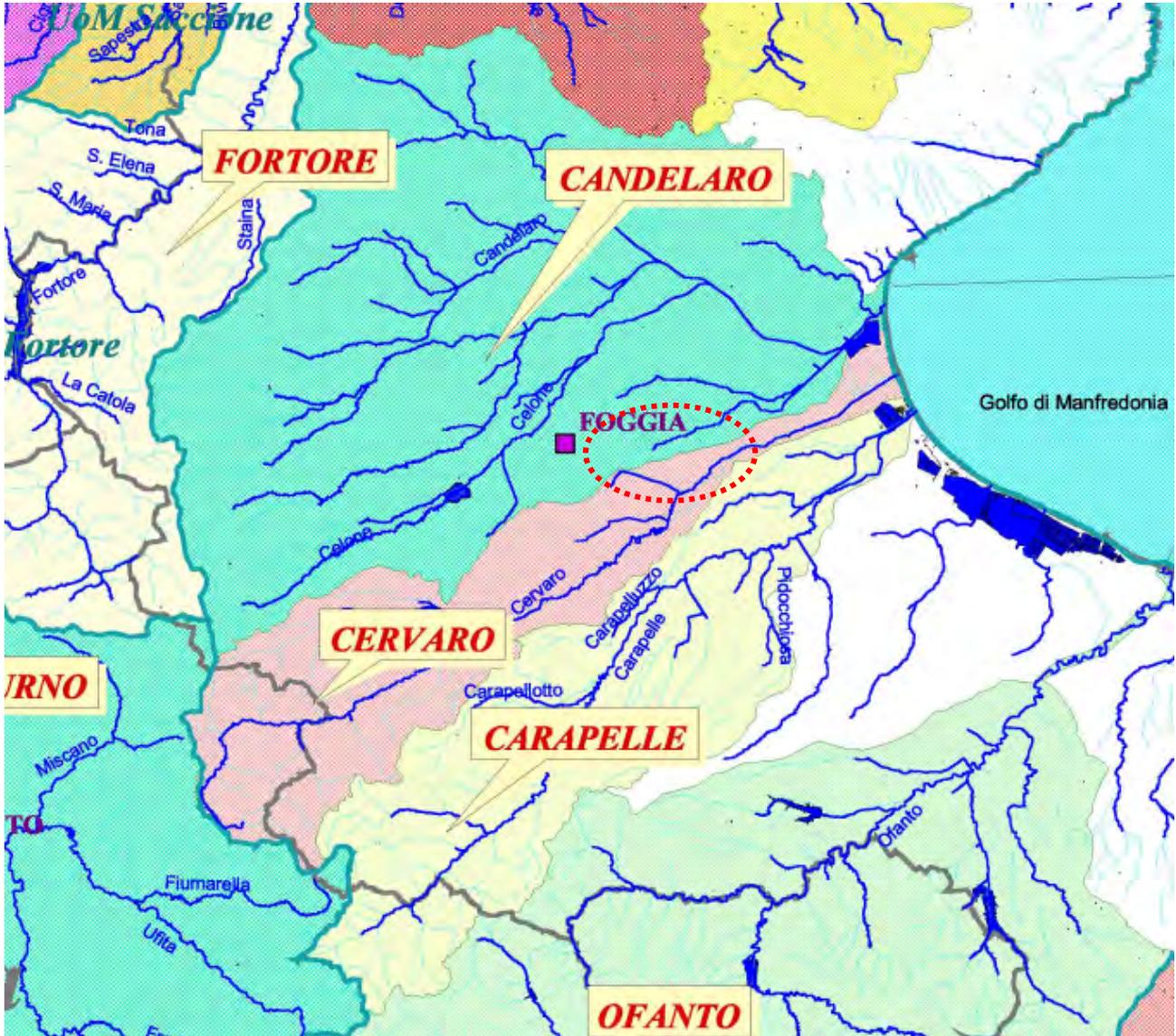
Il regime idrologico è tipicamente torrentizio, caratterizzato da prolungati periodi di magra, a cui si associano brevi ma intensi eventi di piena, soprattutto nel periodo autunno-invernale. Molto limitati, e in alcuni casi del tutto assenti, sono i periodi a deflusso nullo. Aspetto importante da evidenziare, ai fini del regime idraulico di questi corsi d'acqua, è la presenza di opere di regolazione artificiale, quali dighe e traverse, che comportano un significativo effetto di laminazione dei deflussi nei territori immediatamente a valle. Importanti sono state, inoltre, le numerose opere di sistemazione idraulica e di bonifica che si sono succedute, a volte con effetti contrastanti, nei corsi d'acqua del Tavoliere. Dette opere hanno fatto sì che estesi tratti dei reticoli interessati presentano un elevato grado di artificialità, tanto nei tracciati quanto nella geometria delle sezioni, che in molti casi risultano arginate.

I principali bacini idrografici che compongono i "Bacini fluviali con alimentazione appenninica" sono quelli dei fiumi Ofanto, Carapelle, Cervaro e Candelaro.



Principali elementi idrografici del Tavoliere di Puglia (da "Carta Geologica della Capitanata e delle regioni limitrofe"). Il cerchio rosso individua l'area di studio.

L'area di interesse progettuale, tra i vari bacini ad alimentazione appenninica, ricade a cavallo tra il bacino idrografico del torrente Candelaro, del torrente Cervaro e del torrente Carapelle.



Inquadramento geografico dei bacini idrografici dei torrenti Candelaro, Cervaro e Carapelle. Il cerchio rosso individua l'area di studio.

Il bacino idrografico del **torrente Candelaro** è quasi esclusivamente impostato sul tipico ambiente geomorfologico del Tavoliere di Puglia. Il torrente Candelaro scorre ai piedi del Gargano con direzione NW-SE in corrispondenza di una faglia di distensione instauratasi durante l'emersione del promontorio. Ha una lunghezza di 67 Km circa e accoglie le acque di un bacino di 2.050 Km². Poco sviluppato è il versante sinistro, in corrispondenza della parete di faglia, mentre molto più esteso è il versante destro, solcato da vari affluenti. Tra questi i principali sono i torrenti Triolo, Salsola e Celone, che hanno origine nel Subappennino dauno e attraversano la piana di Capitanata in

direzione SW-NE, confluendo nel Candelaro all'altezza del suo corso medio. Parte dell'acqua che precipita all'interno dell'area di studio confluisce all'interno del torrente Candelaro attraverso il torrente della Contessa, affluente in destra idrografica.

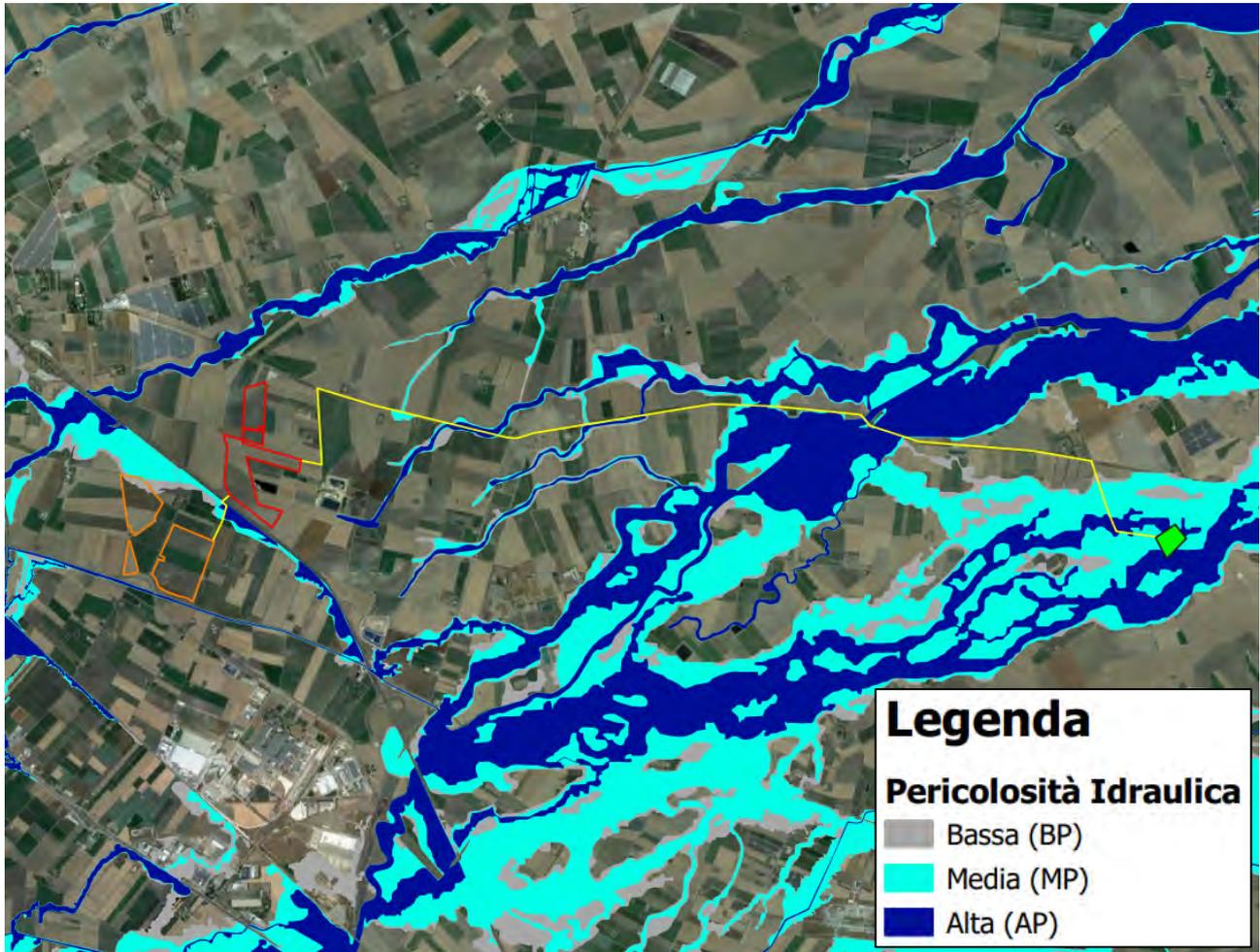
Il **torrente Cervaro**, da cui il bacino idrografico prende il nome, nasce dal monte Le Felci (853 m di quota) presso Monteleone di Puglia, si immette in provincia di Avellino e rientra in quella di Foggia fra Panni e Montaguto; incanalato nell'ultimo tratto, prende il nome di canale Cervaro Nuovo e sfocia, dopo circa 80 km di percorso, nel golfo di Manfredonia, mentre due rami si immettono nelle vasche di colmata del Cervaro. Costeggiato, da Radogna a Stradola, dalla SS 90, riceve a sinistra il torrente Lavella e il torrente Sannoro, a destra il torrente Bilerà. I sottobacini del 1° ordine per il Cervaro, da Nord a Sud, sono: torrente Sannoro, torrente Lavella, torrente Avella, torrente Iazzano, torrente Biletra, fosso Valle dell'Angelo e fosso Pozzo Vitolo. Parte dell'acqua che precipita all'interno dell'area di studio confluisce all'interno del torrente Cervaro attraverso una rete idrografica minore in sinistra e in destra idrografica. In particolare, il cavidotto in progetto scavalca il torrente Cervaro quando quest'ultimo intercetta la Strada Provinciale n.70.

Il **torrente Carapelle** nasce dall'Appennino campano, in provincia di Benevento; ha origine dall'unione del torrente Calaggio col torrente San Gennaro. Canalizzato verso il suo sfocio in mare, dà origine al canale Carapellotto ed al canale Regina. Sfocia, dopo circa 85 km di percorso, nel golfo di Manfredonia a Nord di Torre Rivoli. Affluente di sinistra è il torrente Carapellotto; di destra il canale Marana La Pidocchiosa e il canale Pozzo Pascuccio. I sottobacini del 1° ordine per il Carapelle, da Nord a Sud, sono: torrente Carapellotto, Vallone Legnano, fosso Viticoni, canale Colotti, torrente Frugno e torrente Calaggio. Parte dell'acqua che precipita all'interno dell'area di studio confluisce all'interno del torrente Carapelle attraverso il canale Piluso, affluente in sinistra idrografica.

6.1. PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Di seguito si riporta la Carta di Pericolosità Idraulica del PAI (Piano Assetto Idrogeologico) relativa all'area di interesse progettuale, realizzata in QGIS attraverso il servizio WMS messo a disposizione dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale - Sede Puglia.

Si riporta di seguito uno stralcio della carta di Pericolosità Idraulica del PAI relativo all'area di interesse progettuale.



Stralcio carta di Pericolosità Idraulica del PAI (Piano Assetto Idrogeologico) realizzata dall'Autorità del Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia (da AdB Puglia – Servizio WMS: <http://serviziowms.adb.puglia.it/geoserver/PAI/wms?service=WMS>).

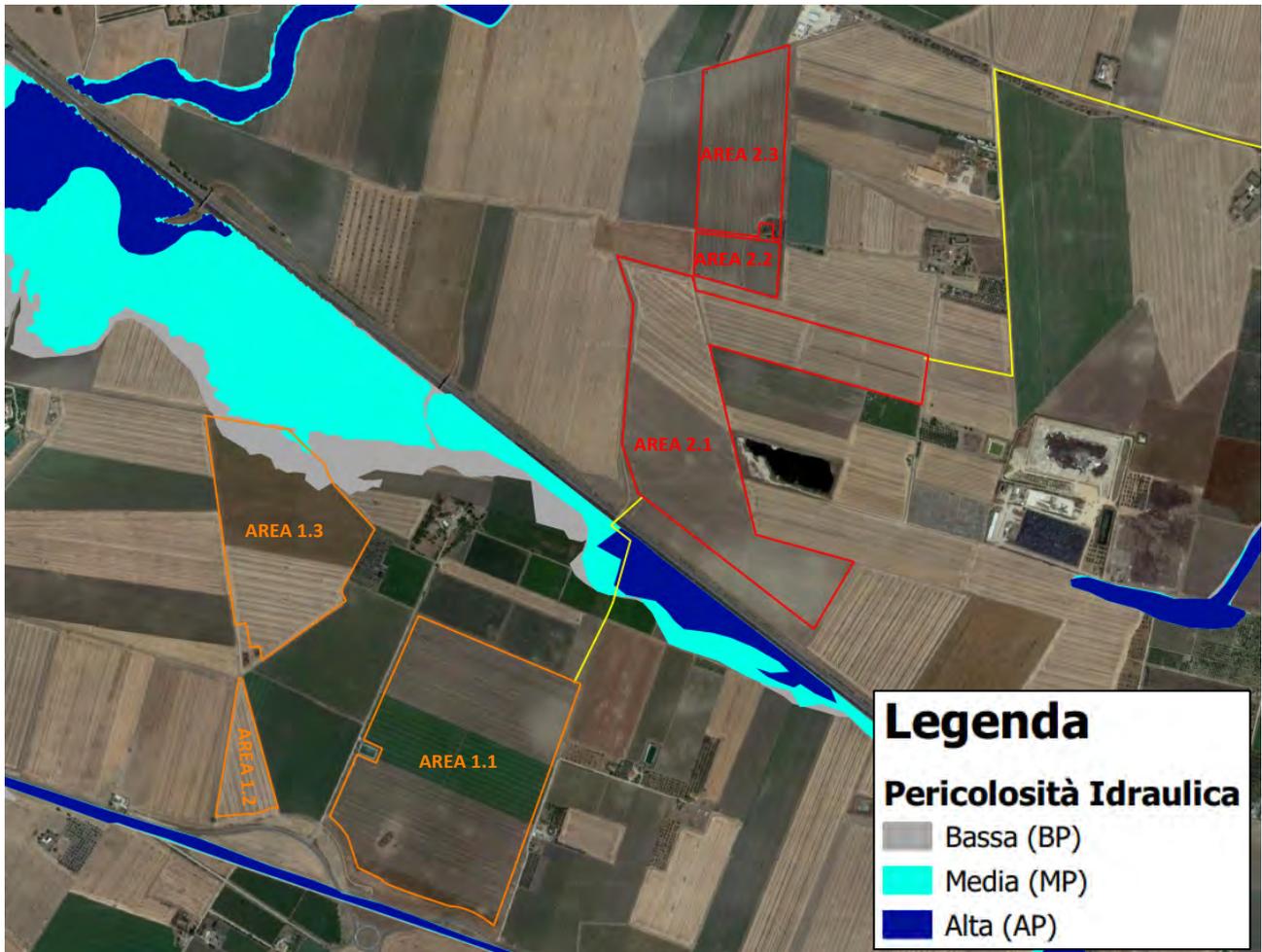
Come è possibile apprezzare dalla carta precedente, nell'area di interesse progettuale si può apprezzare una significativa presenza di perimetrazioni per Pericolosità Idraulica.

In particolare, la **Sottostazione elettrica Manfredonia** (SSE Manfredonia) ricade in corrispondenza di perimetrazioni per **pericolosità idraulica Media (MP) e Alta (AP)**.

Allo stesso modo, il **cavidotto MT** di connessione tra la Sottostazione Elettrica e le aree destinati agli impianti fotovoltaici attraversa aree perimetrate per **pericolosità idraulica Bassa (BP), Media (MP) e Alta (AP)**.

