

**REGIONE PUGLIA**  
**COMUNE DI MANFREDONIA (FG)**  
**PROVINCIA DI FOGGIA**



**PROGETTO DEFINITIVO dell'impianto eolico**  
**denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da**  
**realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).**

Codice Impianto 29MIWU1

<b>Cod. Id. Elaborato:</b>	21_17_EO_GAM_AU_RE_03_00
<b>Elaborato: RE_03</b>	<b>Titolo:</b> <b>29MIWU1_RelazioneGeologica</b> <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>
<b>Scala: /</b>	
<b>Data: Dicembre 2022</b>	



**Committente:**

**ENERGIA LEVANTE S.r.l.**

Via Luca Guarico n. 9/11 - Regus Eur - 4° piano - 00143 Roma  
P.IVA 10240591007 - REA RM1219825 - energialevantesrl@legalmail.it

SOCIETÀ DEL GRUPPO  For a better world of energy

**PROJETTO engineering s.r.l.**

società d'ingegneria

direttore tecnico  
Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO

Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria  
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)  
tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914  
studio@projetto.eu  
web site: www.projetto.eu

P.IVA: 02658050733



N. REVISIONE	Data revisione	Elaborato	Controllato	Approvato	NOTE
00	Dicembre 2022	Geol. Leonardo Gioia	Geol. Leonardo Gioia	Geol. Leonardo Gioia	

È vietata la copia anche parziale del presente elaborato

## Sommario

1. Premessa .....	2
2. Ubicazione del sito.....	3
3. Caratteri geomorfologici generali.....	5
3.1 Componente geomorfologica di dettaglio .....	8
4. Caratteristiche geologiche.....	10
4.1 Caratteristiche geologiche di dettaglio .....	16
5. Caratteristiche generali dell'acquifero .....	18
5.1 Componente idrica superficiale.....	21
6. Piano di Assetto Idrogeologico .....	22
7. Conclusioni .....	27

## **1. Premessa**

Lo scrivente Geol. Leonardo Gioia, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n. 749, su incarico conferitogli dalla Progetto Engineering srl, ha effettuato il presente studio geologico, geomorfologico generale e di dettaglio a corredo del progetto definitivo dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

Lo studio geologico si è svolto in ottemperanza al D.M del 11/03/1988, all'OPCM n° 3274 del 20/03/2003 e alle disposizioni dettate dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni D.M. del 17/01/2018 al fine di ricostruire un modello geologico atto a fornire i caratteri stratigrafici, litologici, idrogeologici, geomorfologici e di pericolosità geologica del sito. La prima fase ha previsto un rilevamento geologico di dettaglio, avvalendosi della cartografia dell'area, ed è stato fatto riferimento alle informazioni bibliografiche disponibili e a precedenti lavori svolti nelle stesse aree. Successivamente si è giunti ad una ricostruzione del modello geologico e stratigrafico del sito come previsto dalle normative vigenti.

Al fine di approfondire le conoscenze dei materiali potenzialmente coinvolti dalle fondazioni di progetto, sono state eseguite n. 14 penetrometrie DPSH per ottenere i parametri geotecnici utili per un corretto dimensionamento delle strutture.

Al fine della caratterizzazione sismica ed individuazione della categoria di sottosuolo, come imposto dalle NTC 2018, sono state effettuate n. 8 indagini sismiche di tipo Masw.

## 2. Ubicazione del sito

Il sito oggetto di studio è ubicato all'interno del territorio di Manfredonia (FG), precisamente ad est, nord-est dell'abitato di Foggia. L'area di interesse ha un andamento sub-pianeggiante con deboli vergenze verso sud, sud-est dell'ordine del 1%, altimetricamente la zona si attesta tra un massimo di 30 m slm ad ovest e un minimo di 10 m slm nelle zone più ad est dell'impianto di progetto.

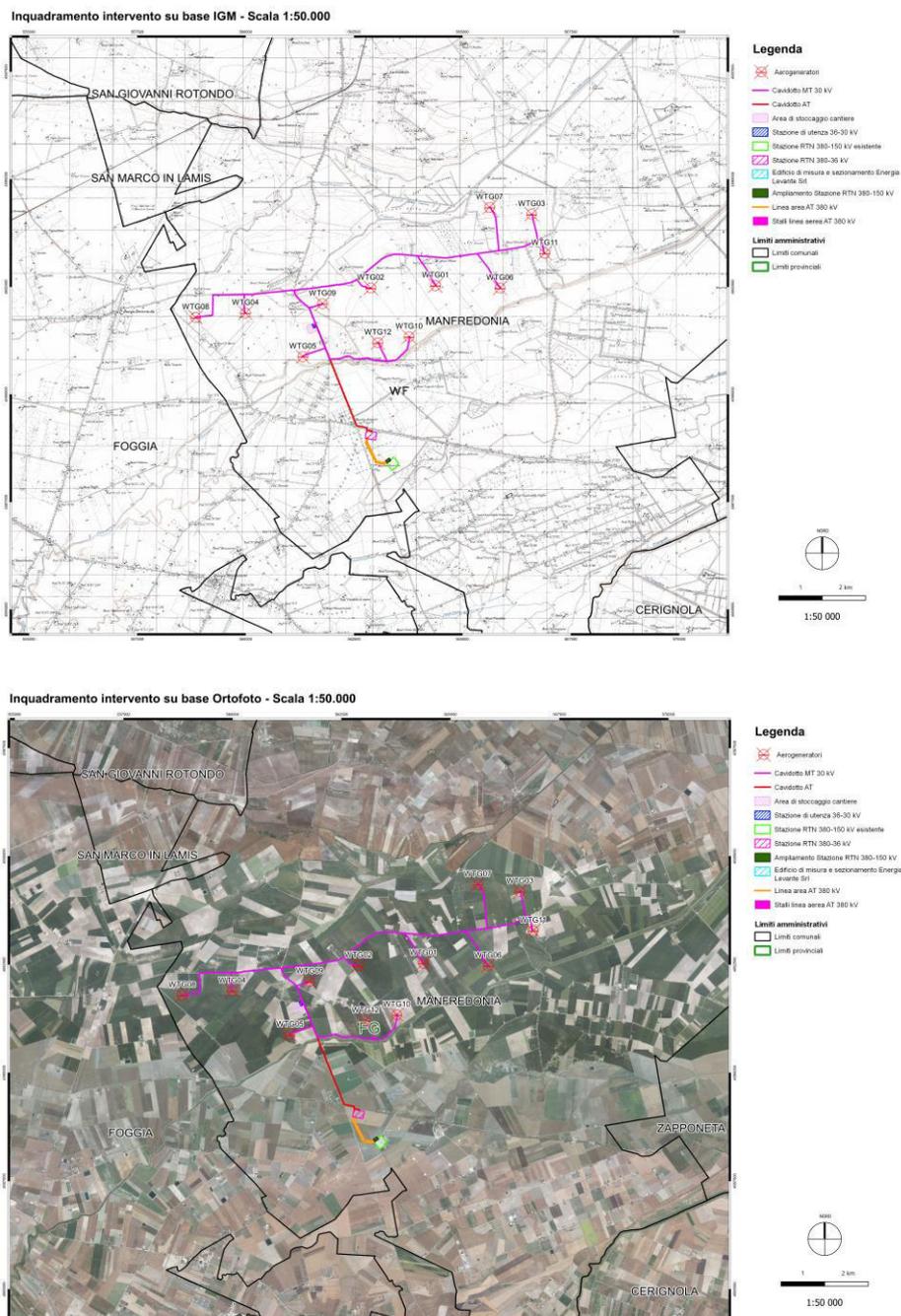


Fig.1-2: Ubicazione su stralcio di cartografia IGM in scala 1:25.000 ed inquadramento su ortofoto del progetto



Inquadramento intervento su base IGM con evidenziate le aree non idonee FER- Scala 1:50.000

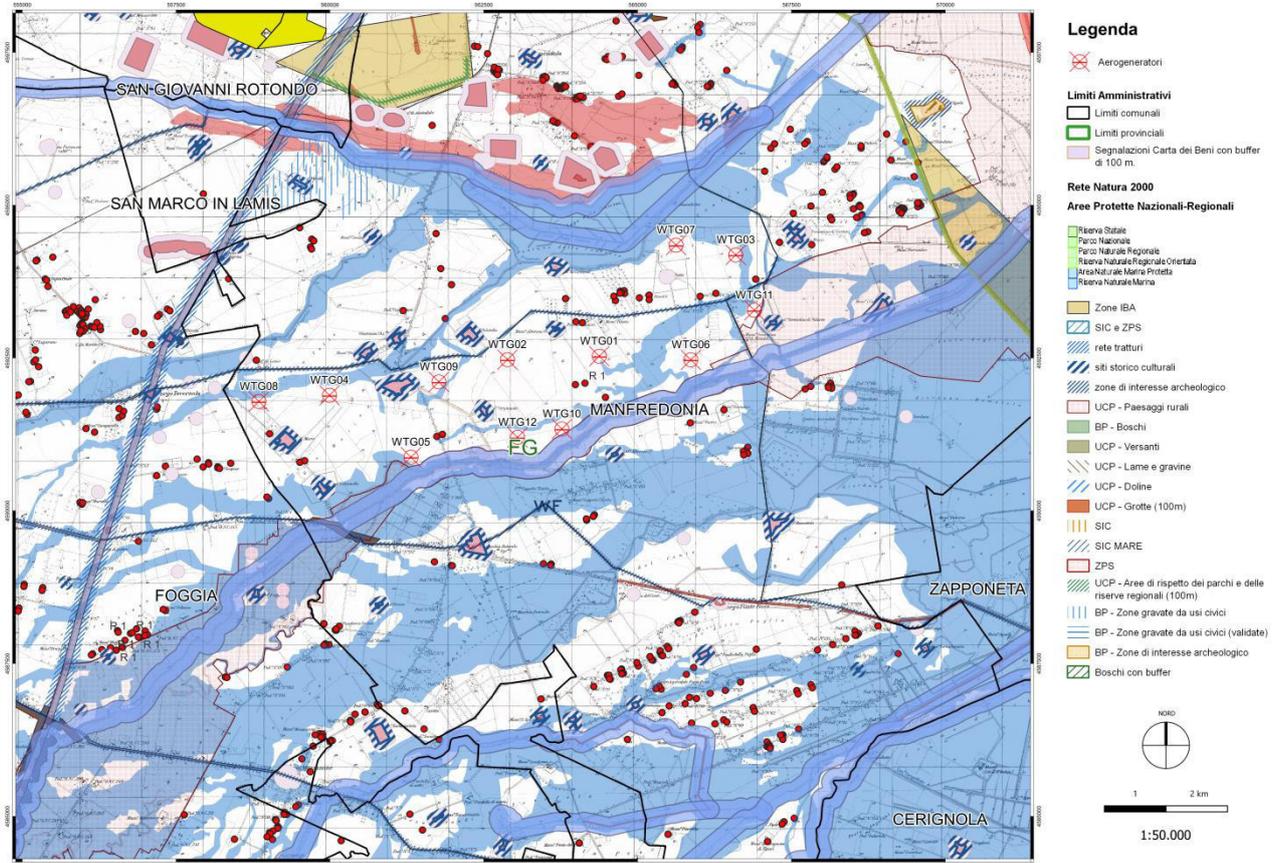


Fig.3: Inquadramento su PPTR approvato e stralcio dei principali vincoli presenti

