

TITOLARE DEL DOCUMENTO:

AREN ELECTRIC POWER S.p.a.

Sede legale e amministrativa: Via Dell'Arrigoni, 308 – 47522 – Cesena (FC)
Codice Fiscale, P. IVA e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di FC: 03803880404

**COMUNE DI CANOSA (BT)
LOCALITA' "LOCONIA"**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI
IMPIANTO EOLICO
"CANOSA"**

REDAZIONE / PROGETTISTA:



**STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA APPLICATA
ALL'INGEGNERIA & ALL'AMBIENTE**
Dott. Antonio RASPATELLI
Via Luca Cicoella, 37 c/o Studio Iannelli
71122 Foggia
Telefax (0881) 747550-Cell. 335/8159449
P.I. 03500240712
e-mail: antonioraspatelli@tiscali.it
Pec: antonioraspatelli@softpec.it

TIMBRO E FIRMA PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDROGEOMORFOLOGICA E SISMICA

CODICE ELABORATO:

CANDT_GENR03201_00

FORMATO:

A4

Nr. EL.:

1

FASE:

PROGETTO DEFINITIVO

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	19/09/22	A. Raspatelli	E. Teodorani	S. Ulivi
01					
02					
03					
04					



studio di geologia tecnica applicata all'ingegneria & all'ambiente dott. antonio raspatelli
via luca cicolella, 37 foggia - Telefax (0881) 747550 - Cell. 335/8159449
e-mail: antonioraspatelli@tiscali.it - antonioraspatelli@softpec.it



**STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA
APPLICATA ALL'INGEGNERIA & ALL'AMBIENTE
Dott. Antonio RASPATELLI**

Via Luca Cicolella, 37 c/o Studio Iannelli - 71122 Foggia
Telefax (0881) 747550- Cell. 335/8159449 - P.I. 03500240712

e-mail: antonioraspatelli@tiscali.it - antonioraspatelli@softpec.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE: SONDAGGI GEOTECNICI E AMBIENTALI, PRELIEVO CAMPIONI, INCLINOMETRI, PIEZOMETRI, PROVE PENETROMETRICHE, DI PERMEABILITA', SCISSOMETRICHE, PROSPEZIONI GEOFISICHE, SISMICHE DOWN HOLE, CROSS HOLE, MASW/SASW, GEOELETTICHE - PROVE DI LABORATORIO - SOTTOFONDAZIONI E CONSOLIDAMENTI: JET GROUTING, TIRANTI, MICROPALI, DRENAGGI - FONDAZIONI SPECIALI: PALI DI FONDAZIONE, PROVE DI CARICO, DIAFRAMMI - INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA E DI SOMMA URGENZA FRANE E SMOTTAMENTI - ASSISTENZA TECNICA CANTIERI - CONSULENZE GEOLOGICO-TECNICHE

FILE: CANOSA 1a EOLICO LOCONIA_AREN SET/OTT.22



****CERTIFICAZIONE ISO 9001:2008
N° -2013/53242.1

NATO A FOGGIA IL 15/09/49 ISCRITTO ALL'ORDINE REGIONALE
DEI GEOLOGI DELLA PUGLIA N°73 DAL 16.09.1977

**REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI BARLETTA-ANDRIA-TRANI
COMUNE DI CANOSA DI PUGLIA**

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO "CANOSA"

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA PRELIMINARE

Committente



AREN Electric Power S.p.A.

Società per Azioni con Unico Socio

Via dell'Arrigoni n. 308 - 47522 Cesena (FC)

Ph. +39 0547 415245 - Fax +39 0547 415274

P.Iva 03803880404

Registro delle Imprese di Forlì Cesena R.E.A. 317048

Progetto

AREA TECNICA - AREN Electric Power S.p.A.

EMAIL info@aren-ep.com

PEC: areaenergiasrl@legalmail.it

Foggia SET/OTT 2022

**IL GEOLOGO
Dott. Antonio RASPATELLI**



NOTE TECNICHE. Iscritto all'Albo dei Geologi della regione Puglia al n°73, dal 16/09/77. ****In attesa rinnovo certificato di sistema di qualità UNI EN ISO 9001:2008, N° 2013/53242.1, settore d'interesse EA 35,28 "Progettazione di prove geotecniche sui terreni e realizzazioni di perforazioni per opere speciali" rilasciato dall'AFNOR CERTIFICATION, allo "STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA APPLICATA ALL'INGEGNERIA & ALL'AMBIENTE Dott. Geol. Antonio RASPATELLI".



1. PREMESSA

La presente relazione espone i risultati dello *studio geologico-tecnico preliminare* riguardante le aree interessate dagli aerogeneratori e delle opere connesse (piazzole di montaggio, strade di accesso alle stesse, cavidotti di centrale e di collegamento alla S.E. Utente), che costituiranno parte del *Progetto per la realizzazione di impianto eolico "Canosa"* ubicato nei Comuni di Canosa di Puglia-BT e di Lavello-PZ, in corso di sviluppo (fig. 1).