Per quanto concerne le aree destinate ad ospitare i pannelli fotovoltaici, come è possibile apprezzare dal dettaglio riportato nella cartografia successiva, le condizioni di pericolosità idraulica definite dal PAI sono differenti. Infatti, nell'area impianti n. 1, **esclusivamente nella sottoarea 1.3** sono

perimetrati livelli di **pericolosità idraulica Bassa (BP) e Media (MP)**. Differentemente, nell'area impianti n. 2 non sono riportate perimetrazioni per pericolosità idraulica.



Dettaglio della carta di Pericolosità Idraulica del PAI relativa alle aree destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici.

Aree a bassa probabilità di inondazione (B.P.) - Porzioni di territorio soggette ad essere allagate con tempo di ritorno (Tr) compreso tra 200 e 500 anni.

Aree a moderata probabilità di inondazione (M.P.) - Porzioni di territorio soggette ad essere allagate con tempo di ritorno (Tr) compreso tra 30 e 200 anni.

Aree ad alta probabilità di inondazione (A.P.) - Porzioni di territorio soggette ad essere allagate con tempo di ritorno (Tr) inferiore o pari a 30 anni.

Ricadendo alcune delle aree di interesse progettuale all'interno di perimetrazioni per Pericolosità Idraulica sarà necessario ottemperare all'**articolo 10** ("Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale") **delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAI della Puglia:**

1. Ai fini della tutela e dell'adeguamento dell'assetto complessivo della rete idrografica, il PAI individua le fasce di pertinenza fluviale.
2. All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino.
3. Quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermini all'area golenale, come individuata all'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

6.2. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

La Direttiva 2007/60/CE relativa alla Valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni, recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49, pone agli enti competenti in materia di difesa del suolo, l'obiettivo di mitigare le conseguenze per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali, derivanti da eventi alluvionali.

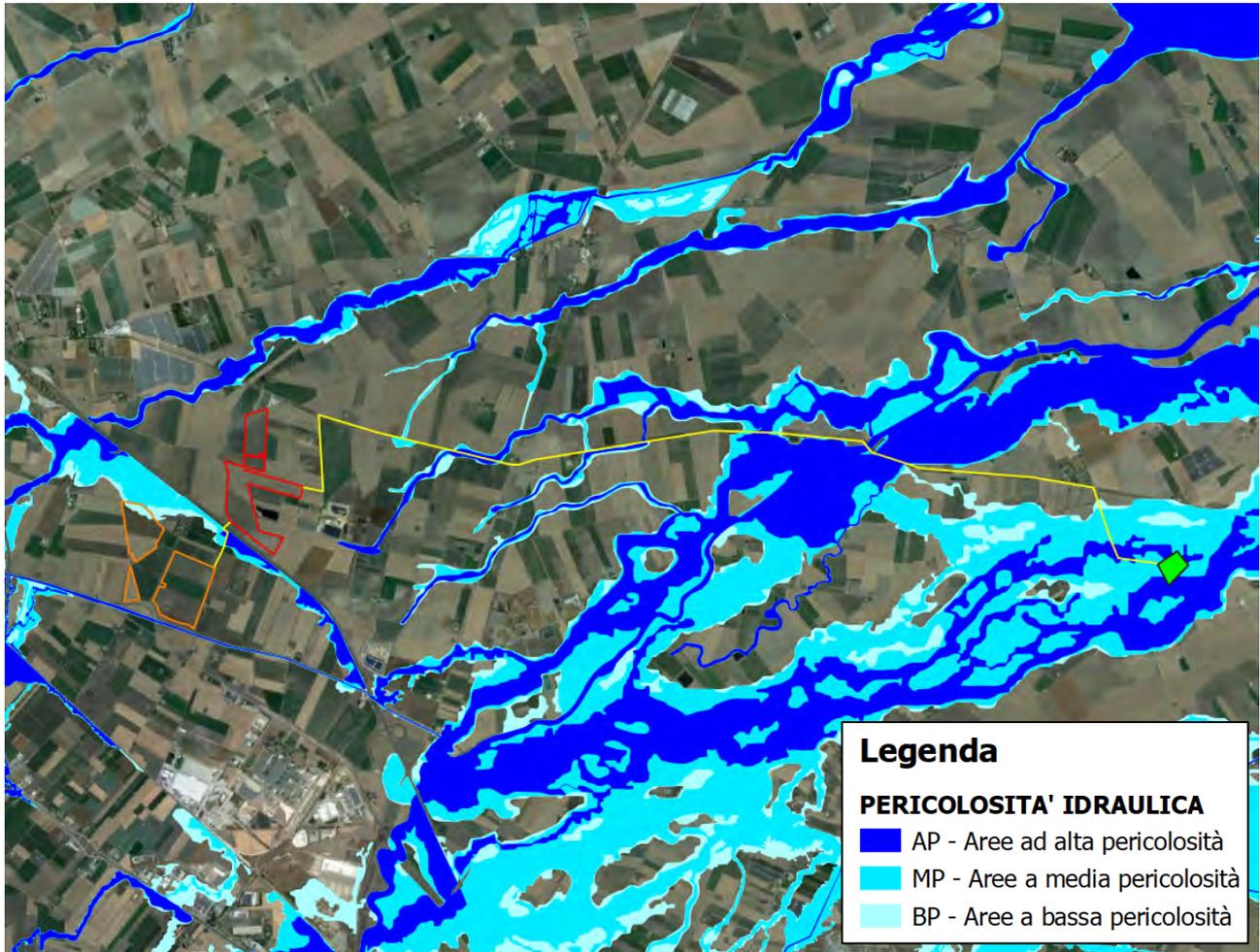
Il Piano di gestione del Rischio Alluvioni è stato approvato dal Presidente del Consiglio dei Ministri con DPCM Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 28 del 3 febbraio 2017.

Il Piano è stato preceduto, come previsto dalle normative sopra ricordate, da una lunga fase di attività preparatorie tra le quali – la più importante – la fase di mappatura della pericolosità e del rischio del Distretto idrografico dell'Appennino centrale.

Il decreto legislativo 23 febbraio 2010, n.49 (e successive modifiche), stabiliva che entro il 22 settembre 2021 il II ciclo di pianificazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni fosse stato aggiornato.

Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, con Delibera C.I.P. n. 2 del 20/12/2021, ha aggiornato le Mappe di pericolosità e rischio alluvione del II ciclo di pianificazione.

Nella figura in basso è riportato lo Stralcio della Mappa della Pericolosità da alluvioni del PGRA relativo all'area di interesse progettuale.

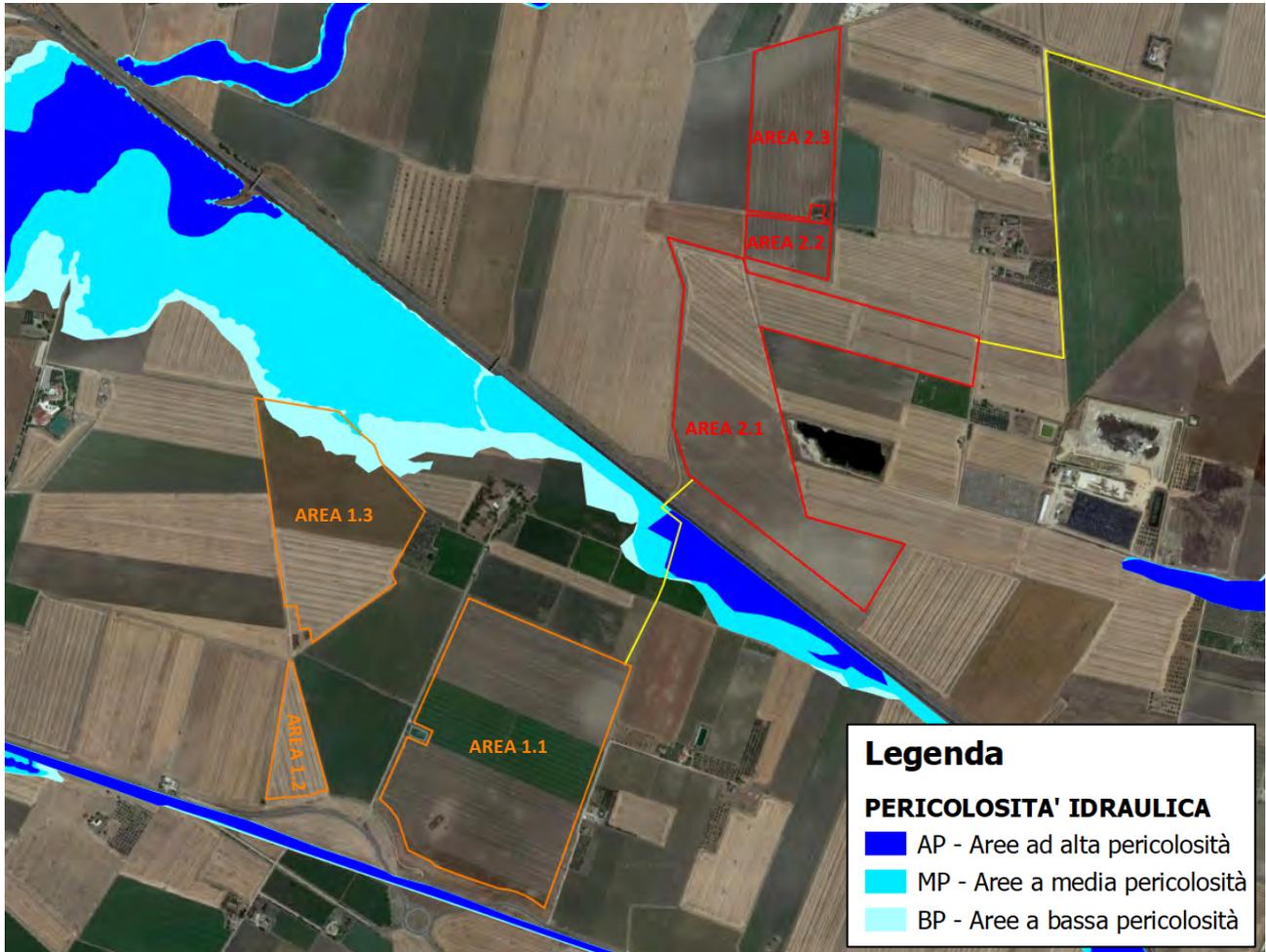


Stralcio della Mappa della pericolosità idraulica del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA), realizzata in QGIS sulla base degli shapefiles forniti dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Il consulto dello stralcio della Mappa di pericolosità idraulica del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni consente di osservare come parte delle opere in progetto ricada in corrispondenza di aree perimetrate, in accordo con quanto riportato nella cartografia PAI.

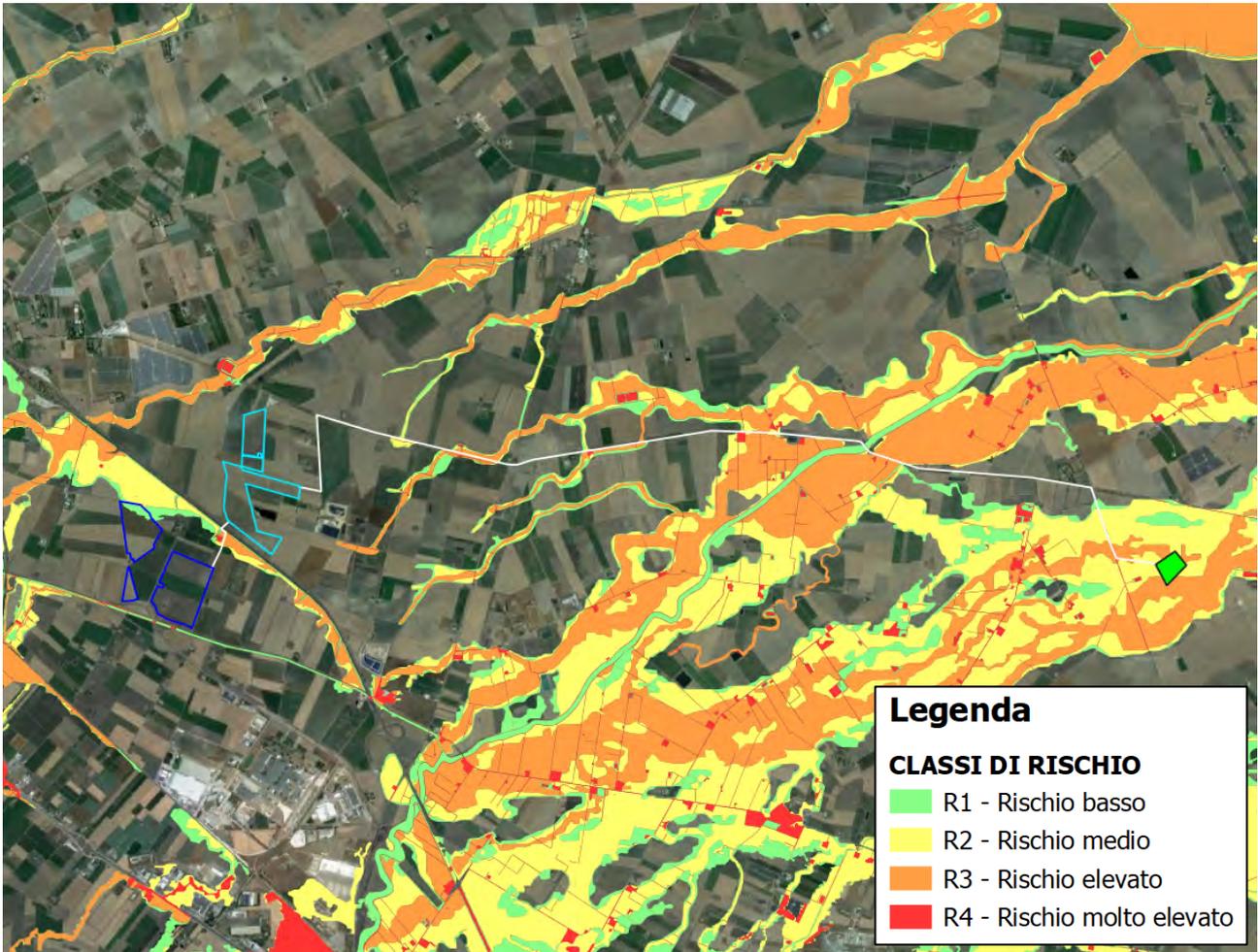
In particolare, la **Sottostazione elettrica Manfredonia** ricade in corrispondenza di perimetrazione per **aree pericolosità Alta (AP) e Media (MP)**. Il **cavidotto MT**, di collegamento tra la Sottostazione elettrica e le aree degli impianti fotovoltaici, attraversa **aree perimetrate per Alta (AP), Media (MP) e Bassa (BP) pericolosità**.

Per quanto concerne le aree destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici, come è possibile dalla cartografia di dettaglio successiva, esclusivamente parte della **Sottoarea impianto 1.3** ricade in corrispondenza di perimetrazione per **aree pericolosità Media (MP) e Bassa (BP)**.

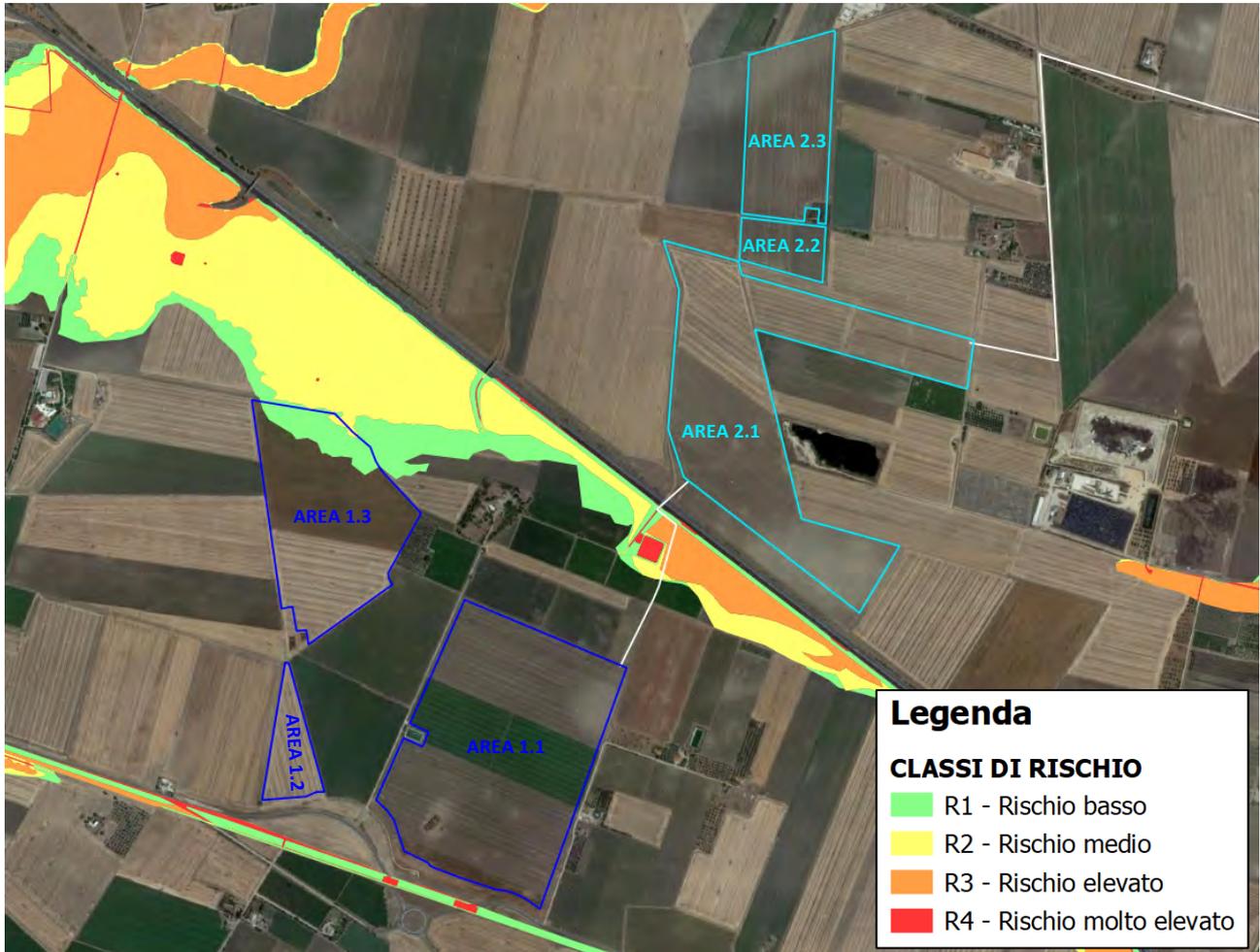


Dettaglio della Mappa della pericolosità idraulica del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA) relativo alle aree destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici.