### 3. Caratteri geomorfologici generali

I caratteri morfologici dell'intera regione sono controllati dalla litologia, dalle successive fasi tettoniche e dal clima. Ne consegue una possibile suddivisione del territorio in tre diverse regioni facilmente individuabili, poiché la morfologia corrisponde a suddivisioni stratigrafiche e a strutture tettoniche differenti; le aree in questione sono: il Gargano, le Murge e il Salento. A Nord della Puglia è situato l'alto strutturale del Gargano, che rappresenta la regione più elevata dell'avampese (quote intorno ai mille metri), dove affiorano i termini più antichi della successione (Giurassico), che nelle Murge e Salento non sono in affioramento. Il Gargano è delimitato: a Sud-Ovest dalla linea del Torrente Candelaro (Nord Ovest-Sud Est), corrispondente a faglie e flessure che ribassano i blocchi; lungo questa linea terminano gli affioramenti del Gargano;

- a Sud dalla valle del Fiume Ofanto;
- a Est dalla linea di costa, configurata dal sistema di faglie e flessure che hanno causato il sollevamento dell'alto garganico rispetto all'Adriatico.

Il Tavoliere di Puglia, benché esteso su più di 4000 kmq, non ha mai suscitato un particolare interesse negli studiosi delle problematiche geologiche. Fa eccezione il bordo a ridosso del Subappennino dauno, che con la scoperta di idrocarburi ha assunto, una veste particolare invogliando numerose società petrolifere ad effettuare programmi di ricerca intensivi atti ad indagare a fondo sia il substrato prepliocenico che i depositi plio-pleistocenici. I meno studiati, sotto quasi tutti i punti di vista risultano, i depositi terrazzati quaternari, che pur rivestono una notevole importanza per la conoscenza e l'interpretazione di tutta l'evoluzione tettonica e sedimentaria di quest'area di Avampese.

*L'area territoriale in cui si colloca il sito interessato dalla realizzazione dell'impianto costituisce geograficamente una vasta piana alluvionale, compresa in un'area di avanfossa ancora più ampia, denominata Tavoliere delle Puglie, ubicata tra il dominio garganico, quello appenninico e quello murgiano.*

Per maggiore chiarezza nell'esposizione si può suddividere il Tavoliere in tre settori contraddistinti da ben precise caratteristiche geologico strutturali che ritrovano, come si vedrà, una buona corrispondenza anche a livello morfologico.

- Procedendo da Sud si incontra, delimitato dal fiume Ofanto, dal torrente Cervaro, dall'Appennino e dal Golfo di Manfredonia, si incontra il Tavoliere meridionale. Questo corrisponde ad un'area di basso strutturale contenuta fra due importanti lineazioni tettoniche: la prima congiunge Manfredonia a Sorrento, la seconda la Foce Ofanto a Paestum.
- Segue il Tavoliere centrale, perfettamente racchiuso fra il Subappennino dauno e il promontorio del Gargano; in tale settore tutti i corsi d'acqua hanno la prerogativa di non sfociare direttamente in mare, ma, a causa della naturale pendenza dei luoghi, convogliano le proprie acque nel torrente Candelaro, impostato su una complessa struttura tettonica pedegarganica allineata da Nord ovest a Sud Est.
- Infine si ritrova il Tavoliere settentrionale i cui confini non sono ben definibili. Si tratta del settore in cui il ritiro del mare suprapleistocenico è avvenuto in direzione Nord, quindi lambendo il Gargano occidentale. Esso é praticamente separato dal settore centrale e dallo stesso Gargano dalla terza importante struttura tettonica, quella che congiunge Torre Mileto alla Diga di Occhito.

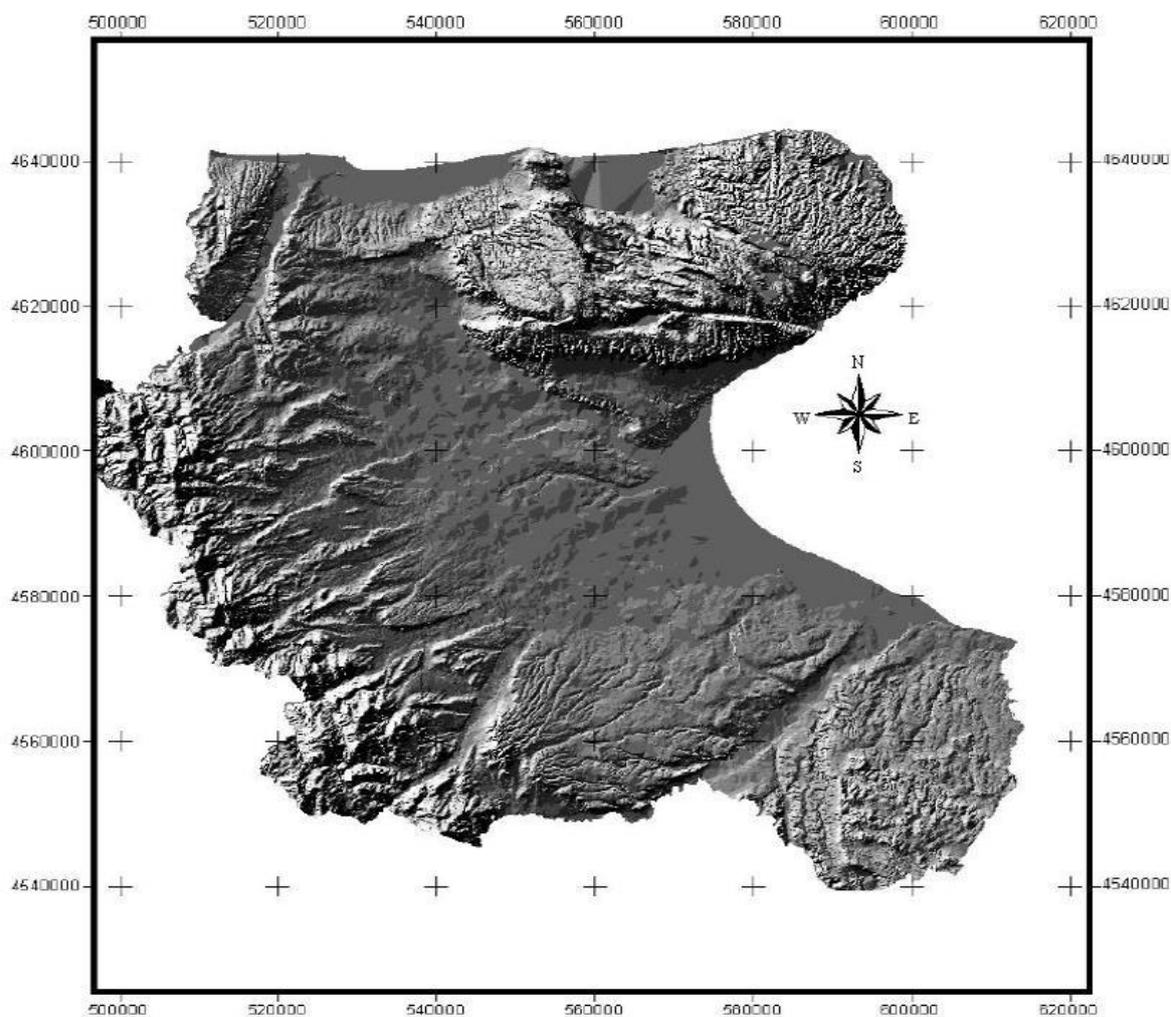


Fig. 4: Modello Digitale del Terreno della Provincia di Foggia realizzato mediante l'ombreggiatura

Dalle cartografie riportate si evince che, da un punto di vista geomorfologico locale, il sito oggetto di studio è interposto fra due terrazzi marini e tutta la zona degrada verso il mare.

*Morfologicamente trattasi di un pianoro a lievissima acclività, verosimilmente corrispondente ad un antico orlo di terrazzo modellato sia dagli agenti atmosferici che dagli apporti di materiali alluvionali trasportati dal deflusso dei torrenti ovvero da sedimenti adagiati sulle formazioni sedimentarie pleistoceniche marine.*

#### TETTONICA

Nell'area del foglio si riconoscono due panorami tettonici distinti, i sedimenti pleistocenici non presentano evidenti deformazioni e costituiscono nel loro insieme una monoclinale immersa verso l'Adriatico.

Le deboli inclinazioni rilevate riflettono principalmente l'originale inclinazione del fondo marino su cui i sedimenti si sono depositi.

La serie mesozoica è interessata da una tettonica disgiuntiva a faglie normali con prevalente direzione ONO-ESE.