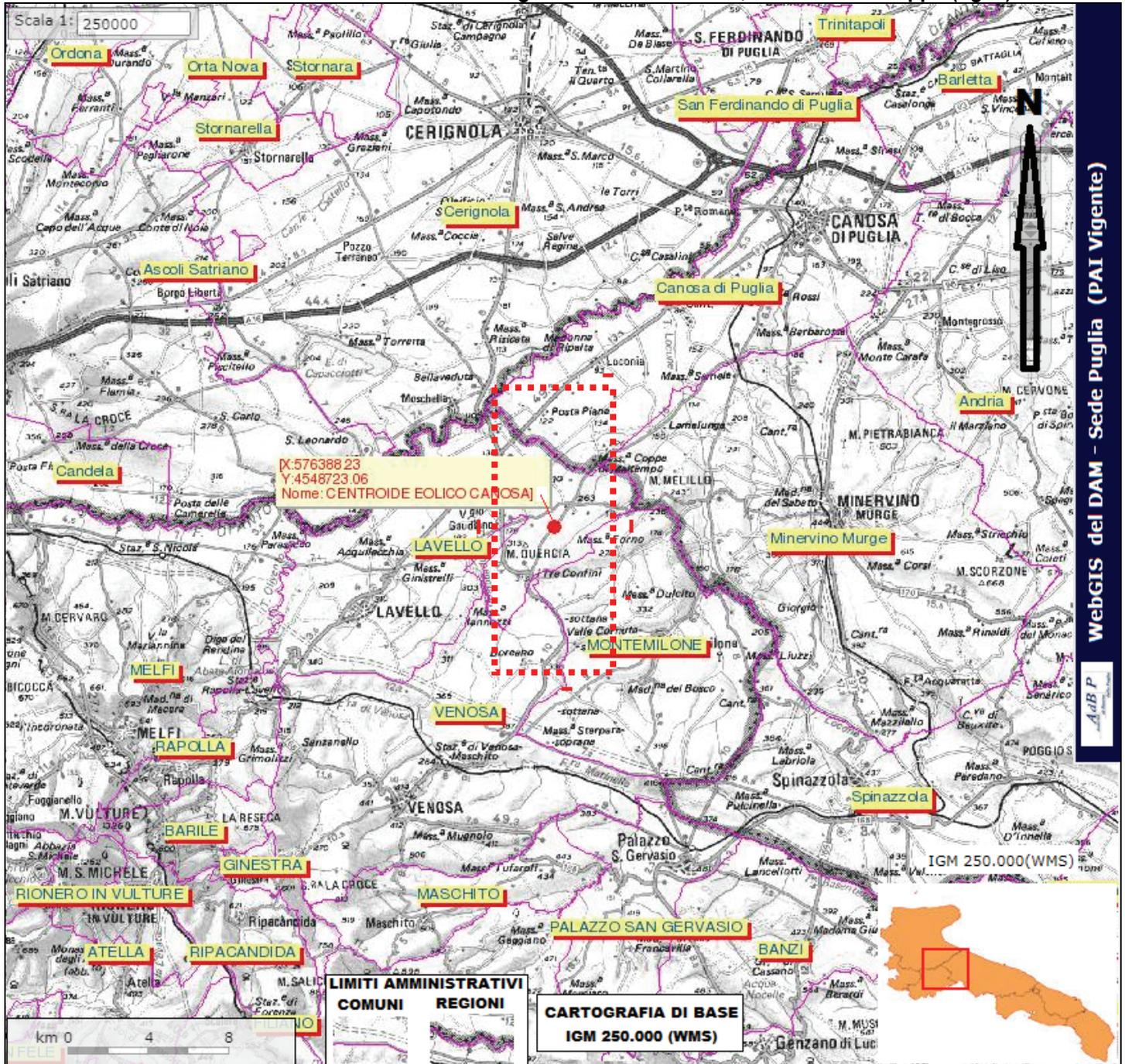


Fig. 1 – Corografia del sito d'intervento (stralcio della Carta d'Italia IGM scala 1:250.000 estrapolato dal WEB GIS del Distretto Appennino Meridionale - Puglia - Piano gestione del rischio alluvioni ⇒ centroide Stazione Eolica "PROGETTO CANOSA").

L'incarico, conferitomi dalla Società *AREN Electric Power S.p.A.* Unipersonale di Cesena-FC (Lettera d'ordine 03/08/22 Rev. 02/2019) è stato portato a termine in conformità alle istruzioni del D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni", sulla scorta dei seguenti "principali" elementi di valutazione geologica e geotecnica:



- ❖ inquadramento geologico dell'area, entro la quale ricade l'intervento in oggetto, per l'acquisizione di tutte le informazioni disponibili in letteratura relative all'ambiente geologico, geomorfologico, idrogeologico e strutturale generale [pericolosità geologica del territorio];
- ❖ rilevamento geologico, di un'area sufficientemente ampia, atto alla definizione dei caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici specifici del sito, con particolare riferimento alla caratterizzazione della natura e del tipo di strutture sedimentarie dei corpi geologici presenti [controllo geo-litologico di dettaglio];
- ❖ riferimenti a *indagini geognostico/geotecniche progressive*, effettuate nelle vicinanze e/o in zona, per la definizione "propedeutica" delle caratteristiche geotecniche e geofisiche del terreno di fondazione dell'opera in oggetto [accertamento litotecnico preventivo].

[Sondaggi geotecnici, prove SPT, eventuale prelievo campioni, analisi e prove di laboratorio geotecnico, installazione di piezometri, prospezioni geofisiche, scavi geognostici, eseguiti nelle vicinanze del sito, oltre a esplorazioni del sottosuolo (pozzi per acqua esistenti in zona).

Nel caso di specie, come da "**Capitolato attività geologiche**" (Cod. Elab. CANDT_GENC00100_00)..... Le indagini sono volte a stabilire le caratteristiche geologiche generali della regione interessata complessivamente dal progetto, oltre che le caratteristiche specifiche del sito, mediante l'acquisizione e lo studio della documentazione disponibile in letteratura, delle indagini geologiche e geofisiche già eseguite in aree prossime a quelli d'indagine. Lo scopo è di compiere una prima valutazione utile alla progettazione delle fondazioni degli aerogeneratori e delle altre opere civili comprese nel progetto eolico. **Tali valutazioni potranno essere integrate nel corso delle successive fasi di sviluppo del progetto, in funzione delle eventuali esigenze e criticità riscontrate.**

L'attività di cui al documento sarà finalizzata alla redazione della Relazione geologica, in base ai contenuti e alle modalità nel seguito descritte.

- Caratteristiche geologiche generali (par.2.2)
- Caratteristiche tettoniche dell'area (par.2.3)
- Caratteristiche geologiche locali (par.2.4)
- Caratteristiche geomorfologiche (par.2.5)
- Eventuali aree soggette a instabilità (par.2.6)
- Sismicità storica e recente (par.2.7)
- Caratterizzazione sismica specifica dei siti (par.2.8)
- Caratterizzazione del suolo di fondazione in ogni sito (par.2.9).

Dimodoché, si è ritenuto opportuno rimandare attività specifiche e puntuali (**proprio in virtù delle eventuali esigenze e criticità che saranno riscontrate preliminarmente**), alla successiva fase esecutiva, avvalendosi, in questa fase preparatoria, di documentazioni disponibili in letteratura, unitamente a indagini geognostiche (geotecniche e geofisiche), già effettuate in siti vicini a quelli relativi all'impianto in oggetto.

Le considerazioni tecniche conclusive, sono state ponderate in funzione della specifica personale conoscenza geologica dell'area e dell'attendibilità dei dati conseguiti, operando con un giusto grado di cautela nella definizione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, basando la scelta dei fattori di sicurezza su elementi riguardanti, sia le proprietà geo-meccaniche delle litologie del sottosuolo (confrontate con le indagini geognostiche e geotecniche eseguite nelle vicinanze), sia la ricorrenza probabilistica degli eventi naturali che interessano particolarmente il sito.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

ART. 89 D.P.R. 380/2001

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario-Norme Tecniche per le Costruzioni.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009-Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale-Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007). D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento

Norme Tecniche per le Costruzioni."

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture-Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica-Parte I: Regole Generali-UNI

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica-Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio-UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica-Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002)-UNI

Leggi Regionali: (Vincolo Idrogeologico- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI)-Pianificazione Territoriale e Urbanistica-Pianificazione territoriale regionale (DRAG)-Pianificazione territoriale provinciale (PTCP)-Pianificazione urbanistica generale comunale (PUG)-Pianificazione urbanistica esecutiva comunale (PUE).

D.M. 11.03.1988

Norme tecniche per le indagini sui terreni e su rocce, stabilità pendii naturali e scarpate, criteri generali e prescrizioni di progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno e delle opere di fondazione.

Vincolo Idrogeologico- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI)-Pianificazione Territoriale e Urbanistica-Pianificazione territoriale regionale (DRAG)-Pianificazione territoriale provinciale (PTCP)-Pianificazione urbanistica generale comunale (PUG)-Pianificazione urbanistica esecutiva comunale (PUE).