Nella figura successiva è riportato lo Stralcio della Mappa del rischio di alluvione del PGRA relativo alle aree di interesse. Con perimetrazioni concordi con quelle definite nella Mappa della pericolosità idraulica, nelle Mappe del rischio di alluvione, in assenza di elementi vulnerabili, viene associato alle aree ad alta pericolosità un rischio elevato, a quelle con media pericolosità un rischio medio e a quelle con bassa pericolosità un rischio basso. Quindi, la **Sottostazione elettrica Manfredonia** ricade in corrispondenza di perimetrazioni per **rischio medio (R2) ed elevato (R3)**, parte della **Sottoarea impianto 1.3** è perimetrata per **rischio basso (R1) e medio (R2)** e, in ultimo, il cavidotto MT attraversa aree perimetrata per **rischio basso (R1), medio (R2), elevato (R3) e molto elevato (R4)** (dove la pericolosità idraulica media e alta "incontra" fabbricati o strade).



Stralcio della Mappa del rischio di alluvione del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA), realizzata in QGIS sulla base degli shapefiles forniti dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.



Dettaglio della Mappa del rischio di alluvione del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA) relativo alle aree destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici.

7. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

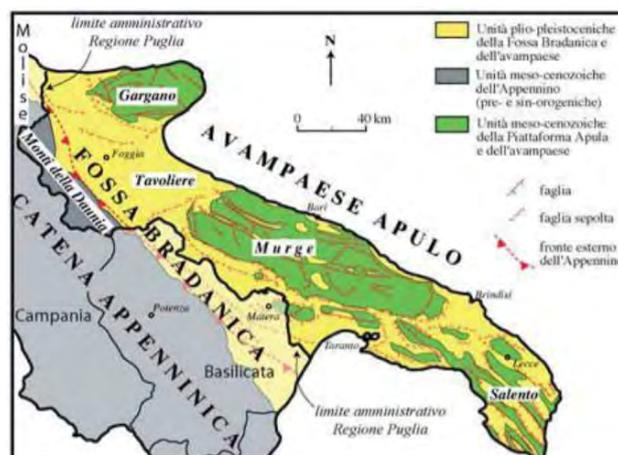
7.1. GEOLOGIA DI AREA VASTA

Le principali tappe della storia geologica della Puglia possono essere inquadrati nel contesto dei complessi e differenziati processi geologici che hanno contraddistinto l'evoluzione dell'area mediterranea riguardo alla genesi della Penisola italiana. In tale contesto evolutivo, il settore crostale, sul cui tratto meridionale è geologicamente edificato il territorio pugliese, costituiva in origine una propaggine del margine settentrionale del Paleocontinente africano.

Durante il Triassico, a seguito della frammentazione del Pangea e della apertura dell'Oceano ligure-piemontese, subentrato al Mare della Tetide, tale settore crostale subì una progressiva sommersione controllata da una tettonica estensionale. Per tutto il Trias superiore, nelle aree in subsidenza la sedimentazione terrigena fu bruscamente soppiantata da depositi evaporitici, anidritico gessosi e carbonatici di ambiente epicontinentale. La successione evaporitica supradiassica è stata riconosciuta nel sottosuolo della regione pugliese mediante perforazioni (aree garganica e murgiana) nonché prospezioni geofisiche regionali.

Successivamente, durante il Giurassico e il Cretaceo, il margine settentrionale della Zolla africana si scompose probabilmente in più frammenti in conseguenza di una tettonica disgiuntiva, attivata da differenti tipi di faglie. Uno di questi frammenti individuò il Promontorio africano, all'epoca corrispondente a un altopiano allungato dapprima nel Mare della Tetide e successivamente nell'Oceano ligure - piemontese di neoformazione. Sul Promontorio africano e sugli altri frammenti continentali si impiantarono estese piattaforme carbonatiche con interposti bacini pelagici, caratterizzati da attiva sedimentazione.

Nel territorio pugliese, le successioni carbonatiche sia di piattaforma (Piattaforma carbonatica apula) sia di bacino marginale (Bacino est - garganico) del Giurassico superiore e del Cretaceo sono ben esposte nel massiccio del Gargano; invece, le successioni affioranti nell'altopiano murgiano e nelle Serre salentine hanno età cretacea e presentano essenzialmente facies di piattaforma interna.



Carta geologica schematica della regione Puglia (dalla Relazione geologica preliminare del Documento Programmatico Preliminare al Piano Urbanistico Generale).

Successivamente, durante il Paleogene, la Zolla africana entrò in collisione con il Paleocontinente europeo. A questo intenso e arealmente esteso processo deformativo va collegata quindi una fondamentale variazione del panorama paleogeografico dell'area afro - eurasiatica. Durante questa fase compressiva al seguito del sollevamento di estesi tratti del Promontorio africano, la Piattaforma carbonatica apula, evolse progressivamente in una vasta terra emersa, bordata da estese piattaforme continentali, interessate da ripetute trasgressioni del mare durante il Paleogene. In particolare, le fasi geodinamiche eoceniche furono caratterizzate da importanti manifestazioni vulcaniche. In corrispondenza del "segmento pugliese" del Promontorio africano, i relativi effetti tettonici e sedimentari sono rispettivamente evidenziati dalle strutture plicative con ampio raggio di curvatura e da alcuni allineamenti di faglia, entrambi con direzione E-O, che interessano le successioni cretacee, nonché dai lembi di depositi paleocenico - eocenici e oligocenici presenti lungo le fasce costiere del Gargano e della Penisola salentina. In seguito, durante il Neogene in aree poste più ad occidente della piattaforma apula, si produsse un progressivo sovrascorrimento di corpi sedimentari, sia preesistenti sia di neoformazione, che dette origine ad un sistema orogenico con formazione della Catena appenninica. È comunemente accettato che il sistema orogenico appenninico si individui nell'Italia meridionale a partire dall'Oligocene superiore - Miocene inferiore (26 milioni di anni fa).

Esso deriva, per compressione, dal progressivo accavallamento da W verso E di unità stratigrafico - strutturali mesozoico - paleogeniche (antichi domini di piattaforma carbonatica e di bacino che si sono evoluti prima della deformazione miocenica) nonché di unità sinorogeniche di avanfossa. Il sistema è attualmente configurato quindi come una struttura a falde che, realizzatasi per successive fasi deformative, presenta in sovrapposizione tettonica più unità stratigrafico - strutturali che in precedenza componevano un quadro paleogeografico molto articolato e molto difficile da ricostruire. Comunque, nell'attuale struttura appenninica meridionale è possibile distinguere, in successione geometrica dal basso: unità dell'Avampaese apulo, unità dell'Avanfossa (o della Fossa bradanica) e unità della Catena appenninica meridionale.

L'avampaese apulo si individua a partire dall'inizio del Miocene, durante l'orogenesi dei sistemi appenninico - maghrebide e dinarico - ellenico rappresentato in affioramento da un'estesa area autoctona mesozoica carbonatica (unità stratigrafico - strutturale ApuloGarganica) e dalla sua prosecuzione in mare ("dorsale pugliese" o "dorsale apula sommersa"). La parte emersa dell'avampaese, corrispondente sostanzialmente all'intera area pugliese (Gargano, Murge e Salento). In base a numerosi dati di superficie e di profondità, nell'avampaese apulo sono stati distinti dal basso verso l'alto i seguenti elementi stratigrafici: un basamento cristallino precambrico; una copertura permio - triassica di origine fluviodeltizia, spessa almeno 1000 m (Pozzo AGIP Puglia 1); una successione evaporitico - carbonatica mesozoico - paleogenica di piattaforma carbonatica, spessa fino a 5000 m; coperture, a dominante carbonatica, neogenico - pleistoceniche. Dal punto di vista strutturale la successione mesozoica, pur essendo stata interessata da blandi piegamenti e successivamente da faglie dirette, presenta un assetto monoclinale, con immersione a SSW; i depositi terziari e quaternari, su di essa trasgressivi, poggiano in assetto orizzontale. L'unità stratigrafico-strutturale Apulo-Garganica di avampaese, ribassata verso SW da sistemi di faglie dirette, costituisce anche il substrato della Fossa bradanica. Si tratta quindi dell'unità tettonica geometricamente più bassa della struttura dell'Appennino meridionale.

7.2. GEOLOGIA LOCALE

L'area in esame, compresa tra il settore orientale del Foglio n.408 "Foggia" e quello occidentale del Foglio n.409 "Zapponeta" della Carta geologica d'Italia (in scala 1:50.000), è caratterizzata da litotipi sedimentari appartenenti alle **Unità tardo quaternarie** e alle **Unità quaternarie del Tavoliere di Puglia**.

UNITÀ TARDO QUATERNARIE

Depositi alluvionali attualmente in evoluzione

Depositi sabbioso-limosi di colore dal bruno scuro al giallastro, attualmente in evoluzione negli alvei fluviali attivi. **OLOCENE**

UNITÀ QUATERNARIE DEL TAVOLIERE DI PUGLIA

Supersintema del Tavoliere di Puglia

- **Sintema di Masseria Inacquata**

Sintema deposizionale risalente all'ultima risalita del livello del mare. È costituito da depositi alluvionali passanti verso la costa a dune costiere e depositi di spiaggia emersa e sommersa. I depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da argille, sabbie e silt di colore dal bruno scuro, al grigio, al giallastro, spesso con lamine da piano-parallele ad ondulate, presenti soprattutto nei livelli sabbiosi e limosi; contengono fauna continentale rappresentata da gasteropodi terrestri. Lo spessore massimo, in perforazione, è di circa 15 metri. **OLOCENE**

- **Sintema dei Torrenti Carapelle e Cervaro**

Silt argillosi, silt, sabbie siltose e lenti di ghiaie poligeniche.

- **Sub-sintema dell'Incoronata**

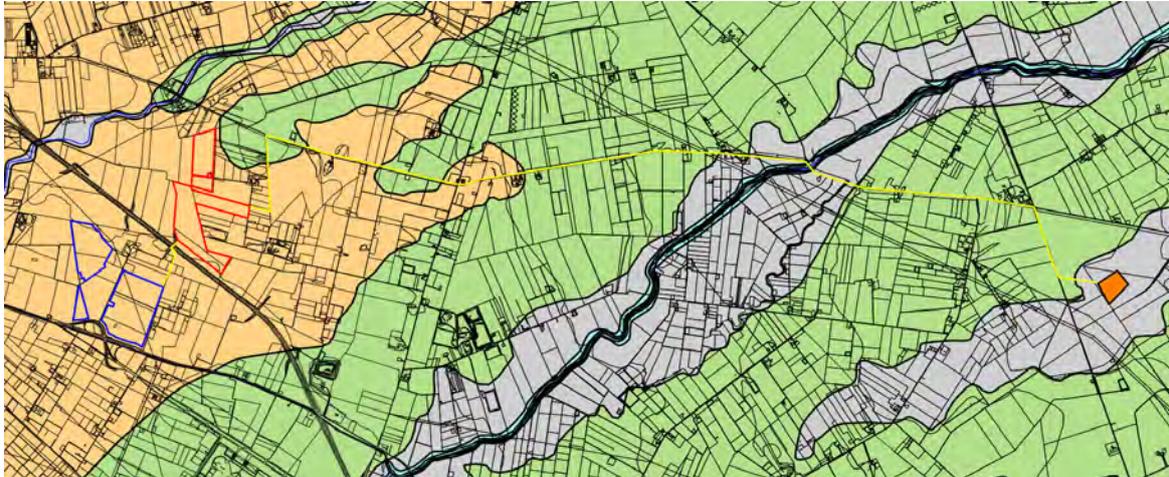
Silt argillosi, silt, sabbie siltose e lenti di ghiaie poligeniche; a luoghi livelli di limi nerastrati con coperture decimetriche di sabbie con gradazione diretta, laminate e con al tetto sottili livelli argillosi.

PLEISTOCENE SUPERIORE? - OLOCENE

- **Sintema di Foggia**

Depositi alluvionali terrazzati del V ordine costituiti da silt argillosi sottilmente laminati con intercalazioni di sabbie siltose gradate e laminate (depositi di piana di inondazione). Nel sottosuolo a diverse profondità si rinvengono conglomerati poligenici ed eterometrici in corpi di spessore variabile da circa un metro a circa 5-6 m intercalati a silt argillosi nerastrati laminati che contengono a luoghi ciottoli isolati e gasteropodi continentali (TGF). In corrispondenza dell'abitato di Foggia i conglomerati affiorano in una estesa area (TGF_a). Depositi di trascinamento e/o di piana calante e piane di esondazione. Poggi in erosione sulle argille subappennine e sui sistemi più antichi. Lo spessore complessivo dell'unità, ricavato dall'analisi di numerosi pozzi per la ricerca di acqua, varia da 10-15 m a 40 m.

PLEISTOCENE MEDIO? - PLEISTOCENE SUPERIORE



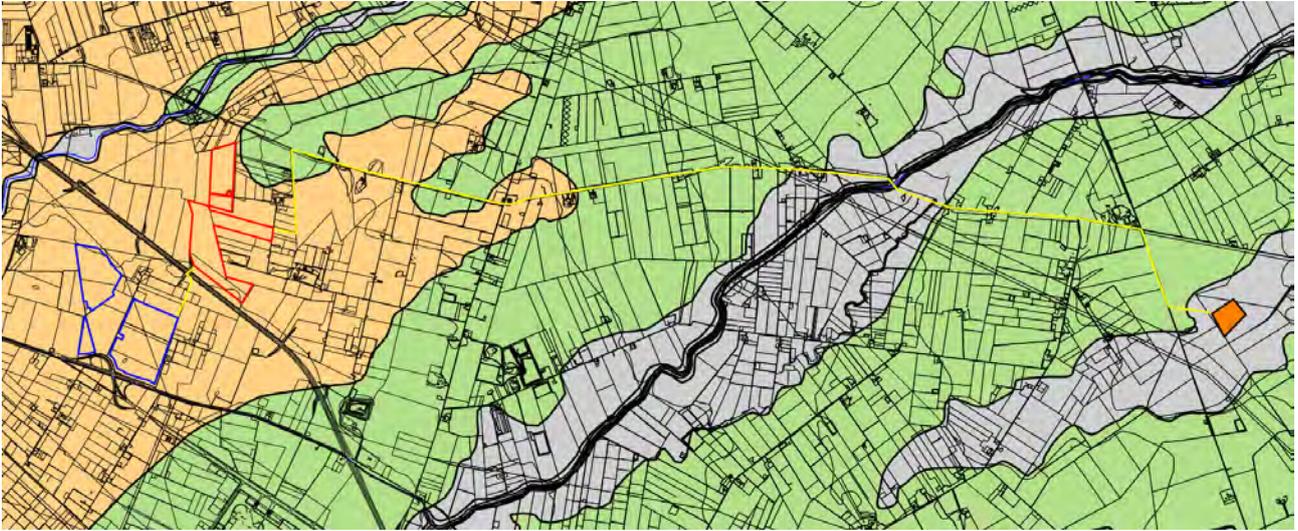
Carta geologica dell'area di progetto, scala 1:75.000, realizzata sulla base delle informazioni bibliografiche disponibili e dei risultati del rilievo di dettaglio in sito.

LEGENDA	
UNITÀ TARDO QUATERNARIE	
	Depositi alluvionali attualmente in evoluzione (Olocene)
UNITÀ QUATERNARIE DEL TAVOLIERE DI PUGLIA	
Supersistema del Tavoliere di Puglia	
	Sistema di Masseria Inacquata (Olocene)
	Sistema dei Torrenti Carapelle e Cervaro
	Subsistema dell'Incoronata (Pleistocene superiore? - Olocene)
	Sistema di Foggia (Pleistocene medio? - Pleistocene superiore)

Come è possibile osservare dalla cartografia precedente, le aree destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici ricadono esclusivamente in corrispondenza di affioramenti del Sistema deposizionale di Foggia. Differentemente, nell'area della Sottostazione elettrica di Manfredonia affiora il Sistema deposizionale di Masseria Inacquata. In ultimo, il tracciato del cavidotto MT, che dalla Cabina di consegna muove verso la Sottostazione elettrica di riferimento, intercetta in successione il Sistema di Foggia, il Subsistema dell'Incoronata, il Sistema di Masseria Inacquata e i Depositi alluvionali attualmente in evoluzione.