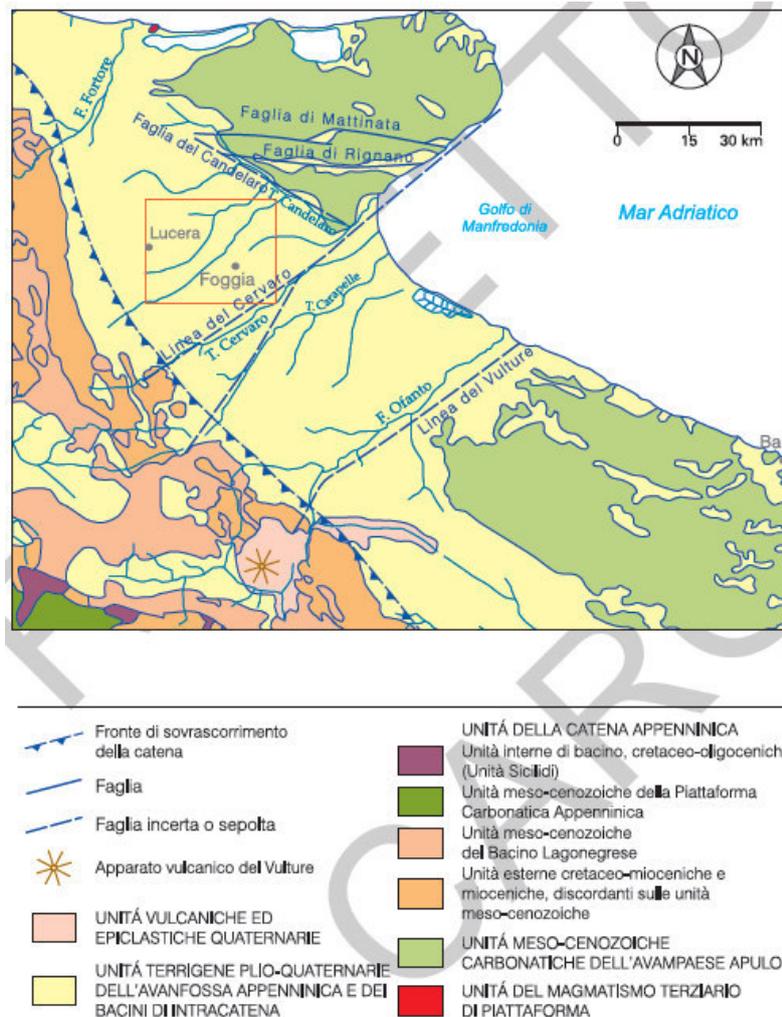


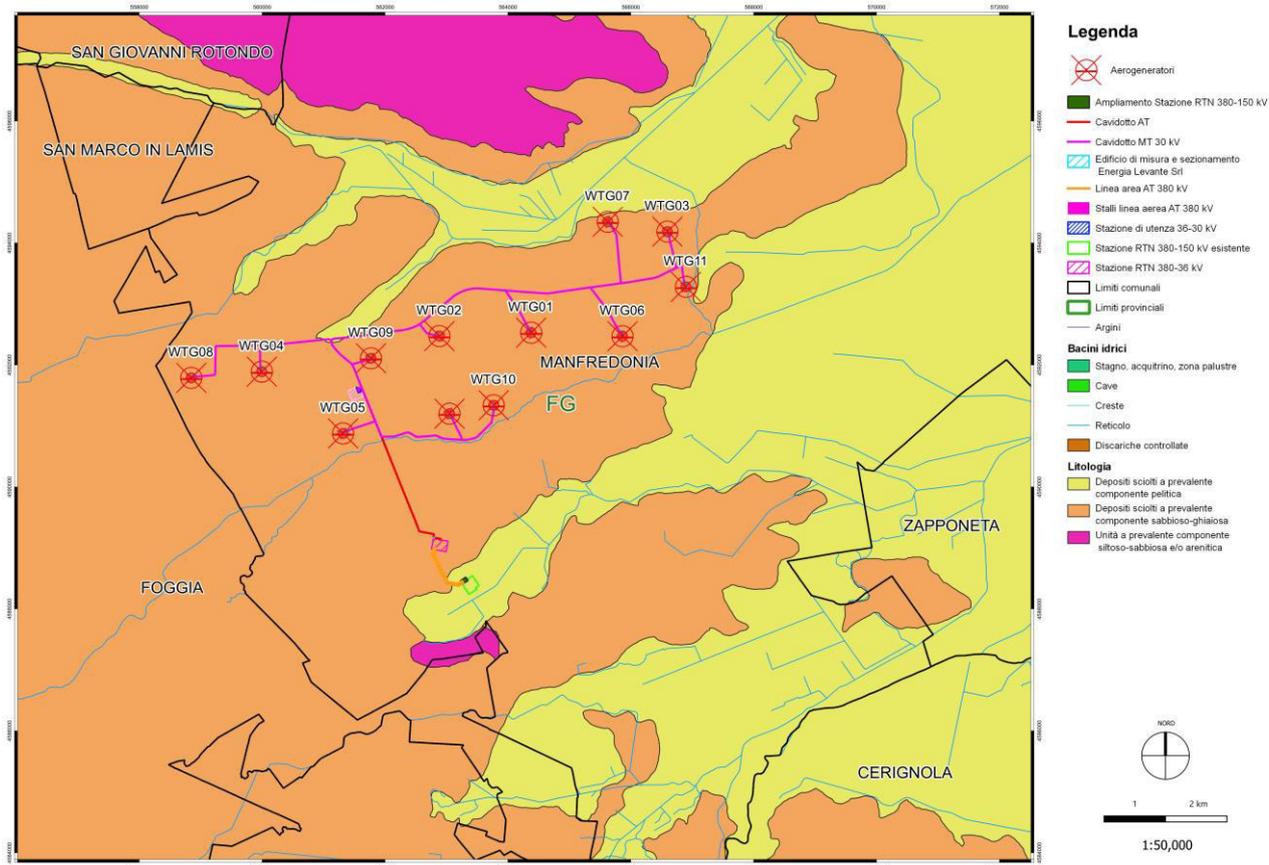
Fig. 5: Principali caratteri tettonici dell'area

### 3.1 Componente geomorfologica di dettaglio

L'area indagata, rientra nel Foglio 164 tavoletta Foggia, della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, ha un andamento sub-pianeggiante con deboli vergenze verso sud, sud-est dell'ordine del 1%, altimetricamente la zona si attesta tra un massimo di 30 m slm ad ovest e un minimo di 10 m slm nelle zone più ad est dell'impianto di progetto.

Nell'intorno dell'area oggetto di studio esistono dei sistemi di orli di scarpate delimitanti forme semispianate verso nord e numerosi reticoli idrografici ben gerarchizzati con le tipiche forme del modellamento attivo dei corsi d'acqua come le ripe di erosione, *gli impluvi, anche di una certa rilevanza, non si trovano sempre a distanza di sicurezza rispetto alle aree destinate alla realizzazione dell'impianto, non si rilevano altre strutture o criticità idrogeomorfologiche tali da inficiare la realizzazione dell'opera di progetto.*

Inquadramento Intervento su Carta Idrogeomorfologica - Scala 1:50.000



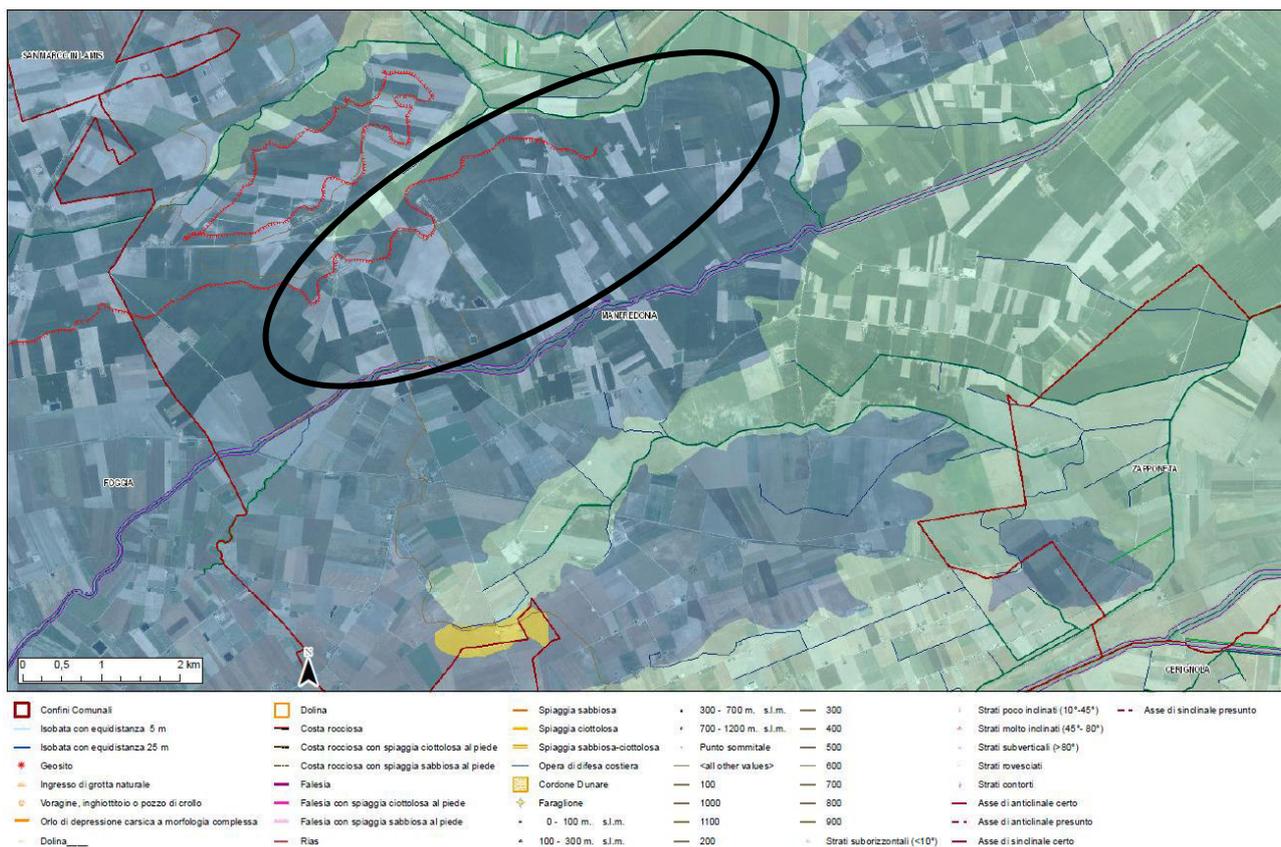


Fig.6: Carta idrogeomorfologica

#### 4. Caratteristiche geologiche

Il Foglio 164 Foggia è occupato per di più dai sedimenti Plio-Quaternari che hanno colmato la parte orientale dell'avanfossa appenninica compresa tra la daunia e il promontorio garganico. Solo nella parte settentrionale del foglio, limitati dal torrente candelaro affiorano i calcari mesozoici che costituiscono la porzione meridionale del sollevamento del Gargano. I terreni pliocalambriani appaiono in esigui lembi localizzati nell'angolo sud-ovest del foglio mentre i sedimenti pleistocenici post calambriani sono largamente rappresentati e non si differenziano da quelli della facies marina che affiorano nei fogli contigui.

Il basamento del Tavoliere, come pure l'ossatura dell'intera regione pugliese, è costituito da un potente spessore di sedimenti carbonatici prevalentemente di piattaforma di età mesozoica su cui localmente, in affioramento, trasgrediscono depositi calcarenitici paleogenici.