3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Come anticipato, l'area preposta per la realizzazione dell'impianto eolico (stazione eolica comprendente quattordici aerogeneratori, relative piazzole di montaggio, strade di accesso alle stesse, cavidotti di centrale...) si trova al confine tra i territori comunali di Canosa di Puglia-BT, Minervino Murge-BT (pertinenti alla Regione Puglia) e il territorio comunale di Lavello-PZ (riguardante la Regione Basilicata).

Precisamente sette torri eoliche (G2, G3, G4, G5, G6, G12 e G13) s'intendono collocarle a sud del Borgo Loconia nel territorio comunale di Canosa (a quote comprese tra 120 e 240 m circa s.l.m.). Le altre sette (G1, G7, G8, G9, G10, G11 e G14) saranno messe nel territorio comunale di Lavello a sud del confine tra le regioni in parola, a quote alquanto diverse, comprese tra 195 e 345 m circa s.l.m. (fig. 2).

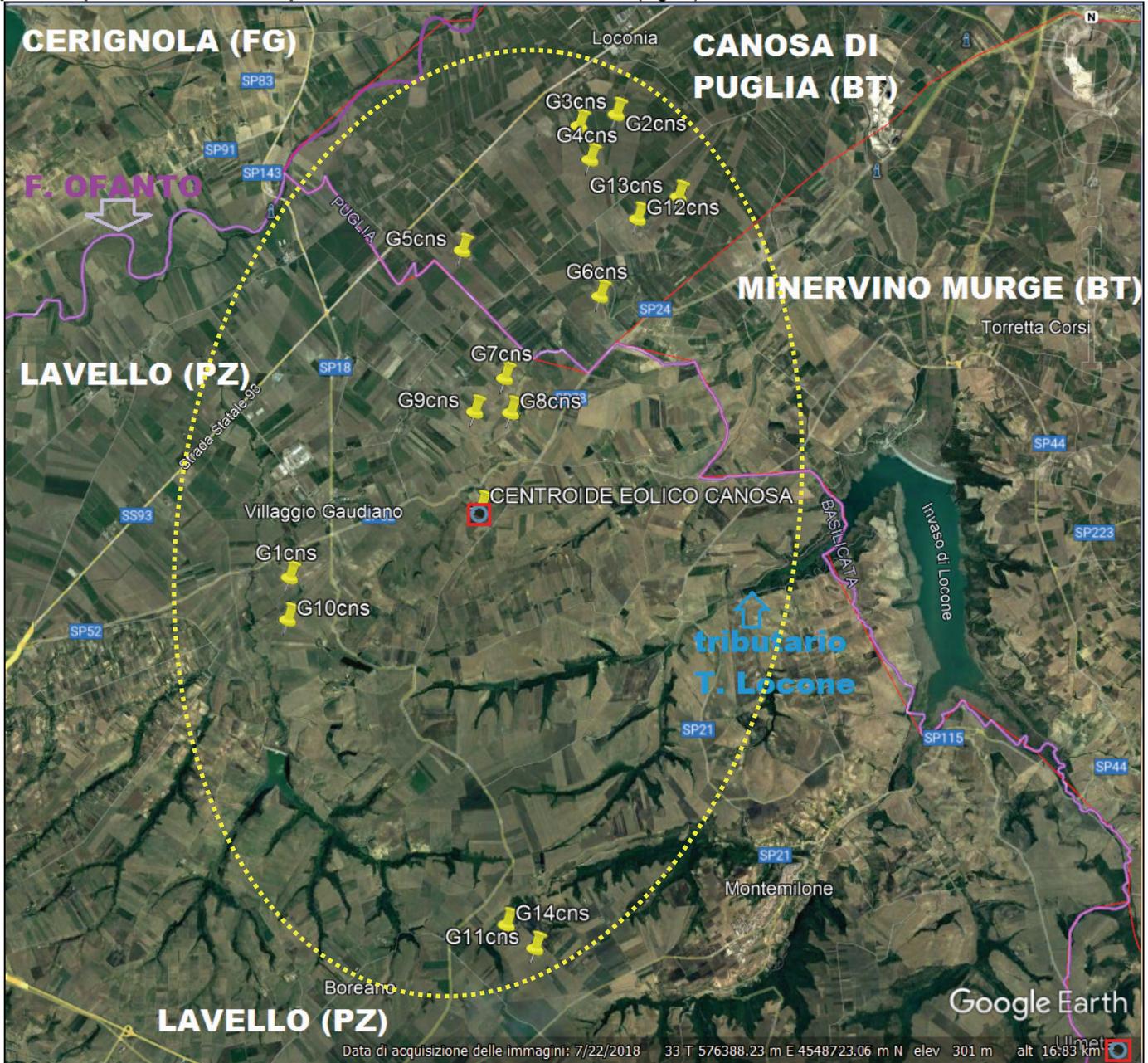


Fig. 2 - Inquadramento sito d'intervento (Ortofoto Google Earth 3D Stazione Eolica con ubicazione delle torri eoliche sulla base delle coordinate fornite dalla Committenza).

<Legenda>		
G1 _{cns}G14 _{cns}	WTG (Wind Turbine Generator _{canosa})	Limite/confine provinciale
	Centroide Stazione eolica	Limite/confine regionale



Nello specifico le **coordinate piane, espresse in metri**, dell'asse degli aerogeneratori WTG (Wind Turbine Generator G1_{cns}...G14_{cns}) nel sistema di riferimento UTM-WGS84-33 [Fuso 33 - Fascia T datum WGS84 (World Geodetic System 1984) proiezione UTM], unitamente alle **coordinate geografiche, espresse in gradi decimali**, [WGS84-G], sono messe in evidenza nella seguente tabella.

AREN Electric Power S.p.A. Cesena (FC) Progetto eolico in corso di sviluppo nel Comune di Canosa di Puglia (BT), in località Loconia					
COORDINATE PIANE in datum WGS84 e sistema UTM (fuso 33) latitudine/longitudine espresse in metri			COORDINATE GEOGRAFICHE in WGS84 latitudine/longitudine espresse in gradi decimali		
UTM- WGS84-33	LONGITUDINE	LATITUDINE	WGS84-G	LONGITUDINE	LATITUDINE
WTG	X (m E)	Y (m N)	WTG	X (gradi E)	Y (gradi N)
<G1>	573161	4547506	G1	15.870903	41.075521
<G2>	578600.21	4555452.16	G2	15.93666	41.146583
<G3>	577972.26	4555247.21	G3	15.929151	41.144798
<G4>	578165.07	4554672.89	G4	15.931376	41.139607
<G5>	576011.50	4553100.45	G5	15.905523	41.125648
<G6>	578353.54	4552322.65	G6	15.933321	41.118420
<G7>	576758.00	4550923.18	G7	15.914143	41.105968
<G8>	576869.59	4550332.23	G8	15.915398	41.100634
<G9>	576257.85	4550349.35	G9	15.908116	41.100846
<G10>	573142	4546791	G10	15.870592	41.069082
<G11>	577380	4541322	G11	15.920343	41.019431
<G12>	578977.35	4553665.39	G12	15.940923	41.130454
<G13>	579666.65	4554051.22	G13	15.949185	41.133861
<G14>	576897	4541713	G14	15.914648	41.022999

Si riportano, altresì, le coordinate del **centroide** dell'impianto eolico talvolta utilizzato per l'ubicazione del sito nella cartografia a grande scala:

- ✓ coordinate piane (UTM-WGS84-33) espresse in metri
33T X / Long=576388.23 m E - Y / Lat=4548723.06 m N
- ✓ coordinate geografiche (WGS84-G) in gradi decimali:
X / Long=15.909466° E - Y / Lat=41.086186° N.