7.3. PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

Come emerge chiaramente dal capitolo relativo alla geologia locale, nell'area di interesse progettuale risultano affiorare i **Depositi alluvionali attualmente in evoluzione**, i **Sistemi deposizionali di Masseria Inacquata**, dei **Torrenti Carapelle e Cervaro (Sub-Sistema dell'Incoronata)** e di **Foggia**.



Carta geologica dell'area di progetto.

LEGENDA



LITOTIPO 1 - Depositi alluvionali attualmente in evoluzione e Sintema di Masseria Inacquata



LITOTIPO 2 - Substema dell'Incoronata del Sintema dei Torrenti Carapelle e Cervaro



LITOTIPO 3 - Sintema di Foggia

Come è possibile apprezzare dalla cartografia precedente, le aree destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici ricadono esclusivamente in corrispondenza del Litotipo 3 (Sintema deposizionale di Foggia). Differentemente, la Sottostazione elettrica di Manfredonia ricade in corrispondenza del Litotipo 1 (Depositi alluvionali attualmente in evoluzione e Sintema deposizionale di Masseria Inacquata). In ultimo, il tracciato del cavidotto MT, che dalla Cabina di consegna muove verso la Sottostazione elettrica di riferimento, interessa tutti e tre i Litotipi individuati.

Per la parametrizzazione geotecnica di queste litologie è stato possibile fare riferimento a precedenti studi geologici, realizzati in prossimità dell'area di progetto e che hanno visto la realizzazione di indagini geognostiche con successive prove di laboratorio. In particolare, per corrispondenza litologica e qualità dei dati, i lavori da cui provengono i dati sono i seguenti:

- Studio Geologico-Geotecnico dei terreni di fondazione degli edifici da realizzare in zona 167 (Foggia) - EDIFICIO B - (2011);
- Progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento nel territorio comunale di Foggia e Manfredonia - PARCO EOLICO BORGO MEZZANONE S.r.l. - Progetto Definitivo (2019);

- Progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento nel territorio comunale di San Severo (FG) - WPD TRIOLO S.r.l. - Progetto Definitivo (2020).

LITOTIPO 1 - Depositi alluvionali attualmente in evoluzione e Sintema deposizionale di Masseria Inacquata

Ai Depositi alluvionali attualmente in evoluzione e al Sistema deposizionale di Masseria Inacquata, per genesi, età, storia geologica e composizione granulometrica prevalente, **può associato un medesimo comportamento geotecnico**, facendoli così ricadere all'interno di un unico Litotipo.

Sulla base di tale considerazione, è stata eseguita una caratterizzazione geotecnica di questo litotipo basata sull'analisi di un dataset costituito da risultati di prove di laboratorio eseguite su campioni indisturbati di terreno prelevati in sondaggi geognostici effettuati in prossimità dell'area di progetto.

Le principali caratteristiche geotecniche degli 8 campioni selezionati ai fini della parametrizzazione geotecnica del Litotipo 1 sono riportate di seguito:

Prof.	m	4	7	3	5,5	5,5	4	2,5	3,5
Ghiaia	%	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0,6
Sabbia	%	6,6	5,7	5,9	7,3	4,1	5,7	13,6	5,7
Limo	%	28,8	36,8	30,3	32,6	19,1	30,4	42	46,1
Argilla	%	64,6	57,5	63,7	59,9	76,8	63,9	44,4	47,6
LL	%	77,2	65,9	80,2	76,3	90,8	75,8	60,1	59,1
IP	%	50,9	42,0	53,3	49,5	60,6	47,4	37,9	38,7
γ	kN/mc	19,5	19,6	18,9	18,9	17,1	19,3	19,9	20,2
ϕ'	(°)	14,8	19,0	12,5	19	12,9	21	14,9	12,4
c'	kPa	46	33	13	16	14	36	41	52

Dai risultati di un'analisi statistica effettuata, si riportano i parametri geotecnici di riferimento definiti per il **Litotipo 1**:

- **peso unità di volume** (γ) = 18,6 kN/m³;
- **angolo di attrito di picco** (ϕ') = 14°;
- **coesione di picco** (c') = 22,0 kPa.

LITOTIPO 2 - Sub-Sintema deposizionale dell'Incoronata appartenete al Sintema dei Torrenti Carapelle e Cervaro

La caratterizzazione geotecnica dei litotipi del Sub-Sistema deposizionale dell'Incoronata è stata effettuata sulla base dei risultati di prove di laboratorio eseguite su n. 17 campioni indisturbati di terreno prelevati in prossimità dell'area di progetto e disponibili da bibliografia.

H	m	4	7	8,5	3	5,5	9,5	2	5,5	9,5	4	6	10	2,5	5,5	3,5	3,5	3,5
γ	kN/mc	19,5	19,6	21,6	18,9	18,9	20,7	19,5	17,1	19,7	19,3	20,7	19,2	19,9	19,2	19,8	20,2	20,2
Ghiaia	%	0	0,1	0,3	0,1	0,3	1,9	0	0	0	0	0,4	3,4	0	0	0	0,6	0
Sabbia	%	6,6	5,7	21,3	5,9	7,3	26,5	5,7	4,1	21,2	5,7	27,7	27,1	13,6	9,1	13,5	5,7	22,0
Limo	%	28,8	36,8	45,4	30,3	32,6	35,7	51,9	19,1	50,9	30,4	32,9	42,4	42,0	45,6	44,9	46,1	44,4
Argilla	%	64,6	57,5	33,0	63,7	59,9	35,9	42,5	76,8	27,9	63,9	39,1	27,0	44,4	45,3	41,6	47,6	33,6
LL	%	77,2	65,9	42,1	80,2	76,3	50,2	60,4	90,8	43,3	75,8	51,0	39,7	60,1	58,3	49,6	59,1	44,4
IP	%	50,9	42,0	25,2	53,3	49,5	30,2	37,0	60,6	22,1	47,4	32,6	22,3	37,9	34,5	28,9	38,7	26,8
ϕ'	(°)	14,8	19,0	21,8	12,5	19,0	15,7	12,7	12,9	15,3	21,0	21,1	21,0	14,9	17,3	25,2	12,4	22,6
c'	kPa	46	33	50	13	16	37	37	14	69	36	51	32	41	28	0	52	0

Di seguito si riportano i parametri geotecnici di riferimento, definiti con un'analisi statistica, per il **Litotipo 2**:

- **peso unità di volume** (γ) = 19,5 kN/m³;
- **angolo di attrito di picco** (ϕ') = 17°;
- **coesione di picco** (c') = 30,0 kPa.

LITOTIPO 3 - Sistema deposizionale di Foggia

La caratterizzazione geotecnica dei litotipi appartenenti al Sistema deposizionale di Foggia è stata effettuata sulla base dei risultati di prove di laboratorio, disponibili da bibliografia, realizzate su 3 campioni indisturbati prelevati dal medesimo Sistema deposizionale.

Camp.	Prof. (m)	Argilla (%)	Limo (%)	Sabbia (%)	Ghiaia (%)
S2-1	5.50-6.00	4,40	37,00	58,60	-
S2-2	8.00-8.50	2,70	38,70	58,60	-
S2-3	11.5-12.0	4,40	40,80	54,80	-

CAMP.	PROFONDITA' (m dal p.c.)	G _s (KN/m ³)	γ (KN/m ³)	γ_{sat} (KN/m ³)	γ_d (KN/m ³)	W _n (%)	e ₀	S (%)	LL (%)	IP (%)	IC (-)
S2-1	5.50-6.00	26,55	19,80	19,82	15,88	24,69	0,672	99,5	n.d.	n.d.	n.d.
S2-2	8.00-8.50	26,57	20,54	20,54	17,02	20,70	0,561	100	n.d.	n.d.	n.d.
S2-3	11.5-12.0	26,59	20,18	20,18	16,44	22,7	0,617	100	n.d.	n.d.	n.d.

Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrovoltaiico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

Campione	Profondità (m dal p.c)	Parametri geotecnici in condizioni drenate	
		c' (Kpa)	ϕ' (°)
S2-1	5,50-6,00	6,30	27,2
S2-2	8,00-8,50	2,42	27,6
S2-3	11,5-12,0	3,34	28,3

Campione	Profondità (m dal p.c)	Modulo di deformazione edometrico
		E _{ed} (MPa)
S2-1	5,50-6,00	7,63
S2-2	8,00-8,50	6,23
S2-3	11,5-12,0	12,34

Di seguito si riportano i parametri geotecnici di riferimento per il **Litotipo 3** del Sistema di Foggia:

- **peso unità di volume** (γ) = 19,8 kN/m³;
- **angolo di attrito di picco** (ϕ') = 27°;
- **coesione di picco** (c') = 2,40 kPa;
- **modulo di deformazione edometrico** (E_{ed}) = 6,20 Mpa.

8. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Da bibliografia, da un punto di vista idrogeologico, i terreni costituenti il Tavoliere di Puglia vengono raggruppati in un unico Complesso, data la comune origine sedimentaria, la significativa eterogeneità granulometrica, anche a scala puntuale, e l'assenza di cementazione.

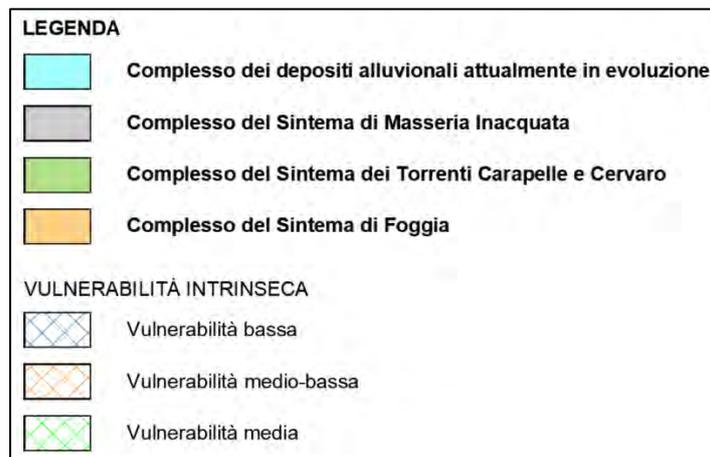
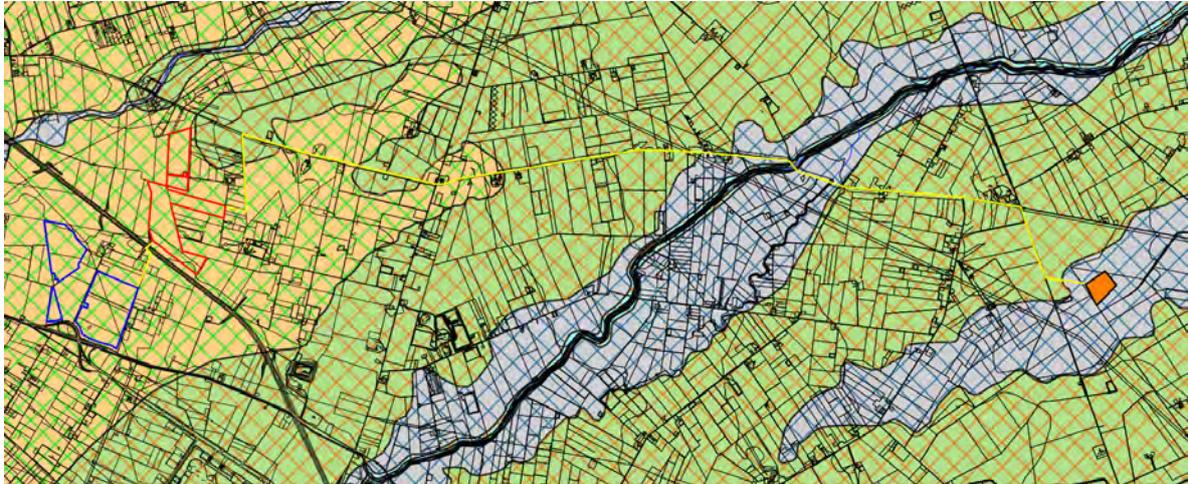
Tuttavia, per un maggiore definizione delle caratteristiche idrogeologiche dell'area di progetto, soprattutto nei confronti della vulnerabilità intrinseca dei terreni di fondazione delle opere, si è proceduto a differenziare il Complesso del Tavoliere di Puglia sulla base della granulometria prevalente e della permeabilità ad essa associata.

Sulla base di quanto detto, dall'alto verso il basso, nell'area di studio possono essere distinti quattro differenti Complessi Idrogeologici.

COMPLESSO DEL TAVOLIERE DI PUGLIA

- **Complesso dei depositi alluvionali attualmente in evoluzione:** Depositi sabbioso-limosi caratterizzati da permeabilità medio-bassa (intrinseca vulnerabilità medio-bassa) per porosità.
- **Complesso del Sintema di Masseria Inacquata:** Depositi alluvionali costituiti prevalentemente da argille, sabbie e silt caratterizzati da permeabilità bassa (intrinseca vulnerabilità bassa) per porosità.
- **Complesso del Sintema dei Torrenti Carapelle e Cervaro:** Depositi alluvionali costituiti da silt argillosi, silt, sabbie siltose e lenti di ghiaie poligeniche caratterizzati da permeabilità medio-bassa (intrinseca vulnerabilità medio-bassa) per porosità.
- **Complesso del Sintema di Foggia:** Depositi alluvionali terrazzati costituiti da silt argillosi sottilmente laminati con intercalazioni di sabbie siltose gradate e laminate. Nel sottosuolo a diverse profondità si rinvengono conglomerati poligenici ed eterometrici in corpi di spessore variabile da circa un metro a circa 5-6 m intercalati a silt argillosi nerastri. Questo Complesso è caratterizzato da una permeabilità media (intrinseca vulnerabilità media) per porosità.

Si riporta di seguito la Carta Idrogeologica definita per l'area di progetto.



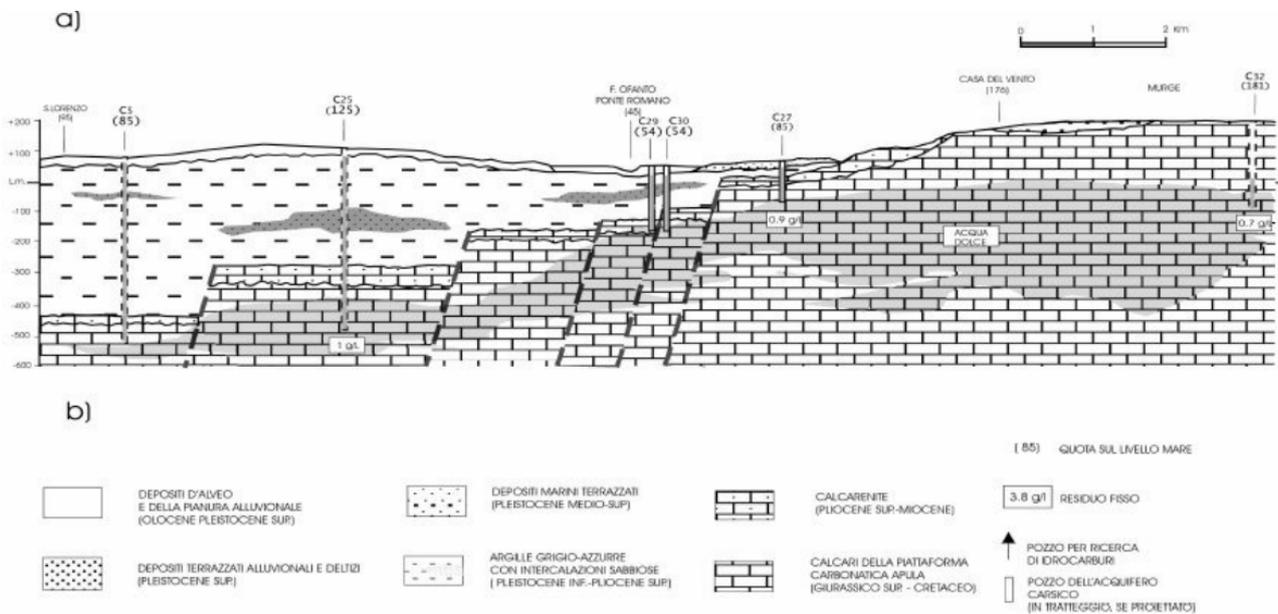
Carta dei Complessi Idrogeologici per l'area di progetto.

Com'è possibile apprezzare, le aree destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici ricadono in corrispondenza del Complesso del Sistema di Foggia, caratterizzato da una permeabilità ed una vulnerabilità intrinseca media. Differentemente, la Sottostazione elettrica di Manfredonia poggia in corrispondenza del Complesso del Sistema di Masseria Inacquata con permeabilità e vulnerabilità intrinseca bassa. In ultimo, il tracciato del cavidotto MT intercetta tutti e quattro i Complessi idrogeologici individuati, con una permeabilità, e vulnerabilità intrinseca associata, tra bassa e media.