Quella più occidentale, con il progredire delle fasi di accavallamento delle unità appenniniche verso Est, viene coinvolta progressivamente da una segmentazione secondo l'allineamento NordOvest-SudEst a costituire un esteso semi-graben. In quest'area si individuerà l'Avanfossa appenninica. La parte occidentale della piattaforma carbonatica apula, a partire dal Miocene, sotto le spinte della Catena appenninica si sarebbe spezzettata assumendo il ruolo di Avanfossa della catena appenninica.

Questa è stata suddivisa da CRESCENTI (1975) in quattro unità paleogeografiche: il bacino abruzzese, il bacino molisano, il bacino pugliese e quello lucano. Questi, orientati grosso modo secondo una direzione comune Nord Ovest - Sud Est, ossia parallela a quella della catena appenninica, si sarebbero individuati a partire da Nord ringiovanendosi procedendo verso Sud, subendo poi una migrazione verso Est.

Nel corso del Pliocene inferiore la fossa, ormai delimitata fra l'Appennino e l'ancora integro Avampaese apulo- garganico, doveva avere una forma molto allungata e margini subparalleli ravvicinati. La sedimentazione era di tipo pelitico riferibile ad argille bacinali o a facies distali di corpi torbiditici provenienti da Nord Ovest.

A partire da circa un milione di anni fa, in seguito alla progressiva attenuazione delle spinte appenniniche, al rilascio elastico della Piastra Apula (Mongelli & Ricchetti, 1979; Ricchetti & Mongelli, 1981) e alla compensazione isostatica del sistema Catena-Avanfossa-Avampaese si è avuto un sollevamento regionale sicuramente tuttora in corso.

*A questa tendenza generale, già di per sé polifasica, si sono sovrapposte oscillazioni del livello marino di tipo glacio-eustatico interferendo e complicando ulteriormente il meccanismo di regressione. Il risultato è rappresentato da numerose e diverse unità litostratigrafiche corrispondenti differenti stadi del livello marino riferibili a più cicli sedimentari marini /o a fasi continentali di alluvionamento.*

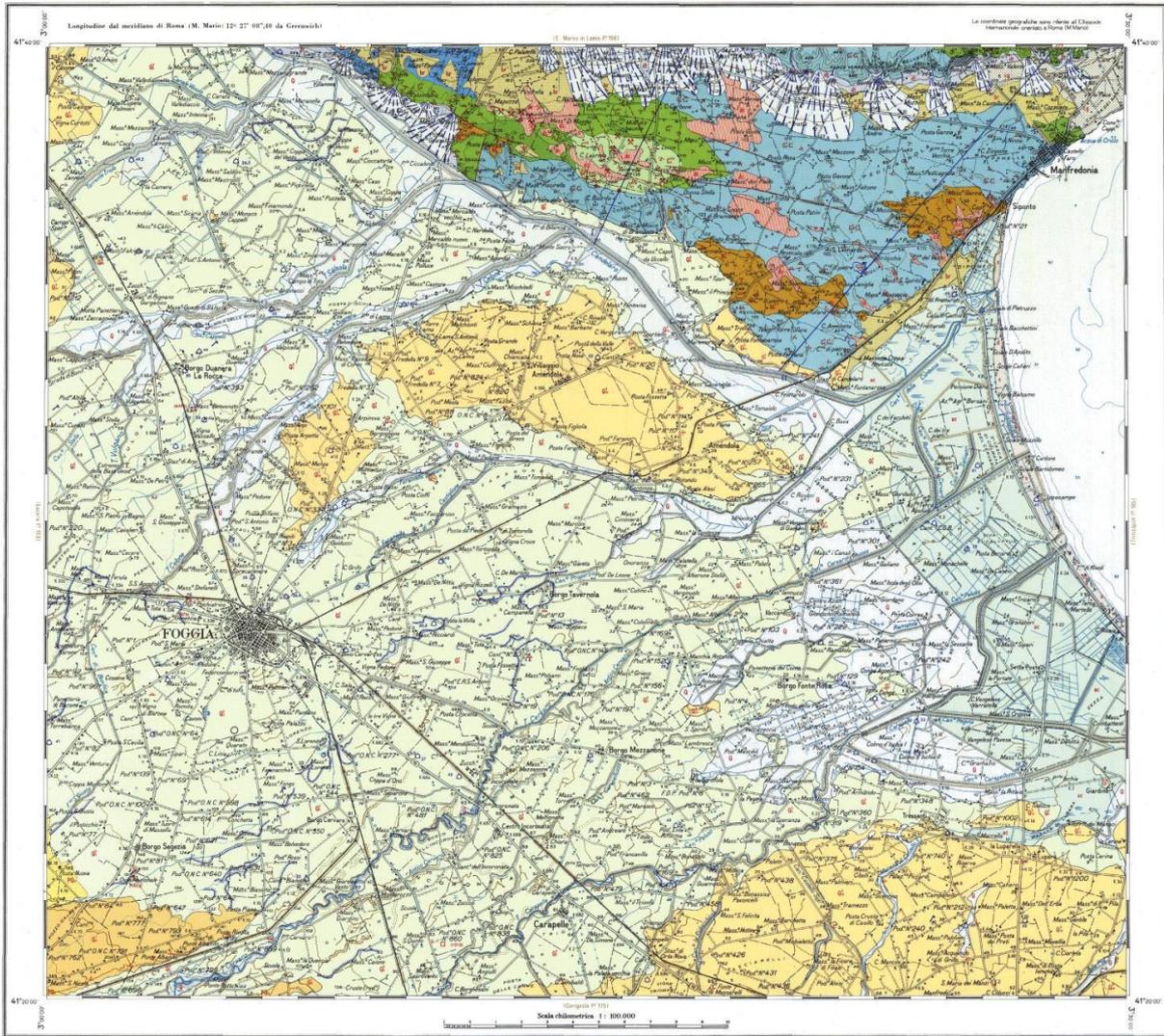


Fig. 7: Carta geologica del foglio 164 in scala 1:100.000; Legenda

		Formazioni marine	Formazioni continentali		
Olocene	}			Alluvioni per colmate.	
				Alluvioni recenti e attuali (Q); conoidi di deiezione. Detriti di felda (dt).	
				Depositi colluviali ed eluviali ("terre rosse", residui da calcarei).	
				Alluvioni terrazzate recenti, poco superiori agli alvei attuali, di ciottoli, sabbie e subordinatamente argille sabbiose. Talora con crostoni calcarei evaporitici.	
				Cordoni litorali (s) e dune (d).	
Pleistocene	}			Conglomerati a elementi calcarei, moderatamente cementati, con straterelli sabbiosi di probabile ambiente fluvio-marino.	
				Sabbie giallastre, pulverulente, con concrezioni calcaree e molluschi marini di facies litorale. Quasi dovunque coperte da un crostone calcareo-sabbioso straterellato.	
				Ciottoloni poligenici di varie dimensioni, talvolta cementati, con intercalazioni sabbiose giallastre. La provenienza dei ciottoli è appenninica.	
Pleistocene?	}			Brecce cementate a elementi calcarei con spigoli arrotondati. Sono distribuite su due diverse superfici di abrasione marina inclinate ad Est, comprese fra 200 metri di quota e il livello del mare. Le brecce del terrazzo superiore sono sicuramente post-mioceniche perchè giacciono su una superficie che ha tagliato i depositi miocenici.	
Phocene-Calabritto				Sabbie e sabbie argillose, talora con livelli arenacei giallastri e lenti di ciottoli.	
Miocene	}			Argille e argille marnose, localmente sabbiose, grigio-azzurre. Associazione a Cassiduline, Bulmine e Bolvine, Rotalie e Globigerinidi.	
		Prob. medio			Calcari sabbiosi, teneri, giallastri, stratificati, fossiferi, ("tufo calcareo", - "pietra leccese..."). Zona di Associazione a <i>Lithothamnium</i> , Briozoi, <i>Elphidium</i> .
Cretacico	}	Inferiore - Superiore			CALCARI DI CASA LAURIOLA. - Calcari omogenei bianchi e avana, in strati sottili con rare intercalazioni di marna giallastre. Alla base una breccia poligenica, spesso pochi metri, segna la trasgressione turoniana su Cc <sup>1</sup> . Zona di Associazione a Ostracodi e Coracee. <b>SENONIANO.</b>
					CALCARI DI MONTE ACUTO (tipo "craie..."). - Calcari terrosi, bianchi, spesso friabili, in strati regolari da 5 cm a 1 m. Lenti di selce bruna; intercalazioni discontinue di calcari organogeni a Rudiste e di calcari compatti a grana fine. Zona di Associazione e gusci trituroti di Rudiste, Molluschi ed Echinidi. <b>SENONIANO.</b>
					CALCARI DI MASSERIA QUADRONE. - Calcari micritici colore avana, in grossi banchi, talora pseudolitici (C <sup>2</sup> ). Eteropici con una calcarenite grigio e marrone mal stratificate, (C <sup>2</sup> ). Zona di Associazione a <i>Cuneolina pavonia parva</i> HENSON.
					CALCARI DI MONTE S. ANGELO. - Calcari organogeni biancastri in banchi e strati con Rudiste e Coralli; subord. calciruditi. Zona di Associazione a Orbioline (gruppo <i>O. conoidea-discoidea</i> e <i>O. concava</i> LA-MARK); raramente alcune Ticinelle e Rotalipore. <b>APTIANO-CENOMANIANO.</b>
Giurassico superiore	}	Cretacico-inf.			CALCARI OOLITICI DI COPPA GUARDIOLA. - Calcari oolitici e pseudolitici, alcuni detritici e bioclastici, a grana fine, in strati di spessore variabile da 10 cm. a 1 metro. Zona di Associazione a <i>Trocholina</i> e <i>Pseudocyclamina</i> e Zona di Associazione a <i>Bacella irregularis</i> RADOICIC e <i>Cuneolina composuiri</i> SARTONI e CRESCENTI. <b>MALM-APTIANO.</b>
					FORMAZIONE DI RIGNANO GARGANICO. - Calcari microcristallini, calcareniti grigie e marroni mal stratificate, dolomie grigio-scure. <b>MALM.</b>

Nel Tavoliere si definiscono soltanto due ordini di terrazzi marini caratterizzati da depositi prevalentemente ciottolosi, e sabbiosi limitatamente alla parte più bassa del secondo terrazzo. Si evidenziano i terrazzi così come sono riportati nella Carta Geologica d'Italia foglio 164 "Foggia": Legenda: 1 - "Argille subappennine" e "Sabbie di Monte Marano"; 2 - "Conglomerato d'Irsina"; 3 - depositi marini di I ordine; 4 - depositi marini di II ordine; 5 - depositi fluviali terrazzati ed alluvioni recenti.