3.1 Geologia

Dal punto di vista **geologico-strutturale** l'area in esame si colloca al margine sud-orientale delle Unità dell'Avanfossa bradanica settentrionale, pertinente al Tavoliere delle Puglie, delimitata dalla media valle del Fiume Ofanto, prospiciente le formazioni calcareo-dolomitiche, che compongono l'altopiano delle Murge, relativi alla piattaforma carbonatica apula.



In effetti, analizzando l'aspetto meramente **paleogeografico** del settore settentrionale dell'impianto, vale a dire delle torri eoliche che rientrano nel territorio regionale pugliese, si distinguono, fondamentalmente, due basilari unità stratigrafiche:

- la **piattaforma apulo-garganica** appartenente al dominio di avampaese, costituita da una successione sedimentaria, di età annovera dal Permiano fino al Miocene;
- la **successione di riempimento della Fossa bradanica** spettate al dominio strutturale di avanfossa, con età annoverata dal Pliocene medio al Pleistocene medio (fig. 3).

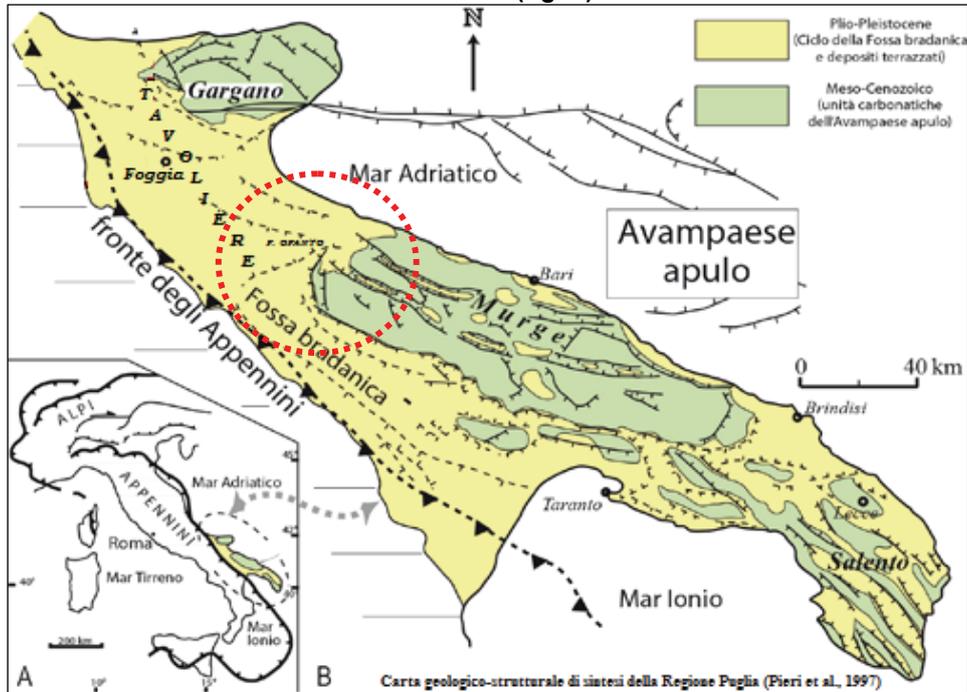


Fig. 3 – Inquadramento geologico-strutturale della porzione settentrionale del sito d'intervento riguardante la Regione Puglia (Pieri e altri, 1997).

In merito alla definizione di **caratteri geologici di riferimento** è stata consultata la cartografia geologica ufficiale disponibile (scala 1:100.000) dalla quale si evince che l'impianto eolico rientra nel F°175 "Cerignola".

Per maggiore chiarezza rappresentativa dell'ambiente geologico, nella stessa figura, è stato riportato anche il contiguo F°176 "Barletta" e, per di più, parte dei FF°187-188 / Melfi-Gravina di Puglia (fig. 4.).

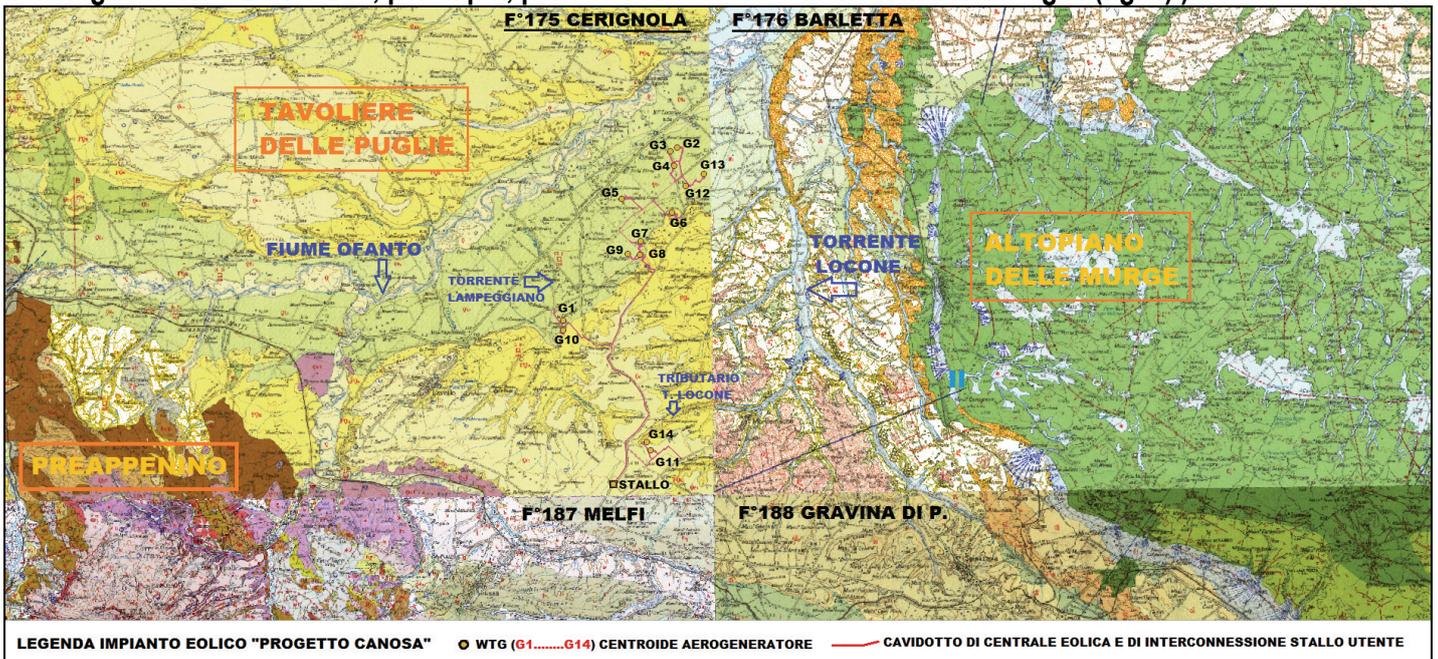


Fig. 4 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO (unione delle Carte geologiche F°175 "Cerignola" & F°176 "Barletta" e parte dei fogli 187 e 188, scala 1:100.000).