8.1. FALDE ACQUIFERE E LIVELLI PIEZOMETRICI

Le condizioni di assetto stratigrafico e strutturale del Tavoliere determinano l'esistenza di una circolazione idrica sotterranea che si esplica su più livelli, all'interno di almeno tre unità acquifere principali situate a differenti profondità.

Nella figura successiva è riportata una sezione idrogeologica schematica in cui è indicata la collocazione stratigrafica dei vari livelli acquiferi presenti nel sottosuolo della zona del Tavoliere meridionale e dell'adiacente zona murgiana con i relativi rapporti di interconnessione.



Sezione idrogeologica schematica del Tavoliere

Come si può osservare, procedendo dal basso verso l'alto, la successione degli acquiferi risulta essere la seguente:

- acquifero fessurato-carsico profondo, situato in corrispondenza del substrato carbonatico pre-pleiocenico;
- acquifero poroso profondo, corrispondente ai diversi livelli sabbiosi intercalati nella formazione plio-pleistocenica delle "Argille Subappennine";
- acquifero poroso superficiale, corrispondente agli interstrati sabbioso-ghiaiosi dei depositi marini e continentali di età quaternaria.

ACQUIFERO FESSURATO CARSICO PROFONDO

Situato in corrispondenza del substrato carbonatico prepleiocenico del Tavoliere, esso costituisce l'unità acquifera più profonda. Le masse carbonatiche sepolte ospitano un esteso corpo idrico, localizzato a diverse profondità e collegato lateralmente alle falde idriche del Gargano e delle Murge.

L'interesse per questo acquifero è, tuttavia, limitato alle zone dove il substrato si trova a profondità inferiori a qualche centinaio di metri, vale a dire in prossimità della fascia pedegarganica del Tavoliere e lungo il bordo ofantino delle Murge.

La circolazione idrica sotterranea è fortemente condizionata dai caratteri strutturali ed in particolare dalla presenza delle numerose faglie che determinano direttrici di flusso preferenziali, nonché dalle caratteristiche idrauliche dell'acquifero che variano da zona a zona in funzione dello stato di fratturazione e carsismo della roccia.

Nel caso specifico dell'area di progetto, l'acquifero carsico non riveste alcuna rilevanza ai fini della presente trattazione, in quanto il basamento calcareo che lo ospita risulta localmente dislocato nel sottosuolo ad una profondità di alcune centinaia di metri e la falda, confinata al tetto dalle argille plio-pleistoceniche, è costituita da acque marine di invasione continentale.

ACQUIFERO POROSO PROFONDO

È costituito dai diversi livelli sabbiosi intercalati nella formazione plio-pleistocenica delle "Argille grigio-azzurre". I livelli acquiferi sono costituiti da corpi discontinui di forma lenticolare, localizzati a profondità variabili tra i -150 m e i -500 m dal piano campagna, il cui spessore non supera le poche decine di metri.

Le caratteristiche di questo acquifero sono poco conosciute soprattutto per quel che riguarda la geometria e la distribuzione spaziale dei corpi idrici, la connessione idraulica tra i diversi livelli e le altre falde del Tavoliere, le modalità di alimentazione e di deflusso.

La falda è ovunque in pressione e presenta quasi sempre caratteri di artesianità. La produttività dei livelli idrici, pur essendo variabile da luogo a luogo, risulta sempre molto bassa con portate di pochi litri al secondo.

ACQUIFERO POROSO SUPERFICIALE

Corrisponde agli interstrati sabbioso-ghiaiosi dei depositi marini e continentali di età Pleistocene superiore-Olocene che ricoprono con notevole continuità laterale le sottostanti Argille Subappennine.

Più dettagliatamente, le stratigrafie dei numerosi pozzi per acqua realizzati in zona, evidenziano l'esistenza di una successione di terreni sabbioso-ghiaioso-ciottolosi, permeabili ed acquiferi, intercalati da livelli limo-argillosi a minore permeabilità. Questi, tuttavia, non costituiscono orizzonti separati ma idraulicamente interconnessi e danno luogo ad un unico sistema acquifero.

In linea generale, si può affermare che i sedimenti a granulometria più grossolana, e quindi più permeabili prevalgono nelle zone dell'entroterra, mentre procedendo verso la costa si fanno più frequenti ed aumentano di spessore le intercalazioni limoso-sabbiose meno permeabili. Ne risulta, quindi, che l'acqua circola in condizioni freatiche nella fascia pedemontana ed in pressione nelle zone medio-basse.

Lo spessore della falda può variare da 2 a 30 metri in funzione delle caratteristiche geometriche del materasso acquifero. Anche la produttività della falda è molto variabile arealmente in funzione delle caratteristiche di permeabilità degli orizzonti acquiferi.

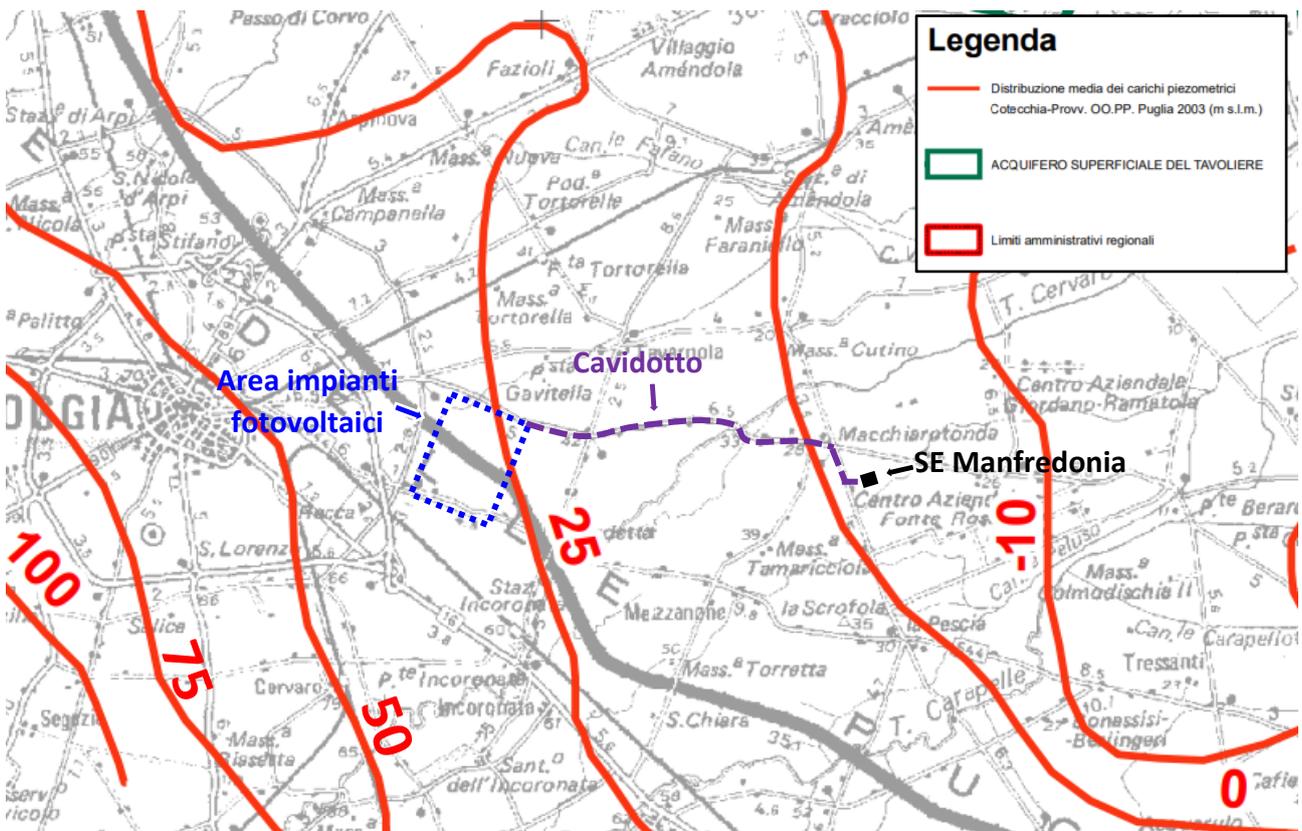
Inoltre, a causa dell'estrema irregolarità del tetto del substrato impermeabile che sostiene l'acquifero, lo stesso tende ad approfondirsi procedendo da ovest verso est, ovvero dall'entroterra verso la linea di costa, dove spesso si rinviene al di sotto dello zero altimetrico.

La potenzialità reale della falda, essendo strettamente legata a fattori di ordine morfologico e stratigrafico, variano significativamente da zona a zona. Le acque, infatti, tendono ad accumularsi preferenzialmente dove il tetto delle argille forma dei veri e propri impluvi o laddove lo spessore dei terreni permeabili è maggiore e/o dove la loro natura è prevalentemente ghiaiosa.

L'alimentazione della falda superficiale è legata principalmente al contributo delle precipitazioni meteoriche: le zone di alimentazione della falda sono quindi rappresentate dalle aree di affioramento dei terreni a composizione sabbioso-conglomeratica. Tuttavia, diversi Autori ritengono che un contributo supplementare all'alimentazione della falda superficiale sia fornito anche dai corsi d'acqua che solcano il Tavoliere e che, attraversando lungo il proprio tracciato dei terreni permeabili, cedono alla falda una parte più o meno rilevante delle loro portate di piena.

Nel suo complesso, la falda risulta soggetta a forti escursioni stagionali del livello piezometrico, essenzialmente correlate alla distribuzione temporale dei periodi piovosi. Inoltre, per effetto di tali escursioni, nonché per le variazioni areali della morfologia del substrato impermeabile e per i complessi rapporti di interazione con i corsi d'acqua superficiali, anche l'andamento generale della superficie piezometrica della falda e le direzioni di deflusso della stessa risultano estremamente variabili sia temporalmente che spazialmente.

Tuttavia, alcune direttrici generali di deflusso a piccola scala rimangono costanti e ben definite. Nella figura successiva (Carta della "Distribuzione media dei carichi piezometrici dell'acquifero poroso del Tavoliere") è riportata una rappresentazione delle curve isopiezometriche medie dell'acquifero superficiale, da cui si evince come la falda superficiale del Tavoliere meridionale defluisca in maniera generalizzata in direzione della costa, ovvero del golfo di Manfredonia.



Stralcio della Carta della "Distribuzione media dei carichi piezometrici dell'acquifero poroso del Tavoliere" (da Tavola 6.3.1 del Piano di Tutela delle Acque (novembre 2005).

In particolare, nell'area destinata all'installazione dei pannelli fotovoltaici il livello piezometrico medio si attesta a valori di quota compresi tra i -50 e di poco superiore ai -25 m s.l.m. Per quanto concerne il tracciato del cavidotto, il livello piezometrico medio varia tra i -25 e i +10 m s.l.m. In ultimo, la Stazione Utente SSE ricada in un'area con livello piezometrico medio compreso tra 0 e +10 m s.l.m.

Tuttavia, attualmente l'area del Tavoliere di Puglia risulta caratterizzata da una spiccata penuria e carenza idrica. Infatti, numerosi pozzi e piezometri realizzati nell'intorno di quest'area non hanno intercettato livelli idrici anche a profondità di oltre 30 metri rispetto al piano campagna.

Tale circostanza è verosimilmente legata alla scarsa permeabilità dei depositi alluvionali presenti nell'area, costituiti in parte da sedimenti limoso-argillosi, ma non si può escludere l'incidenza del grave e conclamato fenomeno di depauperamento che ha colpito questo acquifero.

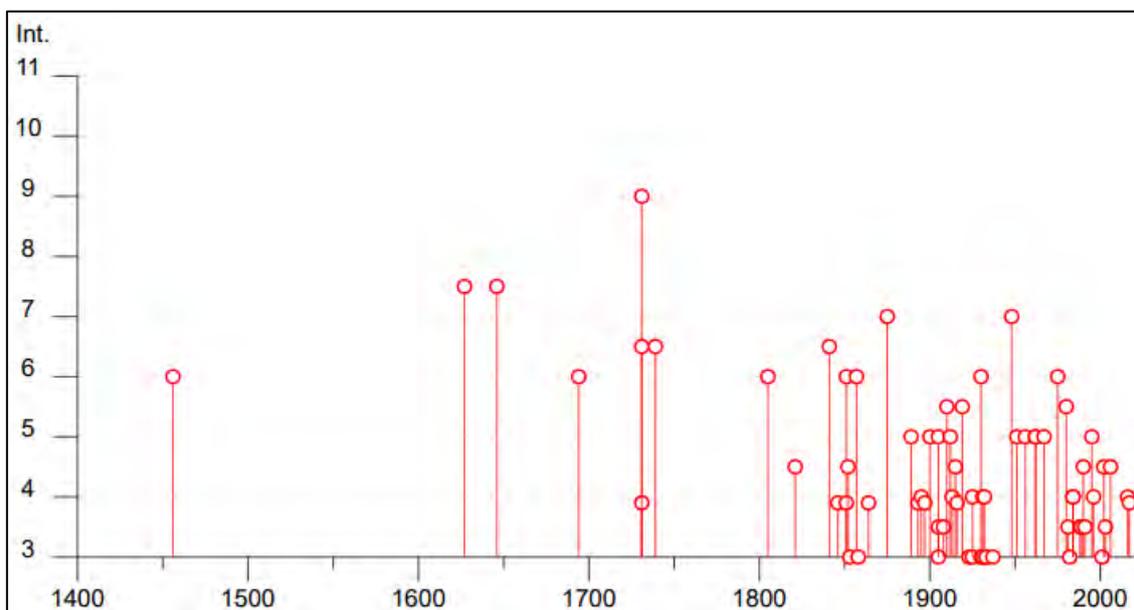
Nonostante la "forte" carenza idrica generale caratterizzante l'area del Tavoliere, a causa della eterogeneità laterale e verticale dell'acquifero poroso superficiale, non si può escludere la possibile presenza di falde isolate a ridotte profondità dal piano campagna all'interno dell'area di progetto, in particolar modo in corrispondenza del Sistema deposizionale di Foggia (costituito prevalentemente da sabbie) che affiora estesamente all'interno delle aree destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici.

9. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Per comprendere la **pericolosità sismica dei territori comunali di Foggia e Manfredonia** è necessario analizzare i terremoti storici di cui nel tempo ha risentito e le sorgenti sismogenetiche distribuite nell'intorno del territorio stesso.

L'analisi dei terremoti storici risentiti a Foggia e Manfredonia è stata effettuata attraverso il consulto del Database Macrosismico Italiano versione DBMI15 (versione 3.0) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. DBMI15 v3.0 fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani con Magnitudo di intensità massima maggiore o uguale a 5, aggiornato alla finestra temporale 1000-2022. 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, Macro seismic 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 della 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 (15343 in DBMI15 v3.4), vale a dire l'elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di **gradi di intensità macrosismica**, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti.

Di seguito vengono riportati gli **86 terremoti** più significativi, in termini di magnitudo momento, risentiti nel territorio di Foggia. Per ciascun terremoto viene riportata la **data**, l'**area dell'epicentro**, l'**intensità epicentrale** (I_0), il **numero di Macro seismic Data Points (NMDP)**, la **magnitudo momento (M_w)** e l'**effetto sul territorio di Manfredonia in termini di gradi di intensità macrosismica (Int.)**.



Distribuzione temporale dei terremoti risentiti nel territorio comunale di Foggia.

Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrovoltaiico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

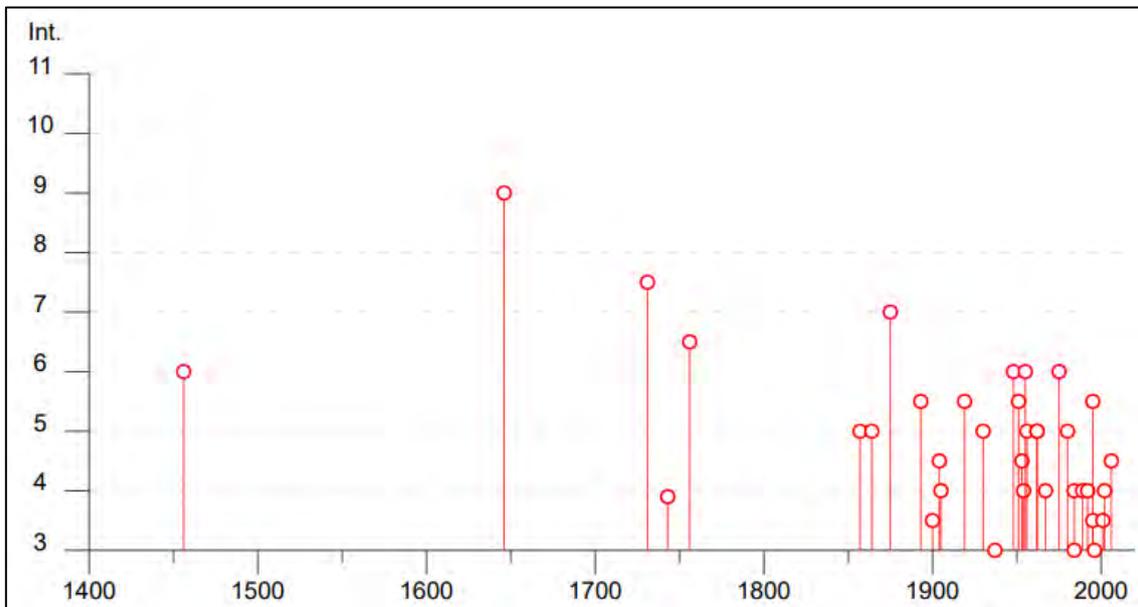
Effetti		In occasione del terremoto del					NMDP	Io Mw	
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale		
6	1456	12	05				Appennino centro-meridionale	199	11 7.19
7-8	1627	07	30	10	50		Capitanata	64	10 6.66
7-8	1646	05	31				Gargano	35	10 6.72
6	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10 6.73
9	1731	03	20	03			Tavoliere delle Puglie	49	9 6.33
F	1731	05	10	05	20		Costa pugliese centrale	3	5-6 4.40
6-7	1731	10	17	11			Tavoliere delle Puglie	6	6-7 4.86
6-7	1739	02	12	21	30		Tavoliere delle Puglie	5	5-6 4.40
6	1805	07	26	21			Molise	220	10 6.68
4-5	1821	11	22	01	15		Costa molisana	9	7-8 5.59
6-7	1841	02	21				Gargano	13	6-7 5.17
F	1846	08	08				Potentino	13	6-7 5.18
6	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10 6.52
F	1851	08	14	14	40		Vulture	10	7-8 5.48
4-5	1852	12	09	21	15		Gargano	12	5 4.31
3	1853	04	09	12	45		Irpinia	47	8 5.60
6	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11 7.12

Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrovoltico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

3	1858 05 24 09 20	Tavoliere delle Puglie	13	4-5	4.35
F	1864 04 05 19 30	Gargano	3	4	3.70
2	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
7	1875 12 06	Gargano	97	8	5.86
NF	1882 06 06 05 40	Isernino	50	7	5.20
NF	1887 12 03 03 45	Calabria settentrionale	142	8	5.55
5	1889 12 08	Gargano	122	7	5.47
2	1892 06 06	Isole Tremiti	68	6	4.88
F	1893 01 25	Vallo di Diano	134	7	5.15
2	1893 08 10 20 52	Gargano	69	8	5.39
NF	1894 03 25	Gargano	27	6-7	4.90
4	1895 08 09 17 38 2	Adriatico centrale	103	6	5.11
F	1897 05 28 22 40 0	Ionio	132	6	5.46
5	1900 12 23 22 30	Gargano	20	5	4.37
2-3	1904 04 08 08 22	Gargano	27	6	4.75
5	1905 08 18 04 07	Tavoliere delle Puglie	41	5	4.61
3	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6.95
3-4	1905 11 26	Irpinia	122	7-8	5.18
3-4	1908 09 16 20 15	Gargano	14	3-4	3.72
5-6	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
5	1912 07 02 07 34	Tavoliere delle Puglie	49	5	4.55
4	1913 10 04 18 26	Molise	205	7-8	5.35
4-5	1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11	7.08
F	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5.82
5-6	1919 10 21 00 24	Gargano	24	5-6	5.03
NF	1919 10 22 06 10	Anzio	142	6-7	5.22
3	1923 11 08 12 28	Appennino campano-lucano	28	6	4.73
3	1925 07 28 03 33	Tavoliere delle Puglie	6	5	4.20
4	1925 08 25 05 10	Gargano	14	5	4.92
6	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
3	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83
3	1931 05 10 10 48 5	Irpinia	43	5-6	4.64
4	1931 12 03 09 32	Tavoliere delle Puglie	12	6	4.59
4	1932 03 30 09 56 2	Bassa Murgia	28	5	4.54
3	1933 03 07 14 39	Irpinia	42	6	4.96
3	1933 09 26 03 33 2	Maiella	325	9	5.90
3	1937 12 15 21 25	Tavoliere delle Puglie	16	4-5	4.58
7	1948 08 18 21 12 2	Gargano	58	7-8	5.55
NF	1948 12 31 03 32	Monti Reatini	95	8	5.42
5	1951 01 16 01 11	Gargano	73	7	5.22
5	1956 09 22 03 19 3	Gargano	57	6	4.64
5	1962 01 19 05 01 2	Gargano	31	5	4.42
5	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
5	1967 06 17 15 42 5	Gargano	16	5	4.46

6	1975	06	19	10	11	Gargano	61	6	5.02
5-6	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3-4	1981	11	29	05	06	Potentino	14	5	4.51
3	1982	03	21	09	44	Golfo di Policastro	125	7-8	5.23
NF	1984	04	29	05	02	Umbria settentrionale	709	7	5.62
4	1984	05	07	17	50	Monti della Meta	911	8	5.86
4	1984	05	11	10	41	Monti della Meta	342	7	5.47
3-4	1988	04	26	00	53	Adriatico centrale	78		5.36
3-4	1989	03	11	21	05	Gargano	61	5	4.34
2-3	1990	02	01	06	24	Isole Tremiti	27		4.43
NF	1990	02	18	20	10	Adriatico centrale	46		4.24
4-5	1990	05	05	07	21	Potentino	1375		5.77
3-4	1991	05	26	12	25	Potentino	597	7	5.08
2	1992	11	05	13	34	Gargano	32	5	4.34
5	1995	09	30	10	14	Gargano	145	6	5.15
4	1996	04	03	13	04	Irpinia	557	6	4.90
3	2001	07	02	10	04	Tavoliere delle Puglie	60	5	4.26
4-5	2002	11	01	15	09	Molise	638	7	5.72
NF	2003	06	01	15	45	Molise	501	5	4.44
3-4	2003	12	30	05	31	Molise	326	4-5	4.53
4-5	2006	05	29	02	20	Gargano	384		4.64
NF	2006	10	04	17	34	Adriatico centrale	98	4-5	4.30
NF	2006	12	10	11	03	Adriatico centrale	54		4.48
4	2016	10	30	06	40	Valnerina	379		6.61
F	2017	01	18	10	14	Aquilano	280		5.70

Di seguito vengono riportati i **54 terremoti** più significativi risentiti nel territorio di Manfredonia.



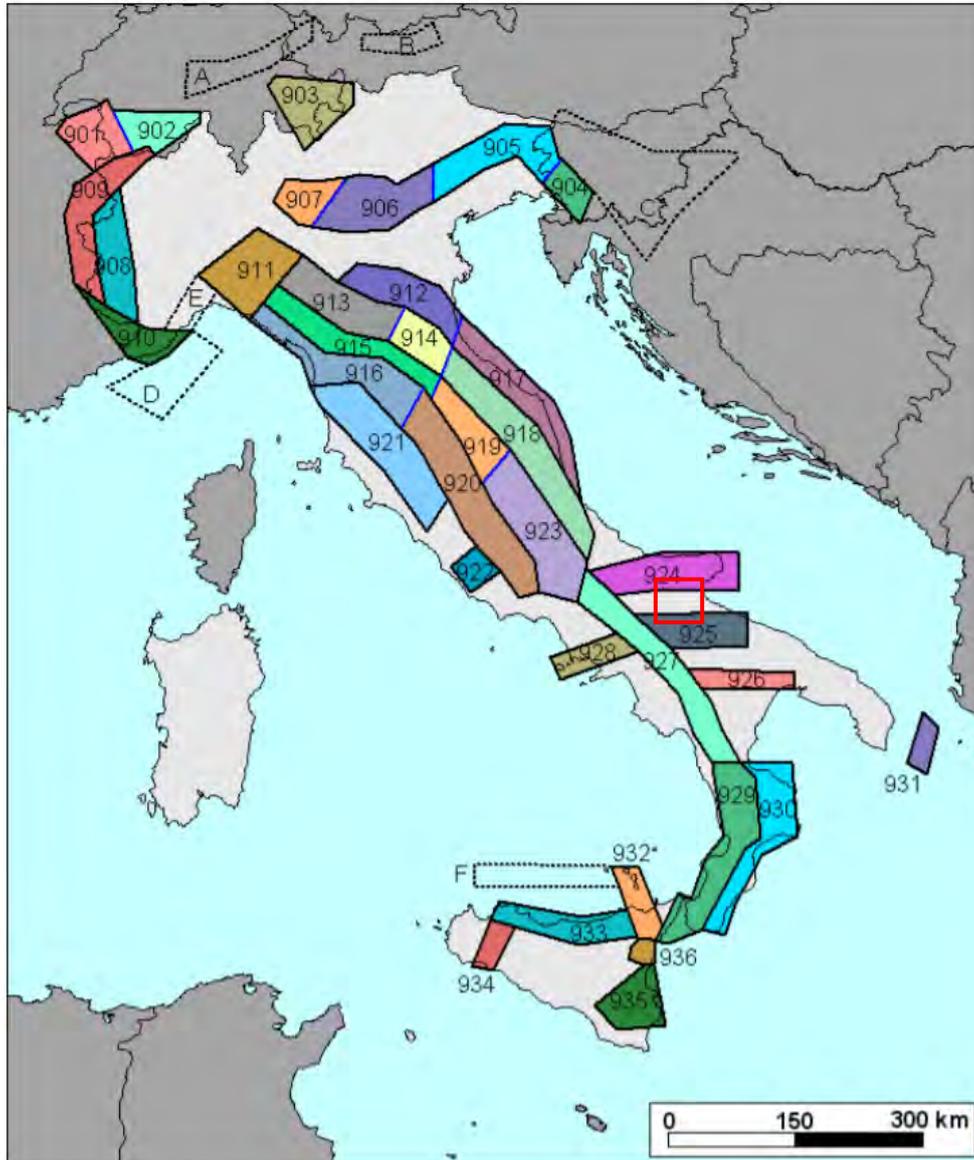
Distribuzione temporale dei terremoti risentiti nel territorio comunale di Manfredonia.

Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrovoltaiico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

Effetti		In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1456	12	05				Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
9	1646	05	31				Gargano	35	10	6.72
7-8	1731	03	20	03			Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
F	1743	02	20				Ionio settentrionale	84	9	6.68
6-7	1756	10	22				Golfo di Manfredonia	4	5-6	4.40
5	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
5	1864	04	05	19	30		Gargano	3	4	3.70
7	1875	12	06				Gargano	97	8	5.86
NF	1882	06	06	05	40		Isernino	50	7	5.20
5-6	1893	08	10	20	52		Gargano	69	8	5.39
3-4	1900	12	23	22	30		Gargano	20	5	4.37
4-5	1904	04	08	08	22		Gargano	27	6	4.75
4	1905	08	18	04	07		Tavoliere delle Puglie	41	5	4.61
2	1905	11	26				Irpinia	122	7-8	5.18
NF	1908	09	16	20	15		Gargano	14	3-4	3.72
NF	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35
NF	1915	01	13	06	52	43	Marsica	1041	11	7.08

5-6	1919 10 21 00 24	Gargano	24	5-6	5.03
5	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
2	1933 03 07 14 39	Irpinia	42	6	4.96
3	1937 07 17 17 11	Tavoliere delle Puglie	40	6	4.96
NF	1937 12 15 21 25	Tavoliere delle Puglie	16	4-5	4.58
6	1948 08 18 21 12 20	Gargano	58	7-8	5.55
5-6	1951 01 16 01 11	Gargano	73	7	5.22
4-5	1953 07 19 18 46	Gargano	5	4-5	4.55
4	1954 10 26 02 25	Gargano	8	4-5	4.72
6	1955 02 09 10 06	Gargano	31	6-7	5.05
2	1955 07 12 04 02	Gargano	8	5	4.16
5	1956 09 22 03 19 39	Gargano	57	6	4.64
NF	1958 06 24 06 07	Aquilano	222	7	5.04
5	1962 01 19 05 01 25	Gargano	31	5	4.42
5	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
4	1967 06 17 15 42 58	Gargano	16	5	4.46
6	1975 06 19 10 11	Gargano	61	6	5.02
5	1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	911	8	5.86
3	1984 05 11 10 41 4	Monti della Meta	342	7	5.47
4	1989 03 11 21 05	Gargano	61	5	4.34
NF	1990 02 01 06 24 1	Isole Tremiti	27		4.43
NF	1990 02 18 20 10 4	Adriatico centrale	46		4.24
NF	1990 05 05 07 21 2	Potentino	1375		5.77
NF	1991 05 26 12 25 5	Potentino	597	7	5.08
4	1992 11 05 13 34 2	Gargano	32	5	4.34
5-6	1995 09 30 10 14 3	Gargano	145	6	5.15
3-4	1995 10 05 23 51 0	Gargano	20	5	3.95
3	1996 02 28 06 56 3	Gargano	8	5	3.68
2	1996 04 03 13 04 3	Irpinia	557	6	4.90
NF	1998 03 26 16 26 1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
3-4	2001 07 02 10 04 4	Tavoliere delle Puglie	60	5	4.26
4	2002 11 01 15 09 0	Molise	638	7	5.72
NF	2003 06 01 15 45 1	Molise	501	5	4.44
4-5	2006 05 29 02 20 0	Gargano	384		4.64
NF	2006 10 04 17 34 0	Adriatico centrale	98	4-5	4.30
NF	2006 12 10 11 03 4	Adriatico centrale	54		4.48

Per quanto concerne le sorgenti sismogenetiche, facendo riferimento alla Zonazione Sismogenetica ZS9 realizzata dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), i comuni di Foggia e Manfredonia ricadono nel territorio compreso tra la **Zona 924 - Molise-Gargano** e la **Zona 925 - Ofanto**.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04.2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Molise-Gargano	924	6.7	6.73	6.83	6.83		6.83		6.83
Ofanto	925		6.72	6.83	6.83		6.83		6.83

Zonazione Sismogenetica ZS9 realizzata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Il rettangolo rosso individua l'area di studio.

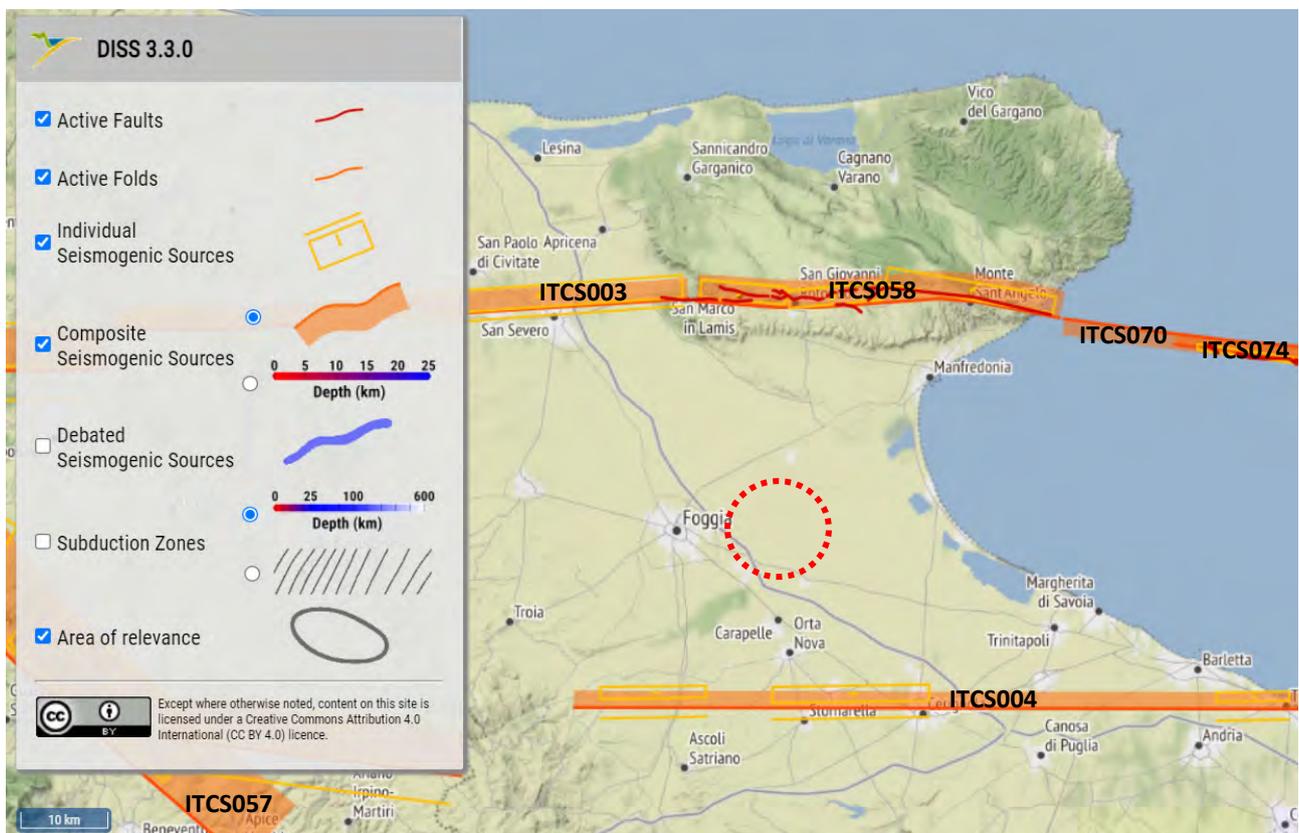
La **Zona 924** è stata definita sulla base delle interpretazioni della sismicità nel settore scaturite dallo studio della sequenza sismica del Molise verificatasi nel periodo ottobre-novembre 2002. La Zona 924 ha un allineamento E-O ed è posta al confine tra la catena appenninica meridionale, l'avanfossa

Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrovoltaiico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

e l'avampaese apulo. Essa è caratterizzata da una cinematica trascorrente destra e da una magnitudine momento massima pari a 6.83.