Un nuovo impulso alle conoscenze della geologia del Tavoliere, in particolare per il settore meridionale, è stato fornito dallo studio della stratigrafia di numerose perforazioni effettuate per ricerche idriche.

Nell'area di studio la formazione presente è rappresentata da:



Alluvioni terrazzate recenti, poco superiori agli alvei attuali, di ciottoli, sabbie e subordinatamente argille sabbiose. Talora con crostoni calcarei evaporitici.

### Alluvioni terrazzate (*Olocene*)

Formate in prevalenza da sedimenti sabbioso-argillosi, subordinatamente ciottolosi, presentano frequentemente terre nere incrostazioni calcaree. Tali alluvioni terrazzate assumono una certa importanza lungo il corso dei tre torrenti principali: Candelaro, Cervaro e Carapelle.

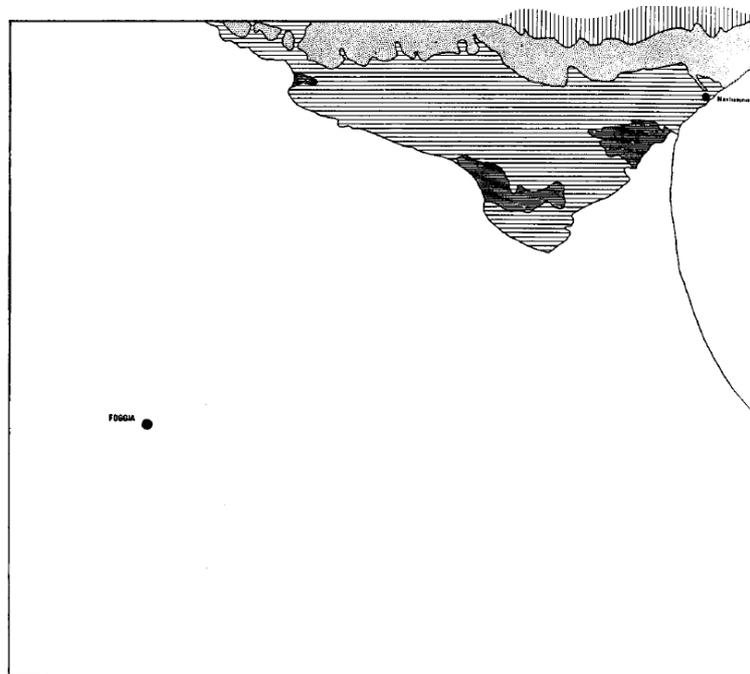
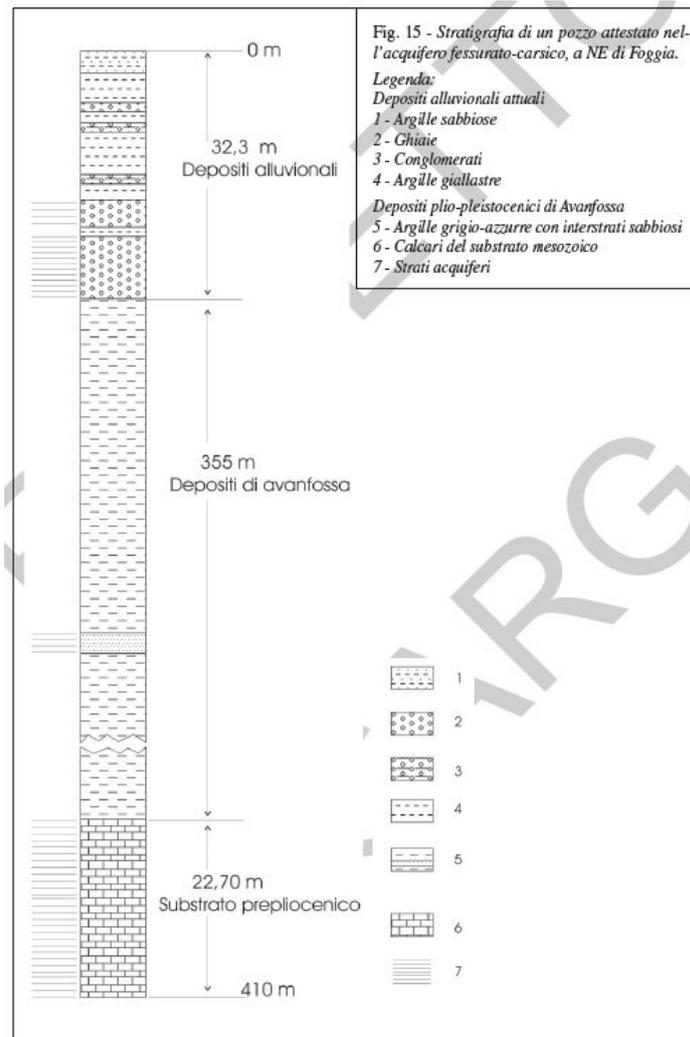


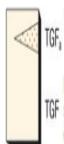
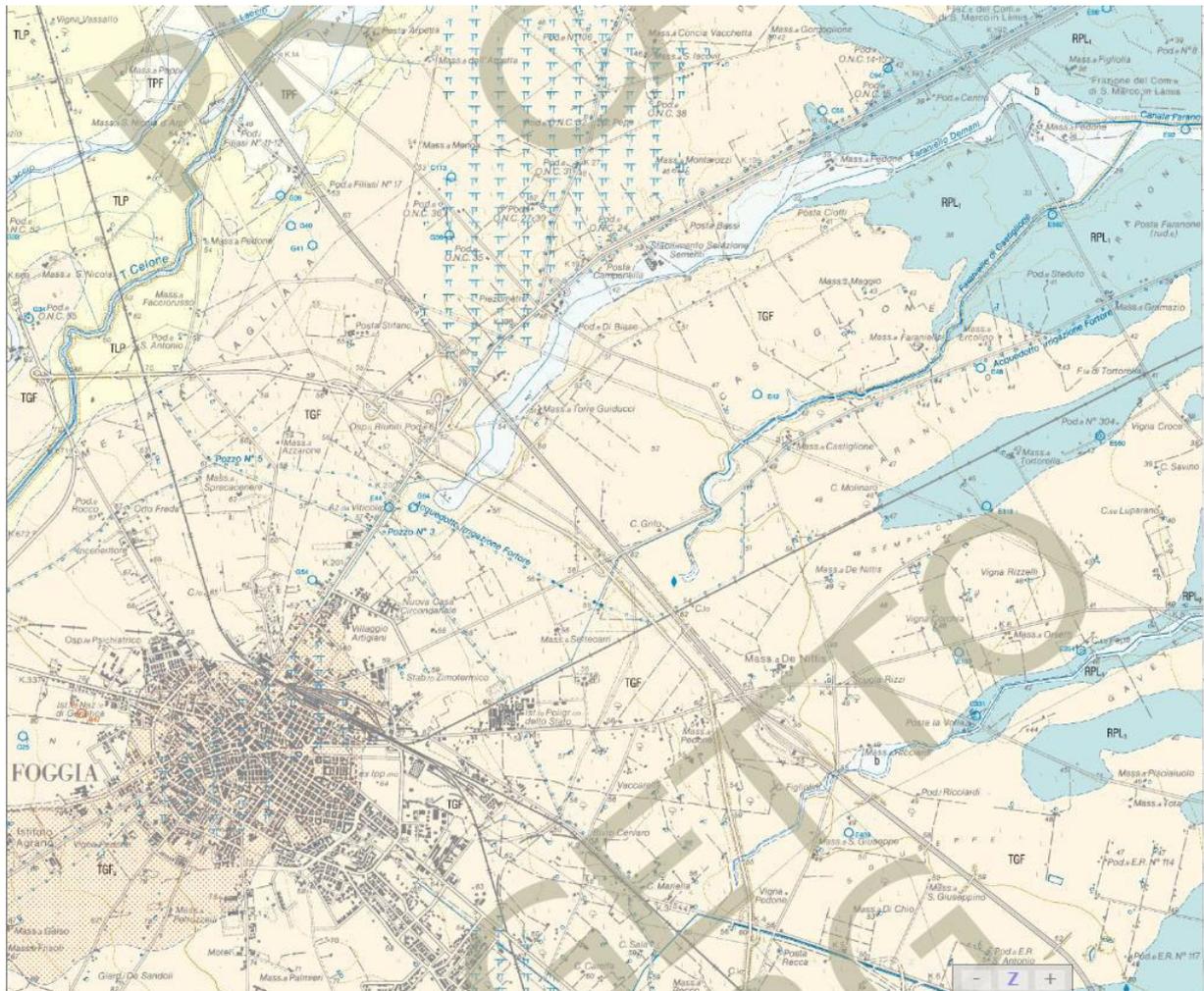
Fig. 1 — Schema geologico del Foglio 164.

1. Serie mesozoica con formazioni di retro-scogliera. Area fortemen
2. Serie mesozoica con litotipi sempre meno influenzati verso est da ganica. Area debolmente sollevata.
3. Calcarei a Briozoi (Miocene).
4. Conglomerati calcarei e conoidi di deiezione (Quaternario).
5. Sedimenti plio-quadernari marini e continentali.



La stratigrafia di massima del sito di studio si caratterizza nella seguente maniera partendo dall'alto verso il basso (lasciando alle indagini di dettaglio la definizione puntuale degli spessori e delle caratteristiche geomeccaniche):

1. Depositi misti terrosi alluvionali (0 – 4m)
2. Ghiaie alluvionali di depositi di trasgressione fluviale (4 – 70m)
3. Limi sabbiosi con matrice calcilutitica (>70 m) sino al raggiungimento della piattaforma carbonatica.