La figura 5 espone, in dettaglio, la situazione geologica dell'area dell'impianto eolico proposto, con l'ubicazione delle torri (WTG) e dei cavidotti di centrale, unitamente alla doverosa equiparazione delle formazioni affioranti relative ai F°175 "Cerignola" e F°176 "Barletta" in parola.

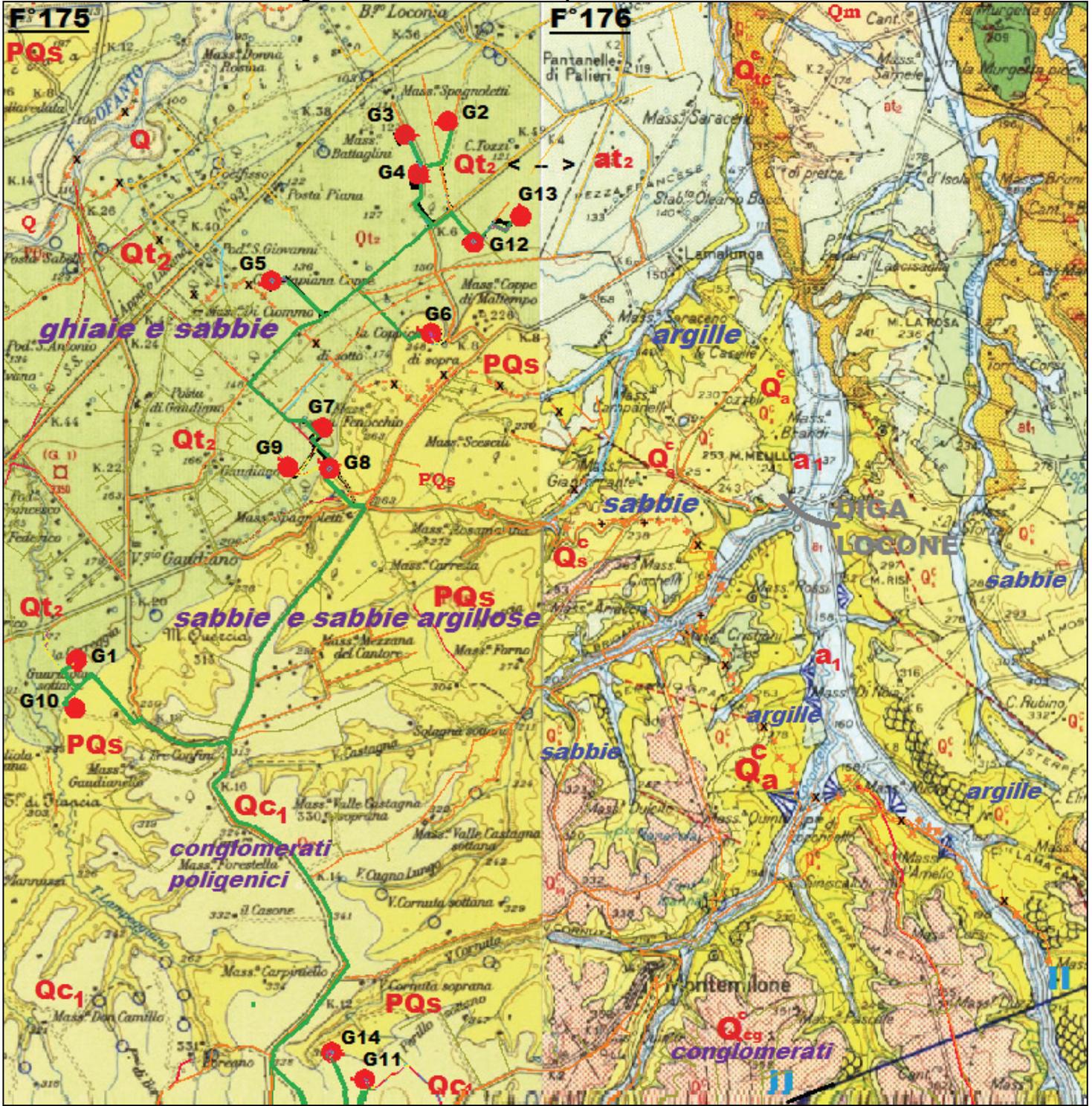


Fig. 5 – Carta geologica di dettaglio (stralcio/ingrandimento/unione dei F°175 "Cerignola" e F°176 "Barletta" scala d'origine 1:100.000.

LEGENDA EQUIPARAZIONE FORMAZIONI GEOLOGICHE AFFIORANTI (F°175 <-> F°176)			
Q = a₁	alluvioni attuali/recenti sabbiose e ciottolose	Qt₂ = at₂	ghiaie e sabbie terrazzi medi
Q_{e1} = Q_{eg}	Conglomerati poligenici	PQ_s = Q_s^c	sabbie e sabbie argillose
	Sorgenti.		Pozzi per ricerca idrocarburi e loro profondità in metri.
	WTG (G1.....G14) CENTROIDE AEROGENERATORE		CAVIDOTTO
	Faglia presunta.		Cave attive.
	LIMITE/CONFINE REGIONALE (PUGLIA/BASILICATA)		



I principali **elementi idrografici** che caratterizzano l'area in esame (nel contesto idrografico generale) sono rappresentati nella seguente fig. 10 estrapolata dalle mappe di inquadramento pubblicate sul web.....PGRA_DAM (Piano Gestione Rischio Alluvioni_Distretto Idrografico Appennino Meridionale).