La **Zona 925**, la cui geometria in parte trae spunto dalla zona 62 di ZS4, include le sorgenti del terremoto del 1930, ad andamento WNW-ESE. Anche questa zona è caratterizzata da una magnitudine momento massima pari a 6.83.

Il consulto del progetto DISS 3.3.0 (Database of Individual Seismogenic Sources, Versione 3.3.0) permette di individuare le sorgenti sismogenetiche individuali e composite presenti nell'intorno del comune di Manfredonia.



Stralcio della mappa delle sorgenti composite ed individuali presenti nell'intorno dell'area di studio (da Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) version 3 – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)). Il cerchio blu individua l'area di interesse progettuale).

Come è possibile apprezzare dalla figura precedente, le sorgenti sismogenetiche composite più prossime al territorio comunale di Manfredonia sono tre: **ITCS003** (Ripabottoni-San Severo), **ITCS004** (Castelluccio dei Sauri-Trani), **ITCS058** (San Marco in Lamis-Mattinata), **ITCS070** (Deep Gongola Fault Zone) e **ITCS074** (Shallow Gongola Fault Zone).

La sorgente sismogenetica composta ITCS003 (Ripabottoni-San Severo) contiene le seguenti sorgenti individuali: ITCS052 (San Giuliano di Puglia), ITCS053 (Ripabottoni) e ITCS054 (San Severo).

La sorgente sismogenetica composita ITCS004 (Castelluccio dei Sauri-Trani) contiene le seguenti sorgenti individuali: ITCS080 (Cerignola), ITCS082 (Ascoli Satriano) e ITCS083 (Bisceglie).

La sorgente sismogenetica composita ITCS058 (San Marco in Lamis-Mattinata) contiene le seguenti sorgenti individuali: ITCS020 (Monte Sant'Angelo), ITCS021 (San Giovanni Rotondo) e ITCS022 (San Marco in Lamis).

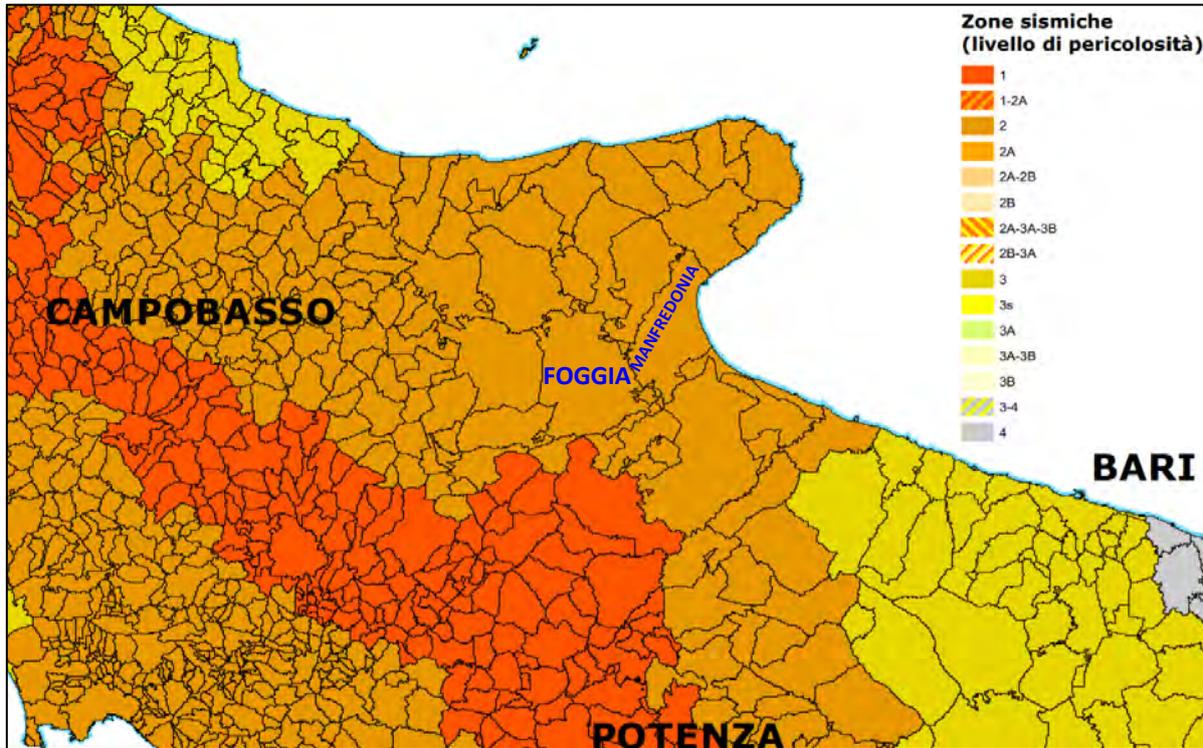
La sorgente sismogenetica composita ITCS070 (Deep Gongola Fault Zone) non contiene sorgenti individuali.

La sorgente sismogenetica composita ITCS074 (Shallow Gongola Fault Zone) contiene la sorgente individuale ITCS133 (Gondola West).

L'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 ("Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica") ha segnato il passaggio tra le norme sismiche di vecchia e nuova concezione, cioè tra le normative puramente prescrittive e la nuova impostazione prestazionale. Questa riclassificazione si basa sul principio della Pericolosità Integrata Attesa, identificabile con il valore di accelerazione massima al suolo derivante dall'intera distribuzione degli eventi attesi al sito come l'integrale della loro distribuzione. Con l'O.P.C.M. 3274/03 per la prima volta tutto il territorio nazionale viene classificato come sismico e questo viene suddiviso in **4 Zone Sismiche** caratterizzate da pericolosità sismica decrescente.

L'O.P.C.M. n.3519 del 28 aprile 2006 ("Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse zone") conteneva la nuova **Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale**, espressa in termini di accelerazione massima (ag) al suolo con una probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, con tempi di ritorno quindi di 475 anni, riferita a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s). All'interno delle singole Zone contenute nella Mappa, la pericolosità sismica non viene più espressa con un unico valore di accelerazione massima (ag), come accadeva con la precedente normativa, ma questa è suddivisa in *sottoclassi per intervalli di 0,025g*.

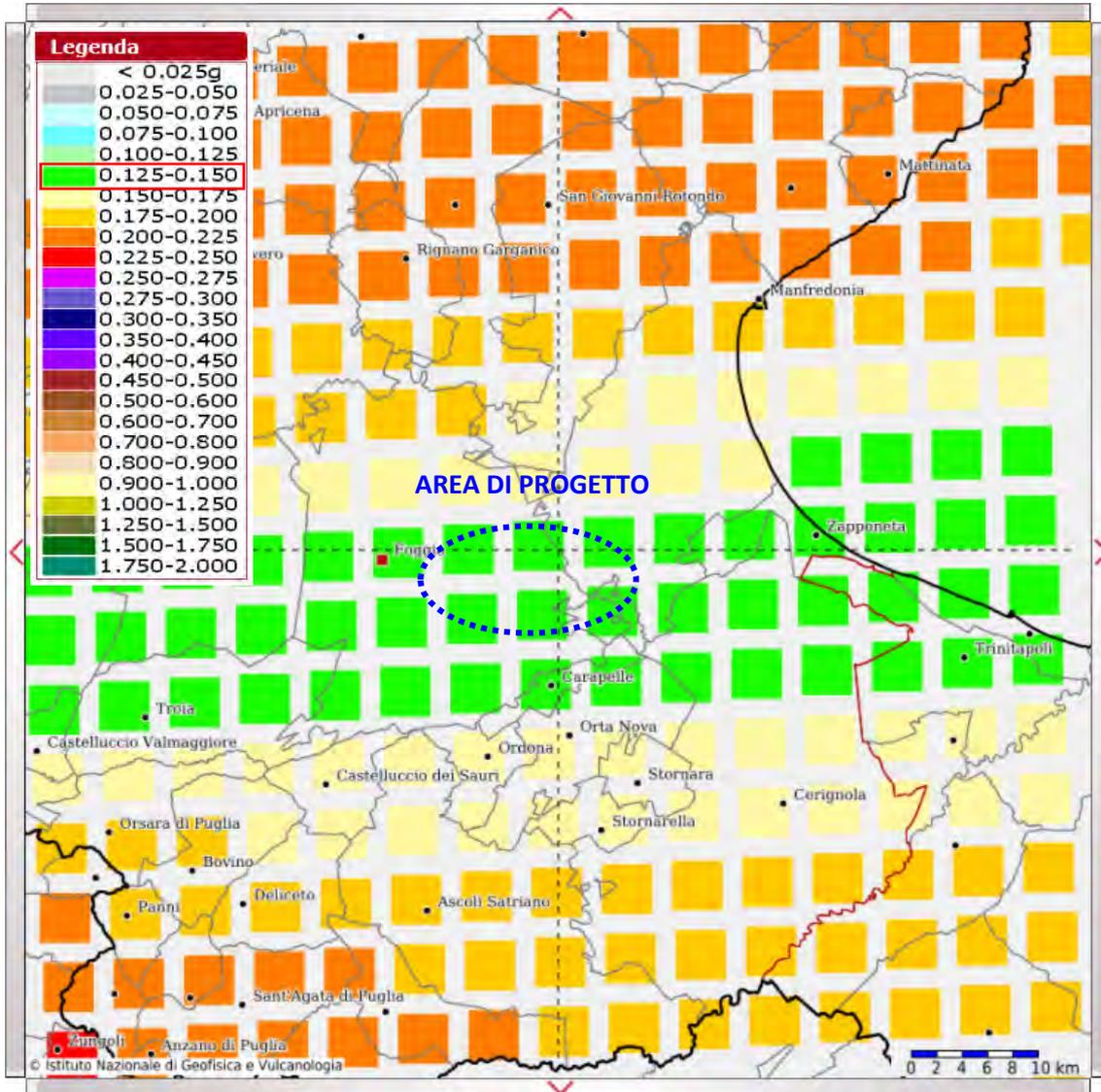
Con la D.G.R. n. 153 del 02/03/2004, la Regione Puglia ha recepito quanto definito dagli O.P.C.M. 3274/2003 e 3519/2006 classificando i **comuni di Foggia e Manfredonia** in **Zona sismica 2**, definita da un valore dell'accelerazione (ag) orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante compreso tra 0.15-0.25 g.



Stralcio della Mappa di Classificazione Sismica al 30 aprile 2021 realizzata dal Dipartimento della Protezione Civile.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, e del successivo D.M. 17 gennaio 2018, tale classificazione, ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto, è stata sostituita dai valori assunti dal parametro a_g in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento, i cui nodi, sufficientemente vicini tra loro (< 10 km), sono georiferiti rispetto alle coordinate geografiche. I valori di PGA possono essere resi disponibili anche con passo di $0,02^\circ$. Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/> (Modello di pericolosità sismica MPS04-S1).

Come si evince dalla figura successiva, **il valore di a_g individuato per l'area di progetto è compreso tra 0.125 e 0.150 g**, con medesima probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Tempo di ritorno 475 anni) riferita a suoli rigidi (categoria A, $V_{s30} > 800$ m/sec).



Mapa della pericolosità sismica dei territori comunali di Foggia e Manfredonia (da Mappe interattive di pericolosità sismica – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)).

9.1. CATEGORIA SISMICA DEI TERRENI E COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, le N.T.C. 2018 definiscono 5 categorie in cui suddividere i terreni d'imposta in base ai valori della velocità equivalente ($V_{s,eq}$) di propagazione delle onde di taglio.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II delle N.T.C. 2018.

La velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), è definita dall'espressione:

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

con:

hi: spessore dell'i-esimo strato;

Vs,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 o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per la definizione della Categoria di sottosuolo sismico dell'area di progetto è stata effettuata un'estesa analisi bibliografia. In particolare, tra le varie fonti consultate, quelle prese come riferimento sono:

- la Carta di Microzonazione sismica di livello I dell'intero territorio comunale di Foggia contenuta all'interno della Relazione geologica preliminare a supporto del Piano Urbanistico Generale;
- le indagini geofisiche realizzate nell'ambito del "Progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento nel territorio comunale di Foggia e Manfredonia".

Dal consulto della Carta di Microzonazione sismica di livello I, la porzione di area di progetto ricadente all'interno del territorio comunale di Foggia è caratterizzata da una Categoria di sottosuolo sismico di tipo C.



Stralcio della Carta di Microzonazione Sismica di livello I allegata alla relazione geologica preliminare del Piano Urbanistico Generale del comune di Foggia.

Con medesimi risultati, le indagini geofisiche realizzate nell'ambito del progetto eolico a confine tra Foggia e Manfredonia individuano in tutti i casi valori sperimentali della $V_{s,eq}$ sempre compresi tra 180 e 360 m/s (Categoria C).

Stazione HVSR	Lat. (WGS8433N)	Long. (WGS8433N)	Velocità equivalente (m/s)	Categoria di sottosuolo ex D.M. 17/01/2018
Stazione 1	41,392283	15,78378	306	C
Stazione 2	41,04083	15,758936	353	C
Stazione 3	41,422475	15,296211	340	C
Stazione 4	41,434175	15,757853	335	C
Stazione 5	41,411789	15,731292	346	C
Stazione 6	41,427550	15,721950	342	C
Stazione 7	41,400561	15,706219	331	C
Stazione 8	41,394494	15,728736	354	C

Risultati sperimentali ottenuti da indagini geofisiche nell'ambito del "Progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento nel territorio comunale di Foggia e Manfredonia".

Sulla base di quanto riportato, il suolo di fondazione dell'area di progetto si assegna alla **CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SISMICO C**.

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

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

La norma prevede che, oltre alla definizione della categoria sismica del sottosuolo, debbano essere valutate anche le condizioni topografiche. Per condizioni topografiche complesse devono essere predisposte specifiche analisi di risposta sismica locale mentre per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione, contenuta nelle N.T.C. 2018 in Tab. 3.2.III.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

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

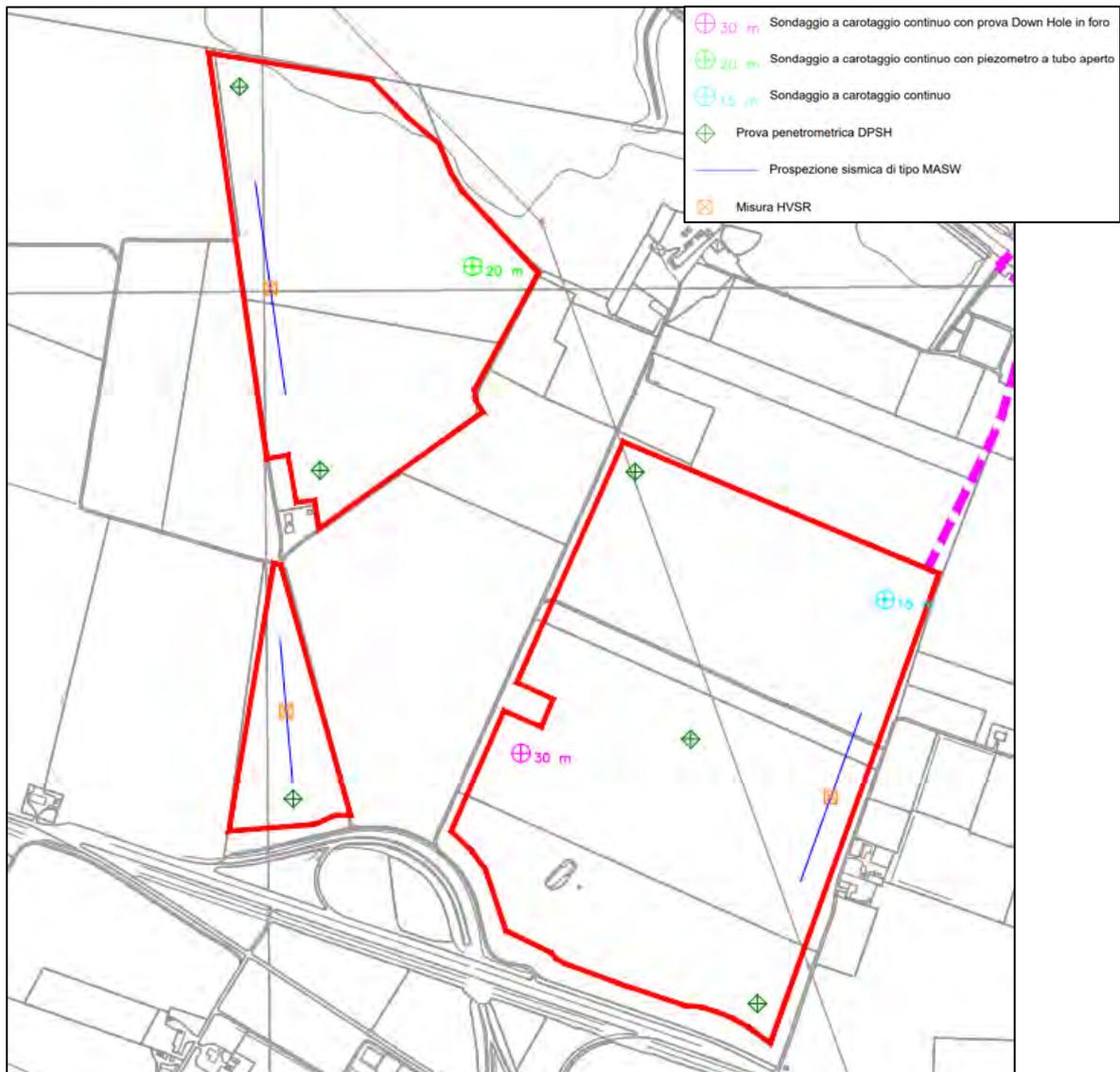
L'area di interesse progettuale è caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante per questo motivo è possibile utilizzare la classificazione proposta dalle N.T.C. 2018 facendo ricadere questa nella **CATEGORIA TOPOGRAFICA T1**, a cui corrisponde un **Coefficiente di amplificazione topografica ST** pari a **1,0**.