#### TGF SISTEMA DI FOGGIA

Depositi alluvionali terrazzati del V ordine costituiti da silt argillosi sottilmente laminati con intercalazioni di sabbie silteose gradate e laminate (depositi di piena di inondazione). Nel sottosuolo a diverse profondità si rinvencono conglomerati poligenici ed eterometrici in corpi di TGF spessore variabile da circa un metro a circa 5-6 m intercalati a silt argillosi nerastri laminati che contengono a luoghi ciottoli isolati e gasteropodi continentali (TGF). In corrispondenza dell'abitato di Foggia i conglomerati affiorano in una estesa area (TGFa). Depositi di trascinamento e/o di piena calante e piano di esondazione. Poggia 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

Fig. 8: Carta geologica del Foglio 408 in scala 1:50.000

### 4.1 Caratteristiche geologiche di dettaglio

Il quadro lito-stratigrafico che si è ottenuto, è il risultato di coordinamento e correlazione di dati ottenuti dal rilevamento geologico di dettaglio, con i dati di letteratura e con informazioni precedentemente acquisite per zone limitrofe e infine con la campagna di indagini geognostiche e geofisiche atte a ricostruire dettagliatamente le caratteristiche litostratigrafiche e tecniche dei terreni interessati.

Nel territorio in esame, è stata quindi accertata, la presenza di formazioni appartenenti ai *Depositi alluvionali terrazzati*

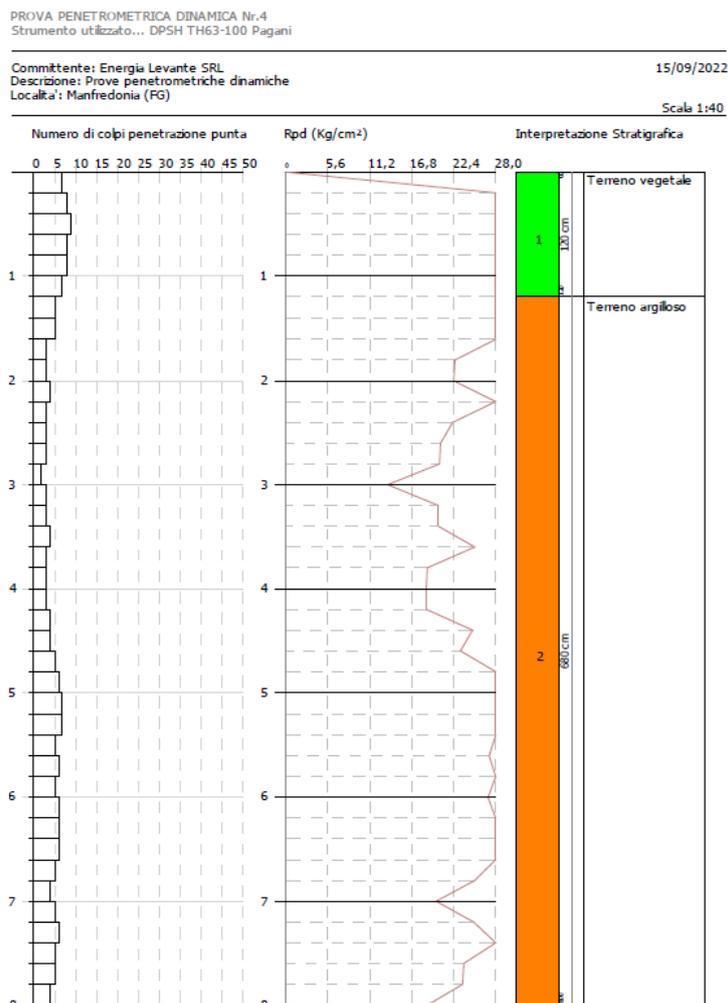
La successione litostratigrafica, è stata ricostruita grazie all'analisi di prospezioni sismiche e sondaggi penetrometrici effettuati nel territorio oggetto di studio.

Le caratteristiche litostratigrafiche risultano simili in tutta l'area di impianto investigata, quindi si può ipotizzare la seguente successione di massima:

- da 0.00 m a  $\approx$  1.00 m *Terreno vegetale*
- da 1.00 m a  $\approx$  8.00 m *Depositi alluvionali*

*I depositi alluvionali presenti sono principalmente costituiti da sabbie limose e sabbie argillose poco addensate.*

*Durante le indagini penetrometriche dirette non è mai stata raggiunta la profondità del bedrock, nel complesso si può considerare un andamento litostratigrafico simile in tutta l'area di impianto anche se si tratta di terreni per natura eterogenei sia lateralmente che verticalmente.*



## 5. Caratteristiche generali dell'acquifero

Il Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (Emergenza Ambientale - n°3184 del 22.03.2002 C.D. Presidente della Regione) suddivide il territorio regionale in una serie di unità idrogeologiche omogenee e precisamente Gargano, Tavoliere, Murgia e Salento.

Il territorio comunale di Foggia appartiene all'Unità Idrogeologica del Tavoliere” **L'unità idrogeologica del Tavoliere** è delimitata inferiormente dal corso del fiume Ofanto, lateralmente dal Mare Adriatico e dall'arco collinare dell'Appennino Dauno, superiormente dal basso corso del fiume Saccione e dal corso del Torrente Candelaro; quest'ultimo la separa dall'unità Garganica.

Gli affioramenti principali sono depositi quaternari in prevalenza in facies alluvionale e lacustre; nelle zone marginali occidentali localmente si rinvengono, in affioramento, argille grigioazzurre della serie pliocenico-calabriana.

In sintesi, si rinvengono in successione i seguenti terreni: un basamento impermeabile costituito da argille azzurre; il ciclo sedimentario plio-calabriano sormontato da sabbie gialle; una seconda serie di argille sabbiose grigioazzurre e sabbie, sempre del Calabriano; infine, rocce conglomeratiche che in molte zone si presentano senza soluzione di continuità con i depositi recenti del Tavoliere.

A tal proposito è bene precisare che nel Tavoliere sono riconoscibili tre sistemi acquiferi principali:

- l'acquifero superficiale, circolante nei depositi sabbioso-conglomeratici marini ed alluvionali pleistocenici;
- l'acquifero profondo, circolante in profondità nei calcari mesozoici nel basamento carbonatico mesozoico, permeabile per fessurazione e carsismo; la circolazione idrica si esplica in pressione e le acque sotterranee sono caratterizzate da un elevato contenuto salino;
- orizzonti acquiferi intermedi, interposti tra i precedenti acquiferi, che si rinvengono nelle lenti sabbiose artesiane contenute all'interno delle argille grigio-azzurre (complesso impermeabile) del ciclo sedimentario plio-pleistocenico.

La falda superficiale circola nei depositi sabbioso-ghiaiosi quaternari, essenzialmente nella parte più pianeggiante della Capitanata; tale falda superficiale ha potenzialità estremamente variabili da zona a zona, anche in base alle modalità del ravvenamento che avviene prevalentemente dove sono presenti in affioramento materiali sabbioso-ghiaiosi.

Il basamento di questo acquifero superficiale è rappresentato dalla formazione impermeabile argillosa di base. La potenza dell'acquifero, costituito da materiale clastico grossolano, risulta variabile tra i 25 ed i 50 m. Si superano i 50 m solo in alcune aree a sud di Foggia e si hanno spessori minori di 25 m nelle zone più interne.

La falda circola generalmente a pelo libero, ma in estese aree prospicienti la costa adriatica ed il finitimo Gargano (basso Tavoliere), la circolazione idrica si esplica in pressione. In tale porzione di territorio, l'acquifero è ricoperto con continuità da depositi argillosolimosi praticamente impermeabili, la cui potenza aumenta progressivamente procedendo verso nord-est e la costa.

Di particolare interesse ai fini del presente studio, risulta l'andamento dello spessore medio dei terreni di copertura sovrastanti l'acquifero.

Nelle aree in cui la falda circola a pelo libero, gli spessori di tali terreni si attestano su valori medi di 5 ÷ 10 m ad esclusione della porzione di territorio limitata approssimativamente dai comuni di Carapelle, Ortona, Orta Nova, Stornara, Stornarella e S. Ferdinando. In tale areale, infatti, lo spessore delle coperture dei terreni impermeabili, sovrastanti l'acquifero, hanno mediamente valori superiori ai 20 m. In una specifica area nei dintorni del Torrente Cervaro, che si spinge a circa 7 ÷ 8 Km dalla costa, gli spessori della copertura sono dell'ordine di circa 10 m. Nella porzione di territorio in cui la falda circola in pressione, gli spessori delle coperture impermeabili risultano generalmente superiori ai 10 m, raggiungendo, in prossimità della costa, valori di oltre 50 m.

Come già accennato la falda profonda, circolante nei calcari di base, stante la notevole profondità a cui sono dislocate le formazioni acquifere, è generalmente interessata da acque ad elevato tenore salino; fanno eccezione le porzioni meridionali dove gli apporti idrici dall'area murgiana e la limitata profondità dei calcari fanno rilevare acque a basso tenore salino intensamente utilizzate prevalentemente a scopi irrigui. Le acque rinvenientesi nei livelli idrici sotterranei individuati in seno agli strati sabbiosi presenti nella formazione delle argille azzurre (di seguito denominato acquifero intermedio del Tavoliere), che in base a datazioni effettuate nell'ambito di indagini eseguite nell'area, risultano avere età superiore ai 12.000 anni, sono comunque utilizzate nel Tavoliere centrale per uso irriguo, ancorché siano spesso inidonee a tale fine.

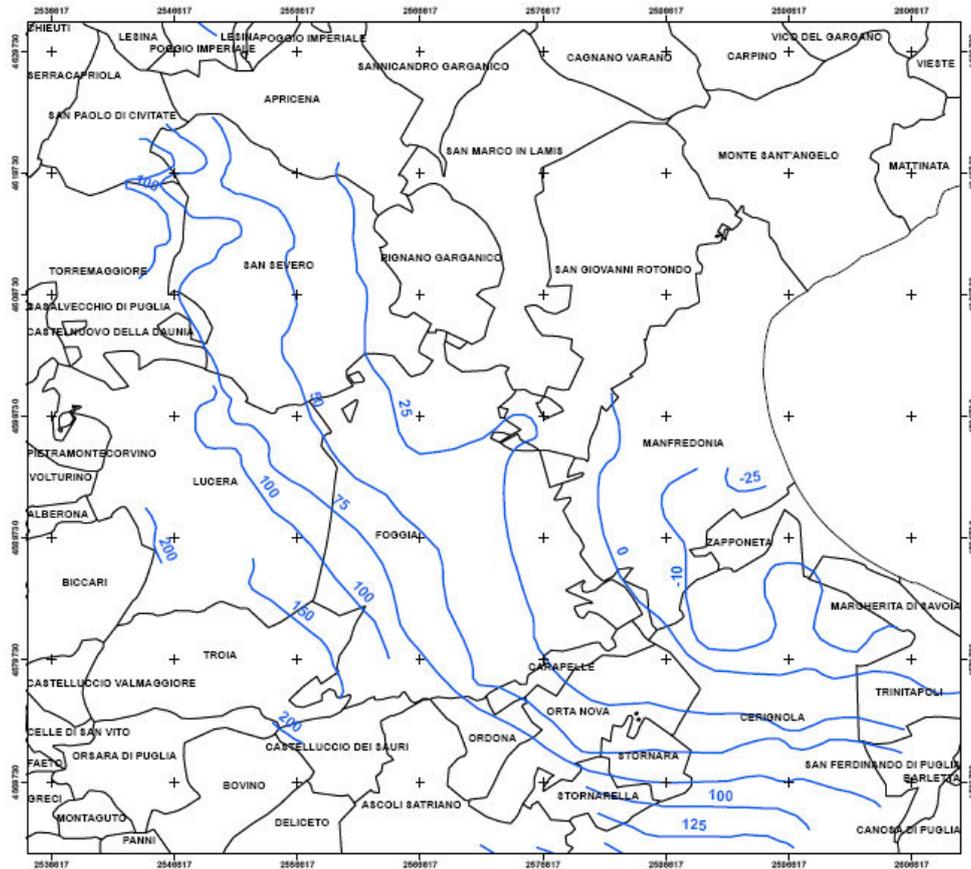


Fig. 9: Distribuzione media dei carichi piezometrici negli acquiferi porosi del Tavoliere