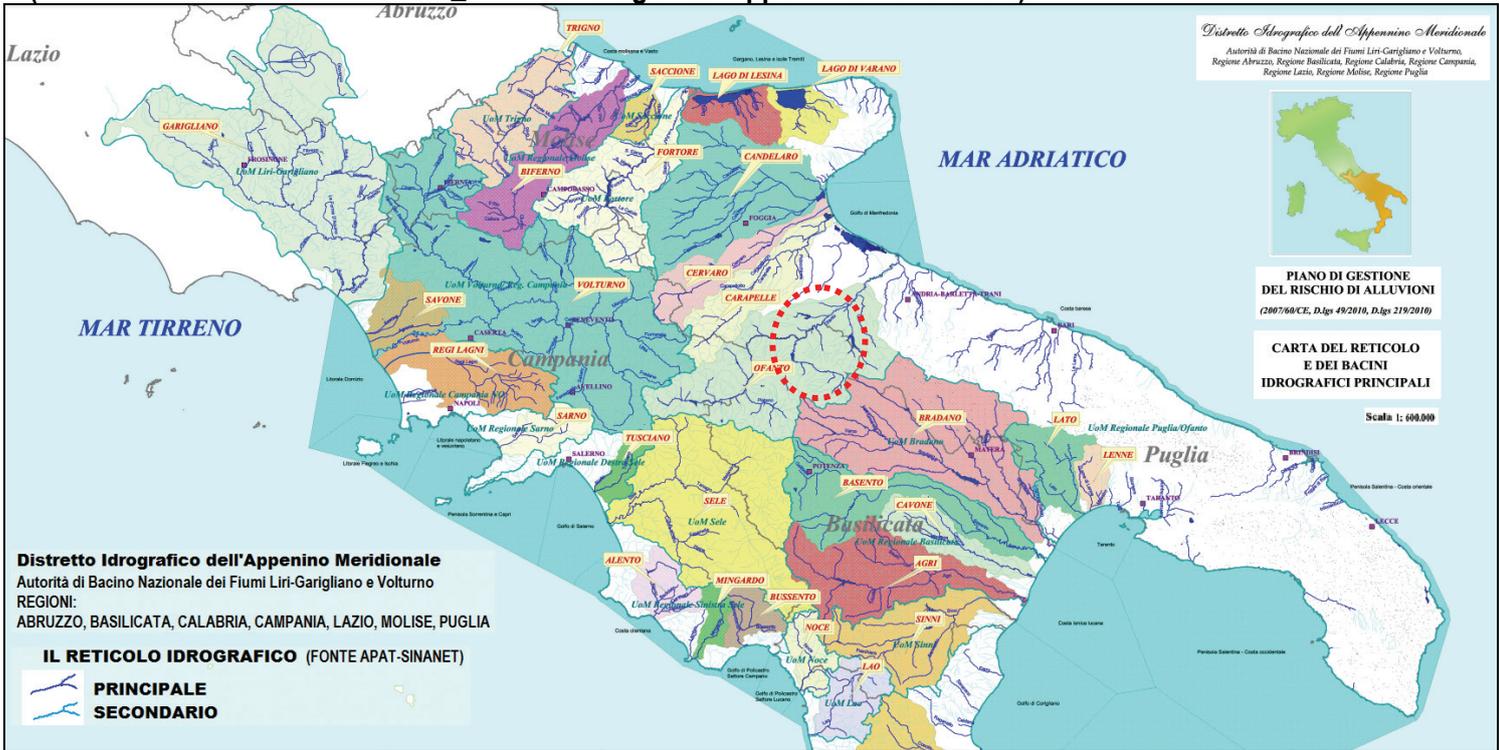


Fig. 10 - Stralcio ingrandimento della "Carta del reticolo e dei bacini idrografici principali" (Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale – Autorità di Bacino Nazionale.....).

3.2.1. Idrografia superficiale

► **Settore nord impianto eolico (Regione PUGLIA).**

Con esplicito riferimento al "Piano Energetico Provinciale BAT" pubblicato sul web (Quadro conoscitivo, parte 1, paragrafo 1.3.5 - Corpi idrici) si evince che.....Il **sistema idrico del territorio provinciale è costituito essenzialmente dal Fiume Ofanto, avente rilevante importanza paesaggistica e naturalistica (fig. 11 estrapolata dalla fig. 21 del Piano).**

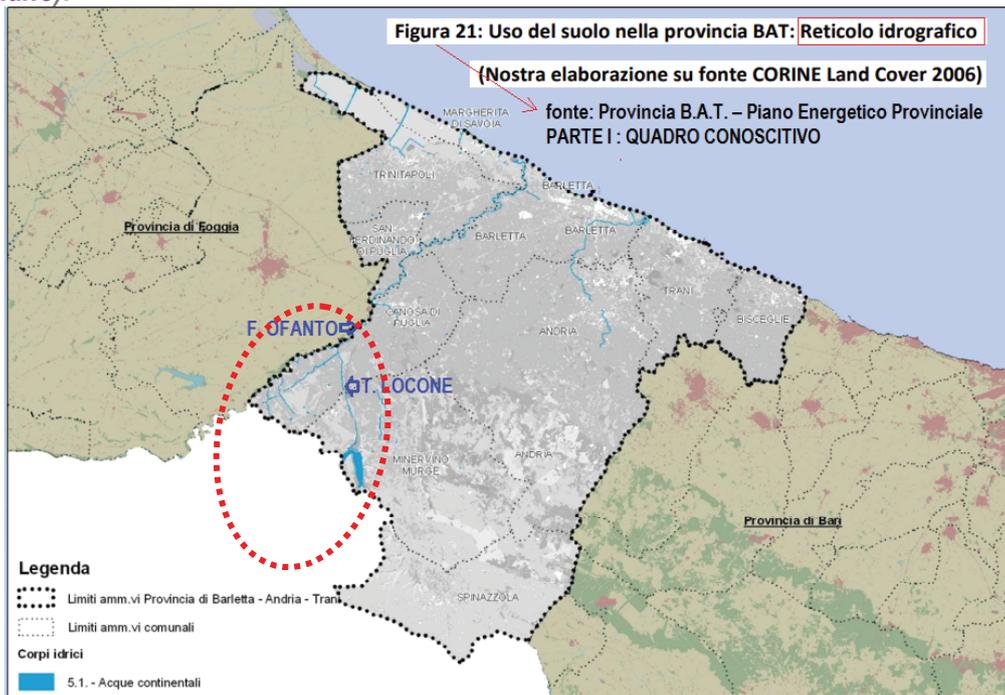


Fig. 11 – Reticolo idrografico settore nord dell'impianto (da Piano Energetico Provinciale BAT) [(Quadro conoscitivo, parte 1) par. 1.3.5 - Corpi idrici, fig. 21 della pubblicazione].



Il fiume Ofanto è un corso pluviale a tutti gli effetti che scorre lungo quasi tutti i comuni del Nord Barese che ricadono nella provincia BAT, in particolare Canosa di P., Minervino, Spinazzola, Barletta, San Ferdinando, Trinitapoli e Margherita di Savoia. Allo scopo di tutelare l'habitat naturale delle specie marine, avicole e vegetali dalla diffusione di eventuali coltivazioni intensive che andrebbero a sfruttare il terreno circostante particolarmente fertile è stato recentemente costituito il Parco Regionale dell'Ofanto (fig. 12 estrapolata dalla fig. 23 del Piano). Il reticolo idrografico del fiume Ofanto è caratterizzato da bacini di alimentazione di notevole estensione, dell'ordine di alcune migliaia di chilometri quadrati, e comprende settori altimetrici di territorio che variano da quello montuoso a quello di pianura, anche al di fuori del territorio regionale. Nei tratti montani invece, i reticoli denotano un elevato livello di organizzazione gerarchica, in particolare nei tratti medio-vallivi l'asta principale diventa preponderante. Il regime idrologico è tipicamente torrentizio, in altre parole caratterizzato da prolungati periodi di magra a cui si associano brevi ma intensi eventi di piena, soprattutto nel periodo autunno-invernale. Ai fini della definizione del regime idraulico è importante evidenziare 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.

Nel corso della sua storia si sono succedute importanti e numerose opere di sistemazione idraulica e di bonifica a volte con effetti contrastanti: estesi tratti del corso d'acqua presentano un elevato grado di artificialità, sia nel tracciato che nella geometria delle sezioni, che in molti casi, soprattutto nel tratto che corre lungo valle, risultano arginate.