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T*

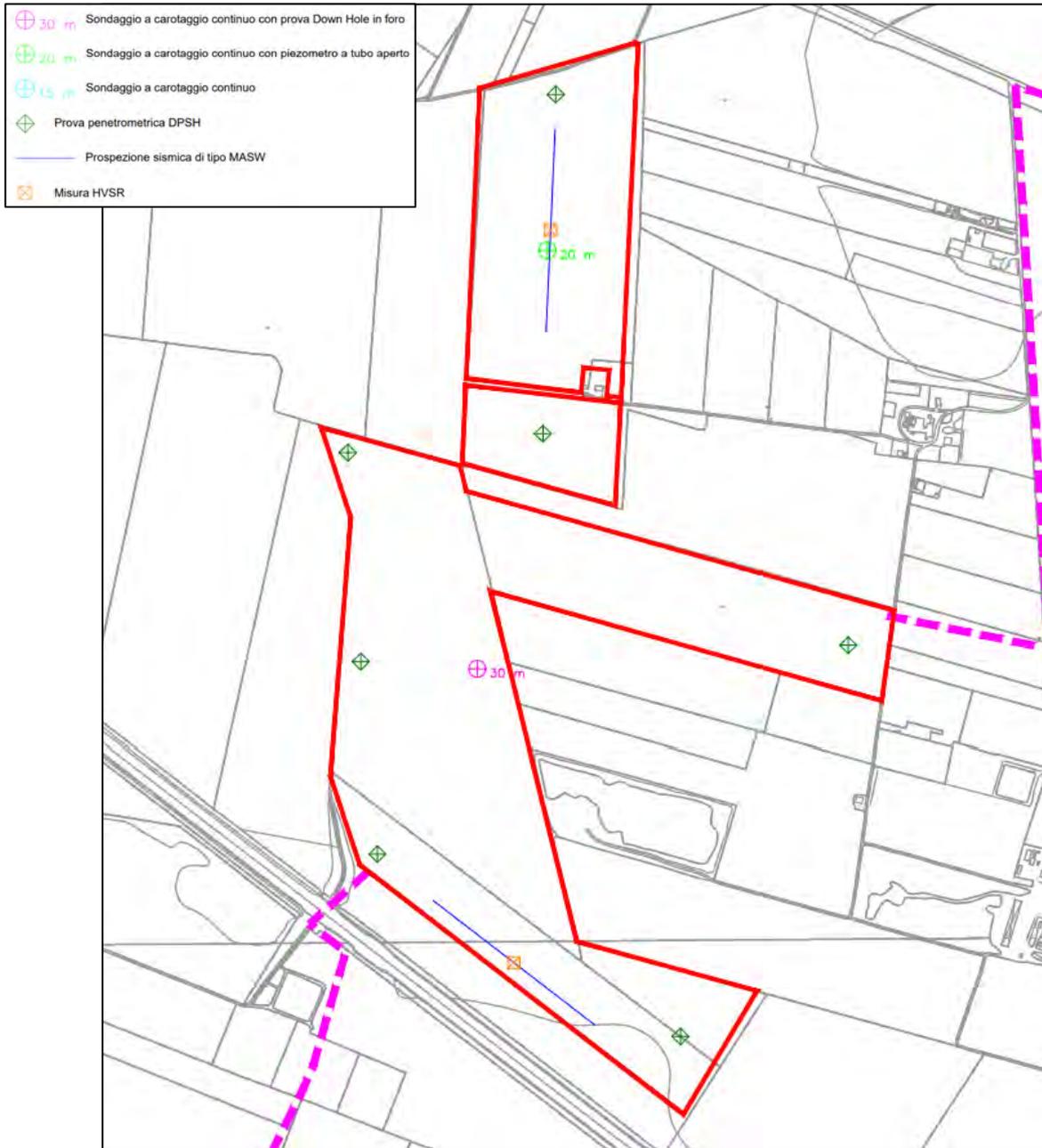
Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

10.IL PIANO DELLE INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA, GEOFISICA E AMBIENTALE DEI TERRENI

Sulla base del modello geologico, idrogeologico e sismico delle aree di progetto, ricostruito attraverso informazioni bibliografiche e rilievi di dettaglio, è stato redatto un piano di indagini, propedeutico ad una caratterizzazione geotecnica, sismica e ambientale sito specifica, da realizzare nella fase di progettazione esecutiva.



Il piano delle indagini per l'area destinata all'installazione dei pannelli fotovoltaici (Zona sud).



Il piano delle indagini per l'area destinata all'installazione dei pannelli fotovoltaici (Zona nord)

In particolare, per la caratterizzazione geotecnica dei terreni è stata prevista la realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo e di prove penetrometriche DPSH, per un totale rispettivamente di 5 e di 13.

Per quanto concerne i sondaggi a carotaggio continuo, questi saranno spinti a differenti profondità da piano campagna (15, 20 e 30 m). Durante la fase di avanzamento dei sondaggi dovrà essere previsto il prelievo di campioni di terreno indisturbato, sia per la caratterizzazione geotecnica che

per quella ambientale, e l'esecuzione di prove SPT (in numero compreso tra 4 e 6, in relazione alla massima profondità investigata).

Per i campioni di terreno indisturbato destinati al laboratorio geotecnico, in relazione alla profondità che si prevede investigare, ne dovranno essere prelevati un numero minimo pari a tre per ogni sondaggio.

Il numero di campioni indisturbati da prelevare per la caratterizzazione ambientale dei terreni delle aree di progetto è normato dalla Tabella 2.1 dell'Allegato 2 del D.P.R. 120/2017.

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 metri quadri	3
Tra 2.500 e 10.000 metri quadri	3 + 1 ogni 2.500 metri quadri
Oltre i 10.000 metri quadri	7 + 1 ogni 5.000 metri quadri

Tabella 2.1 dell'Allegato 2 del D.P.R. 120/2017.

All'interno di ogni sondaggio geognostico realizzato, in accordo con quanto previsto dalla normativa di riferimento, dovranno essere prelevati 3 campioni indisturbati, rispettivamente in superficie, ad una profondità intermedia e a fondo foro. Tuttavia, il prelievo di campioni esclusivamente all'interno dei fori di sondaggio non consentirà di coprire le richieste normative, avendo in tutte le aree di progetto un'estensione maggiore di 10.000 m². Per questo motivo, per soddisfare quanto richiesto dalla normativa come numero di punti di prelievo, dovranno essere effettuati ulteriori campioni attraverso pozzetti esplorativi, omogeneamente distribuiti nelle rispettive aree, in numero proporzionale (Oltre i 10.000 metri quadri: 7 + 1 ogni 5.000 metri quadri) alla dimensione delle aree stesse.

Nei carotaggi spinti fino a 30 metri da piano campagna dovrà essere previsto il rivestimento del foro di sondaggio per la successiva esecuzione dell'indagine sismica Down Hole, così da definire la sismostratigrafia associata alla stratigrafia ricostruita. Differentemente, nei sondaggi spinti fino a 20 metri da piano campagna dovrà essere prevista l'installazione di piezometri a tubo aperto per un successivo monitoraggio della falda acquifera.

Per le prove penetrometriche DPSH, per queste dovrà essere previsto un avanzamento in profondità fino al raggiungimento del rifiuto strumentale (numero di colpi maggiore di 50 per un avanzamento complessivo di 20 cm).

La campagna geofisica progettata, oltre all'esecuzione delle Down Hole in due fori di sondaggio, dovrà prevedere l'esecuzione di 5 prospezioni sismiche di tipo MASW ed altrettante misure HVSR, propedeutiche all'individuazione della Categoria sismica di sottosuolo delle aree destinate ai pannelli fotovoltaici.

11. CONCLUSIONI

Nella presente relazione si illustrano i risultati dello studio geologico eseguito per il Progetto Definitivo di un impianto agri-ovi-fotovoltaico di produzione di energia elettrica, e delle relative opere di connessione, della potenza di circa 50 MWp denominato "CSPV MANFREDONIA" sito in Agro di Foggia (FG)".

Nell'area di interesse progettuale, da un punto di vista geologico, affiorano i litotipi sedimentari appartenenti alle Unità tardo quaternarie e alle Unità quaternarie del Tavoliere di Puglia. In particolare, le aree destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici ricadono esclusivamente in corrispondenza di affioramenti del **Sintema deposizionale di Foggia** mentre la Sottostazione elettrica di Manfredonia in corrispondenza del **Sintema deposizionale di Masseria Inacquata**. Per quanto concerne il tracciato del cavidotto MT, che dalla Cabina di consegna muove verso la Sottostazione elettrica di riferimento, questo intercetta in successione il **Sintema di Foggia**, il **Subsintema dell'Incoronata (Sintema dei Torrenti Carapelle e Cervaro)**, il **Sintema di Masseria Inacquata** e i **Depositi alluvionali attualmente in evoluzione**.

L'area di progetto è caratterizzata morfologicamente da una piana alluvionale leggermente digradante verso la costa. L'agente morfogenetico principale è l'acqua. Infatti, gli elementi e le forme geomorfologiche più rappresentate nell'area sono di origine fluviale. In particolare, la piana alluvionale è coperta da un denso reticolo idrografico, con torrenti che si generano dai rilievi appenninici, attraversano la piana, alimentati da un reticolo minore, per poi sfociare nel mare.

L'area interessata dal progetto ricade a cavallo tra il **bacino idrografico del torrente Candelaro, del torrente Cervaro e del torrente Carapelle**, tutti appartenenti ai bacini ad alimentazione appenninica.

Ricadendo all'interno dei Bacini Idrografici dei torrenti Candelaro, Cervaro e Carapelle, l'Autorità di Bacino Distrettuale di competenza è quella dell'Appennino Meridionale - Sede Puglia. Dal consulto delle cartografie del PAI, per quanto concerne la **Pericolosità Geomorfologica**, l'area di interesse progettuale **non ricade in corrispondenza di queste perimetrazioni**. Differentemente, nell'ambito della **Pericolosità Idraulica**, l'area di interesse progettuale in varie porzioni ricade in corrispondenza di perimetrazioni per pericolosità **Bassa (BP), Media (MP) e Alta (AP)**. In maniera del tutto analoga, le cartografie del PGRA individuano in varie porzioni dell'area di progetto perimetrazioni per pericolosità **Bassa (BP), Media (MP) e Alta (AP)** (Mappe della pericolosità idraulica) a cui viene associato rispettivamente un **rischio basso (R1), medio (R2), elevato (R3) e molto elevato (R4)** (dove la pericolosità idraulica media e alta "incontra" fabbricati o strade) (Mappa del rischio da alluvione).

L'analisi delle Carte delle aree soggetto a vincolo idrogeologico, normate dal R.D.L. n° 3267 del 30/12/1923, ha permesso di escludere la presenza di vincoli vigenti per l'area di interesse progettuale.

La caratterizzazione geotecnica dei litotipi affioranti nell'area di interesse progettuale è stata effettuata sulla base dei risultati di prove di laboratorio, disponibili da bibliografia, su campioni indisturbati. In particolare, sulla base della vicinanza geografica delle indagini all'area di progetto e

alla corretta corrispondenza litologica, si riportano di seguito i parametri geotecnici di riferimento individuati:

LITOTIPO 1 - Depositi alluvionali attualmente in evoluzione e Sintema deposizionale di Masseria Inacquata

- **peso unità di volume** (γ) = 18,6 kN/m³;
- **angolo di attrito di picco** (ϕ') = 14°;
- **coesione di picco** (c') = 22,0 kPa.

LITOTIPO 2 - Sub-Sintema deposizionale dell'Incoronata appartenete al Sintema dei Torrenti Carapelle e Cervaro

- **peso unità di volume** (γ) = 19,5 kN/m³;
- **angolo di attrito di picco** (ϕ') = 17°;
- **coesione di picco** (c') = 30,0 kPa.

LITOTIPO 3 - Sintema deposizionale di Foggia

- **peso unità di volume** (γ) = 19,8 kN/m³;
- **angolo di attrito di picco** (ϕ') = 27°;
- **coesione di picco** (c') = 2,40 kPa;
- **modulo di deformazione edometrico** (E_{ed}) = 6,20 Mpa.

All'interno dell'area di progetto, da un punto di vista idrogeologico, sono stati distinti quattro differenti Complessi, tutti appartenenti al Complesso del Tavoliere di Puglia. In particolare, le aree destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici ricadono in corrispondenza del **Complesso del Sistema di Foggia**, caratterizzato da una permeabilità ed una vulnerabilità intrinseca media. Differentemente, la Sottostazione elettrica di Manfredonia poggia in corrispondenza del **Complesso del Sistema di Masseria Inacquata** con permeabilità e vulnerabilità intrinseca bassa. In ultimo, il tracciato del cavidotto MT intercetta tutti e quattro i Complessi idrogeologici individuati (Complesso dei depositi alluvionali attualmente in evoluzione, Complesso del Sistema di Masseria Inacquata, **Complesso del Sistema dei Torrenti Carapelle e Cervaro** e **Complesso del Sistema di Foggia**), con una permeabilità, e vulnerabilità intrinseca associata, tra bassa e media.

Nell'ambito del presente progetto, in relazione alle ridotte profondità dal piano campagna di interazione, l'**acquifero poroso superficiale** risulta essere quello di interesse da un punto di vista idrogeologico. Questo acquifero, ospitato negli interstrati sabbioso-ghiaiosi dei depositi marini e continentali di età Pleistocene superiore-Olocene, presenta uno spessore variabile da 2 a 30 metri. L'alimentazione di questa falda superficiale è legata principalmente al contributo delle precipitazioni meteoriche e per questo è soggetta a forti escursioni stagionali del livello piezometrico, essenzialmente correlate alla distribuzione temporale dei periodi piovosi. A piccola scala, tale falda superficiale del Tavoliere defluisce in maniera generalizzata in direzione da W verso E. Nonostante l'attuale carenza idrica riscontrabile nell'area del Tavoliere, con numerosi pozzi e piezometri realizzati nell'intorno dell'area di progetto che non hanno intercettato livelli idrici anche a profondità di oltre 30 metri dal piano campagna, **non si può escludere la presenza di possibili falde**

acquifere isolate a ridotte profondità dal piano campagna all'interno dell'area di progetto a causa della forte eterogeneità laterale e verticale caratterizzante l'acquifero poroso superficiale.

Secondo la Carta di pericolosità sismica di riferimento, i comuni di Foggia e Manfredonia ricadono nella medesima **Zona sismica 2**, a cui corrisponde un valore di accelerazione orizzontale del suolo (ag) compreso tra 0,15 e 0,25 g, con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (Tempo di ritorno di 475 anni) per una categoria di suolo A e topografica T1. Il valore di ag individuato per l'area di progetto, per medesimo tempo di ritorno e condizione geologico-topografiche, è compreso tra 0.125 e 0.150 g.

Sulla base delle informazioni geofisiche riportate all'interno dei documenti presi a riferimento (cfr. "9.1 Categoria sismica dei terreni e Coefficiente di amplificazione topografica"), il suolo di fondazione dell'area di progetto appartiene alla **CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SISMICO C**.

Nell'area di studio si ha una **Categoria topografica T1**, data la morfologia sub-pianeggiante, a cui corrisponde un Coefficiente di amplificazione topografica $S_T=1,0$.

E' stata pianificata una campagna di indagini geognostiche finalizzate alla caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni interessati dalle opere in progetto. In particolare, per la caratterizzazione geotecnica dei terreni è stata prevista la realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo e di prove penetrometriche DPSH, per un totale rispettivamente di 5 e di 13.

Per quanto concerne i sondaggi a carotaggio continuo, questi saranno spinti a differenti profondità da piano campagna (15, 20 e 30 m). Durante la fase di avanzamento dei sondaggi dovrà essere previsto il prelievo di campioni di terreno indisturbato, sia per la caratterizzazione geotecnica che per quella ambientale, e l'esecuzione di prove SPT (in numero compreso tra 4 e 6, in relazione alla massima profondità investigata). Per i campioni di terreno indisturbato destinati al laboratorio geotecnico, in relazione alla profondità che si prevede investigare, ne dovranno essere prelevati un numero minimo pari a tre per ogni sondaggio.

La campagna geofisica progettata, oltre all'esecuzione delle Down Hole in due fori di sondaggio, dovrà prevedere l'esecuzione di 5 prospezioni sismiche di tipo MASW ed altrettante misure HVSR, propedeutiche all'individuazione della Categoria sismica di sottosuolo delle aree destinate ai pannelli fotovoltaici.