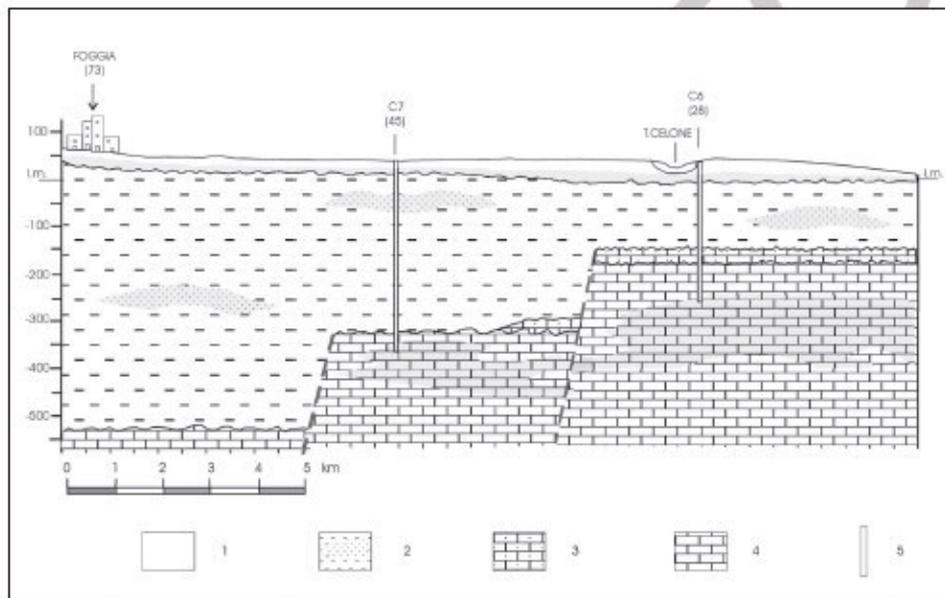


Fig. 14 - Sezione idrogeologica a NE di Foggia, rappresentativa delle condizioni idrogeologiche del Foglio (da MAGGIORE et al., 2005 a).

**Legenda:**

- 1 - Depositi alluvionali attuali (Pleistocene superiore ? - Olocene);
- 2 - Argille subappennine con intercalazioni di corpi sabbiosi (Pliocene superiore-Pleistocene inferiore);
- 3 - Calcareniti e calciruditi (Pliocene - Miocene);
- 4 - Calcari della piattaforma apula (Cretaceo);
- 5 - Pozzo.

Fig. 10: Sezione idrogeologica

Si riscontra dall'analisi della cartografia che l'area oggetto dell'intervento non è inserita in aree a tutela quali – quantitativa, aree interessate da contaminazione salina e zone di protezione speciale idrogeologica.

## **5.1 Componente idrica superficiale**

Tra i bacini regionali assumono rilievo quelli del Candelaro, del Cervaro e del Carapelle, ricadenti in provincia di Foggia, in quanto risultano gli unici per i quali le condizioni geomorfologiche consentono l'esistenza di corsi d'acqua, pure con comportamento idrologico sempre spiccatamente torrentizio. Per questi la rete idrografica, nei tratti del Subappennino, presenta caratteristiche sostanziale omogeneità e naturalità, mentre nelle zone della piana del Tavoliere si evidenzia una talora sensibile modificazione antropica. Nell'area più prossima alla costa, interessata da opere di bonifica, la rete idrografica assume talora carattere di marcata artificialità con molteplici situazioni di scolo meccanico delle acque meteoriche (idrovoce foce Candelaro e Cervaro). La pluviometria media annua sui tre bacini in argomento è dell'ordine dei 620 mm, anche se nell'ultimo quindicennio è risultata inferiore; la piovosità decresce al diminuire della quota e, in generale, spostandosi verso est, partendo da valori anche superiori agli 800 mm sul Subappennino, fino a valori dell'ordine di 450 mm verso la costa adriatica. I rimanenti bacini, con rare eccezioni, interessano prevalentemente terreni di natura calcarea in cui il reticolo idrografico è di tipo fossile e solo in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi si instaura un deflusso superficiale. Con riferimento alla estensione areale dei bacini regionali con sfocio in mare ed endoreici, rispettivamente solo 24 e 7 superano i 100 kmq.

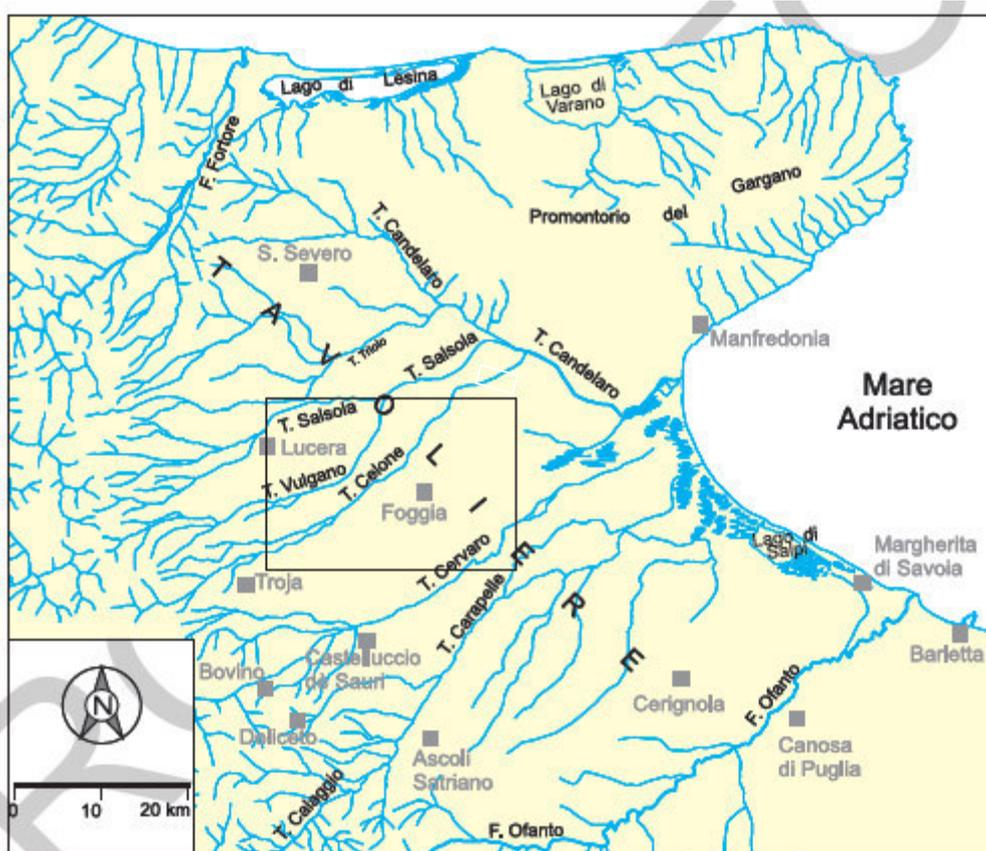


Fig. 2 - Principali elementi idrografici del Tavoliere di Puglia (da "Carta Geologica della Capitanata e delle regioni limitrofe" di B. Lotti, 1882).

Fig. 11: Bacini idrografici e reticolo idrografico superficiale -Quadro di insieme-

## 6. Piano di Assetto Idrogeologico

Il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia (PAI) ha valore di piano territoriale interregionale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico - operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Il PAI della Regione Puglia è composto dai seguenti elaborati:

- relazione generale;
- norme tecniche di attuazione;
- allegati ed elaborati grafici.

Il PAI è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologia necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso. Tali finalità sono realizzate mediante:

- la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del territorio;
- l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di protezione esistenti;
- la definizione degli interventi per la protezione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la definizione di nuovi sistemi di protezione e difesa idrogeologica, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo dell'evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

L'Autorità di Bacino della Regione Puglia, nella redazione del P.A.I. (dicembre 2004), per l'individuazione delle aree soggette ad inondazione ha distinto 3 classi di pericolosità:

<b>Alta</b> probabilità di esondazione	AP	Tr = 30 anni
<b>Media</b> probabilità di esondazione	MP	Tr = 200 anni
<b>Bassa</b> probabilità di esondazione	BP	Tr = 500 anni

Il lavoro svolto dalla Segreteria Tecnica dell'Autorità di Bacino ha permesso di definire, per la componente idraulica superficiale nell'area dell'abitato di Brindisi la portata di piena relativa al dato tempo di ritorno; successivamente, mediante l'impiego di modellazione idraulica (criterio storico, geomorfologico e verifiche sui luoghi) sono state arealmente definite le aree o fasce a diversa pericolosità idraulica (AP, MP, BP).

Come riportato nelle Norme Tecniche di Attuazione del PAI nel tracciamento delle aree si sono distinte le seguenti 4 fasce:

1. la prima fascia è quella relativa all'alveo attivo, interessato dalle portate di magra e di morbida, solitamente frequenti e prive di alcun rischio (AA: alveo attivo);
2. la seconda fascia rappresenta il limite di esondazione della portata con tempo di ritorno di 30 anni (AP);
3. la terza fascia riporta l'inviluppo dei fenomeni di inondazione per la portata duecentennale (MP);
4. la quarta fascia rappresenta il limite raggiungibile nei casi di portata di piena con tempo di ritorno 500 anni (BP).