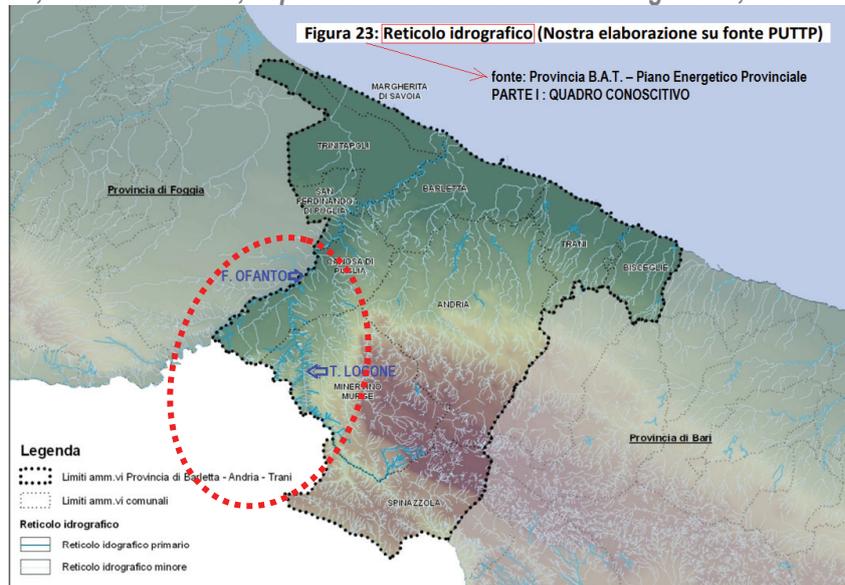


Fig. 12 – Reticolo idrografico settore nord impianto (da Piano Energetico Provinciale BAT” [(Quadro conoscitivo, parte 1) par. 1.3.5 - Corpi idrici, fig. 23], della pubblicazione).

La realizzazione di nuove opere di regolazioni e sistemazioni idrauliche dei corsi d'acqua, non adeguatamente progettate sulla base di appositi studi idrologici ed idraulici, ha comportato l'insorgere di criticità nel territorio ofantino generando un aggravamento della dinamica fluviale ed una compromissione della naturalità dei territori limitrofi.

Le stesse occupazioni agricole ai fini produttivi di estese superfici, sorte in stretta prossimità dei corsi d'acqua per le favorevoli condizioni del terreno particolarmente fertile, hanno contribuito a ridurre ulteriormente la naturalità delle aree di pertinenza fluviale.

In corrispondenza della foce del fiume si sono inoltre verificati fenomeni di erosione costiera probabilmente a causa della riduzione del trasporto solido del fiume, a causa della realizzazione di numerosi invasi lungo il suo corso finalizzati alla regolazione ed utilizzazione delle affluenze.

Il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale, conferisce all'ambito territoriale del fiume Ofanto una particolare valenza ecologica ripartita su diversi livelli: dalla più bassa caratterizzata dai terrazzi marini ricadenti nei territori comunali di Canosa e Barletta, San Ferdinando e Trinitapoli coltivati principalmente ad uliveti e vigneti in cui la presenza antropica ha fortemente limitato gli elementi di naturalità, alla più alta caratterizzata dalle aree alluvionali dell'alveo fluviale per la presenza significativa di vegetazione naturale soprattutto igrofila e biotopi.

Nella fattispecie il territorio riguardante il settore settentrionale dell'impianto eolico, ricadente nella Regione Puglia, è sostanzialmente contraddistinto da superfici sub-pianeggianti, incise da plurimi "interfluvi" aventi geometrie piuttosto simili, parecchio differenti dal reticolo idrografico pertinente al T. Locone.

Il paesaggio presenta modesti modellamenti fluviali, con corsi d'acqua quasi del tutto rettilinei, che costeggiano in maggior parte i bordi di strade e di tratturi interpoderali, caratteristici di canali di bonifica, confluenti a NO nei tributari (in destra orografica) dell'Ofanto (fig. 13).

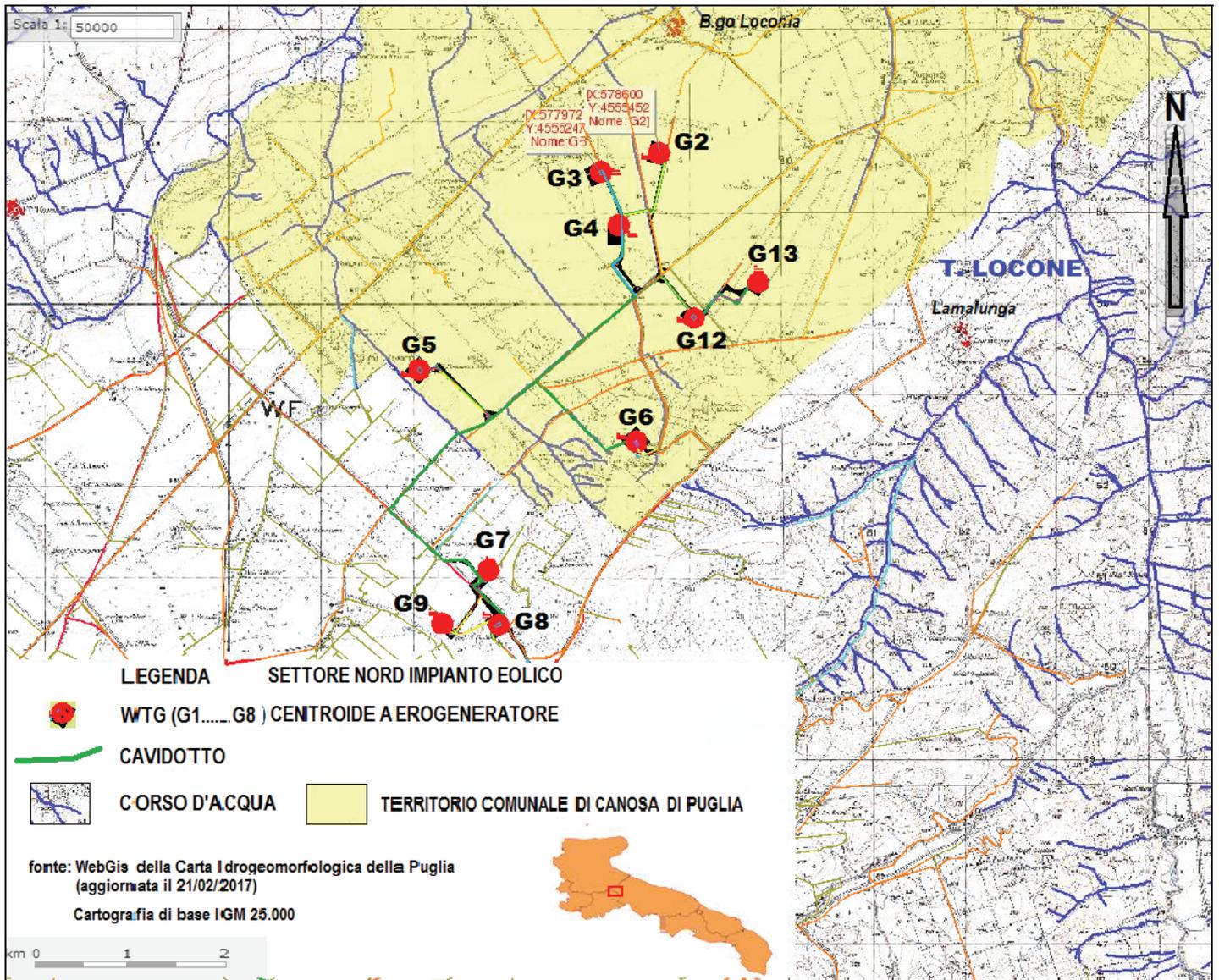


Fig. 13 – Reticolo idrografico dell'area riguardante il settore nord dell'impianto [(stralcio/ingrandimento I.G.M. scala 1:50.000 su base al 25.000).].