L'art. 22 "Procedure per l'individuazione del rischio idrogeologico" riporta al comma 1 la definizione di "rischio" definito come l'entità del danno atteso in seguito al verificarsi di un particolare evento calamitoso, in una data area ed in un intervallo di tempo definito.

Il rischio è correlato a:

- pericolosità (P) ovvero alla probabilità di occorrenza dell'evento calamitoso entro un definito arco temporale ed in una zona tale da coinvolgere l'elemento a rischio;
- vulnerabilità (V) intesa come grado di perdita atteso per un certo elemento a rischio o per un gruppo di elementi a rischio al verificarsi dell'evento calamitoso considerato ed è espressa in una scala variabile da zero (nessun danno) a uno (distruzione totale);
- valore esposto (E) ovvero il valore, esprimibile come valore monetario o come quantità di unità esposte, della popolazione, della proprietà e delle attività economiche a rischio in una data area.

In termini analitici, il rischio idrogeologico può essere espresso come il prodotto dei tre fattori suddetti, ovvero:

$$R = P \times V \times E$$

Le tipologie di elementi a rischio (Er) sono definiti dal D.P.C.M. 29 settembre 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-Legge 11 giugno 1998, n. 180" che stabilisce che debbano essere considerati come elementi a rischio innanzitutto l'incolumità delle persone e, inoltre, con carattere di priorità, almeno:

- gli agglomerati urbani comprese le zone di espansione urbanistica;
- le aree su cui insistono insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo, in particolare quelli definiti a rischio ai sensi di legge;
- le infrastrutture a rete e le vie di comunicazione di rilevanza strategica, anche a livello locale;
- il patrimonio ambientale e i beni culturali di interesse rilevante;
- le aree sede di servizi pubblici e privati, di impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive ed infrastrutture primarie.

Il prodotto della vulnerabilità per il valore esposto esprime il grado previsto di perdita di persone e/o beni a seguito di uno specifico evento calamitoso ed è definito come danno (D):

$$D = V \times E$$

Pertanto, il rischio può essere espresso anche come il prodotto della probabilità di accadimento di un evento calamitoso per l'entità del danno da esso derivante:

$$R = P \times D$$

Con riferimento al D.P.C.M. 29 settembre 1998 e' possibile definire quattro classi di rischio, secondo la classificazione di seguito riportata:

- **moderato R1**: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- **medio R2**: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;

- **elevato R3**: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- **molto elevato R4**: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche.

Dalle cartografie Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) – aree a pericolosità di inondazione ed aree a rischio- si evince che **l'area oggetto di studio è parzialmente inserita in aree ad alta pericolosità idraulica ma non risulta ricadere in aree a rischio e a rischio geomorfologico. In particolare gli aerogeneratori non rientrano in aree perimetrate ma solo parte dei cavidotti e le stazioni RTN.**

Inquadramento Area su Carta di Pericolosità Idraulica e Geomorfologica - Scala 1:50.000

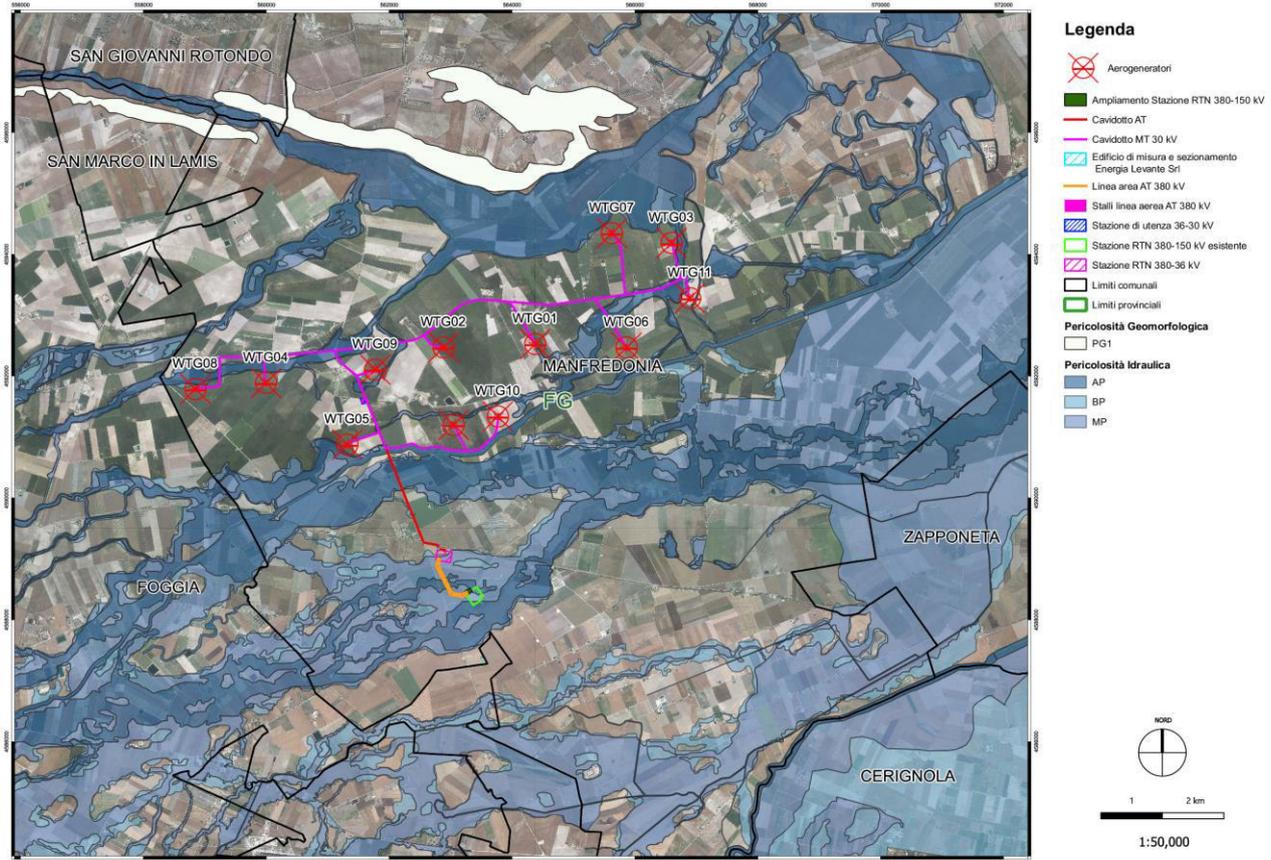




Fig. 12: PAI, aree a pericolosità di inondazione e a rischio su ortofoto e IGM

## 7. Conclusioni

Il sito oggetto di studio è ubicato all'interno del territorio di Manfredonia (FG), precisamente ad est, nord-est dell'abitato di Foggia. L'area di interesse ha un andamento sub-pianeggiante con deboli vergenze verso sud, sud-est dell'ordine del 1%, altimetricamente la zona si attesta tra un massimo di 30 m slm ad ovest e un minimo di 10 m slm nelle zone più ad est dell'impianto di progetto.

*L'area territoriale in cui si colloca il sito interessato dalla realizzazione dell'impianto costituisce geograficamente una vasta piana alluvionale, compresa in un'area di avanfossa ancora più ampia, denominata Tavoliere delle Puglie, ubicata tra il dominio garganico, quello appenninico e quello murgiano. Dalle cartografie riportate si evince che, da un punto di vista geomorfologico locale, il sito oggetto di studio è interposto fra due terrazzi marini e tutta la zona degrada verso il mare.*

*Morfologicamente trattasi di un pianoro a lievissima acclività, verosimilmente corrispondente ad un antico orlo di terrazzo modellato sia dagli agenti atmosferici, che*

*dagli apporti di materiali alluvionali trasportati dal deflusso dei torrenti ovvero da sedimenti adagiati sulle formazioni sedimentarie pleistoceniche marine.*

### *Morfologia*

L'area indagata, rientra nel Foglio 164 tavoletta Foggia, della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, ha un andamento sub-pianeggiante con deboli vergenze verso sud, sud-est dell'ordine del 1%, altimetricamente la zona si attesta tra un massimo di 30 m slm ad ovest e un minimo di 10 m slm nelle zone più ad est dell'impianto di progetto.

Nell'intorno dell'area oggetto di studio esistono dei sistemi di orli di scarpate delimitanti forme semispianate verso nord e numerosi reticoli idrografici ben gerarchizzati con le tipiche forme del modellamento attivo dei corsi d'acqua come le ripe di erosione, *gli impluvi, anche di una certa rilevanza, non si trovano sempre a distanza di sicurezza rispetto alle aree destinate alla realizzazione dell'impianto, non si rilevano altre strutture o criticità idrogeomorfologiche tali da inficiare la realizzazione dell'opera di progetto.*

### *Geologia e Stratigrafia:*

Nel territorio in esame, è stata quindi accertata, la presenza di formazioni appartenenti ai *Depositi alluvionali terrazzati.*

La successione litostratigrafica, è stata ricostruita grazie all'analisi di prospezioni sismiche e sondaggi penetrometrici effettuati nel territorio oggetto di studio.

Le caratteristiche litostratigrafiche risultano simili in tutta l'area di impianto investigata, quindi si può ipotizzare la seguente successione di massima:

- da 0.00 m a  $\approx$  1.00 m *Terreno vegetale*
- da 1.00 m a  $\approx$  8.00 m *Depositi alluvionali*

*I depositi alluvionali presenti sono principalmente costituiti da sabbie limose e sabbie argillose poco addensate.*

Durante le indagini penetrometriche dirette non è mai stata raggiunta la profondità del bedrock, nel complesso si può considerare un andamento litostratigrafico simile in tutta l'area di impianto anche se si tratta di terreni per natura eterogenei sia lateralmente che verticalmente.

#### *Vincolistica*

L'area di impianto non possiede in ogni sua parte la distanza di sicurezza minima rispetto al reticolo idrografico (150 metri).

Si riscontra dall'analisi della cartografia che l'area oggetto dell'intervento non è inserita in aree a tutela quali – quantitativa, aree interessate da contaminazione salina e zone di protezione speciale idrogeologica.

**Dalle cartografie Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) – aree a pericolosità di inondazione ed aree a rischio- si evince che l'area oggetto di studio è parzialmente inserita in aree ad alta pericolosità idraulica ma non risulta ricadere in aree a rischio e a rischio geomorfologico. In particolare gli aerogeneratori non rientrano in aree perimetrate ma solo parte dei cavidotti e le stazioni RTN.**