Brevi note integrative idrografia superficiale torrente Locone (da <https://www.terreapulia.it/wp-content/uploads/2019/08/8.pdf>).

Dal punto di vista morfologico il torrente Locone costituisce uno dei più importanti affluenti di destra dell'Ofanto sia per l'estensione del bacino che per il suo sviluppo vallivo. L'alto bacino idrografico è superficialmente impostato sulle formazioni lapidee calcareo-dolomitiche delle Murge e sui depositi clastici del ciclo bradanico. Il medio e basso bacino, invece, è condizionato quasi esclusivamente dalla presenza di questi ultimi. Il Locone scorre al margine nord-occidentale delle Murge bordandole perimetralmente dapprima con direzione NW-SE e quindi nel suo medio e basso corso con direzione N-S. Incidono in tutto il suo sviluppo i sedimenti clastici di riempimento della fossa bradanica, rappresentati principalmente da argille e sabbie e subordinatamente da conglomerati e calcareniti. Nella zona d'origine l'esiguo spessore dei sedimenti clastici, poggianti trasgressivamente sul basamento calcareo-dolomitico mesozoico, o l'affiorare di quest'ultimo determina, sulla destra orografica, un reticolo idrografico tributario molto scarso, discontinuo e poco inciso. Nel medio e basso corso il profilo vallivo presenta un fondo alveo pianeggiante, via via sempre più ampio, e delle sommità collinari anch'esse appiattite e raccordate da fianchi notevolmente addolciti.

► **Settore sud impianto eolico (Regione BASILICATA).**

Nel distretto meridionale dell'impianto eolico, ricadente nella Regione Basilicata, il modellamento è contrassegnato da corsi d'acqua, che attraversano ancora superfici sub-pianeggianti come nella zona della media valle del T. Lampeggiano (versante est afferente le torri G1 e G10). Mentre più a sud i reticoli idrografici sono piuttosto ramificati con preminente deflusso delle aste fluviali principali, verso E/NE (tributari del T. Locone);

Si evidenzia che il luogo, riguardante le torri G14 e G11, è interessato da certuni rami secondari di un tributario in sinistra orografica del T. Locone, corso d'acqua con preminente deflusso dell'asta fluviale principale verso nord (fig. 14).

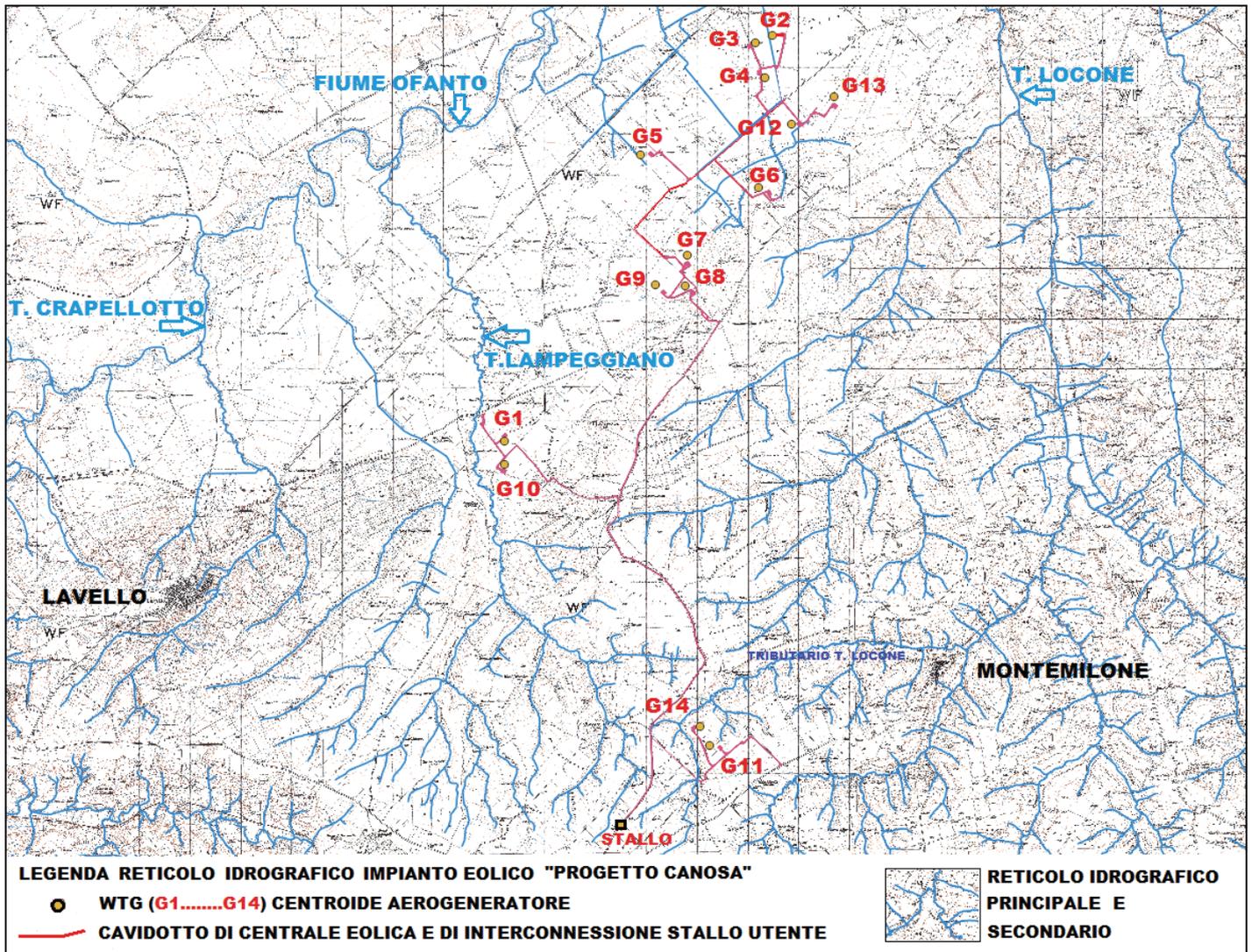


Fig. 14 – Reticolo idrografico area in esame riguardante entrambi i settori, nord e sud dell'impianto eolico [stralcio/ingrandimento I.G.M. scala 1:50.000 (su base al 25.000)].

Questi corsi d'acqua, così come i canali, che attraversano la zona in parola, sono sostanzialmente caratterizzati da regime idraulico di tipo torrentizio, con deflussi di piena stagionali (autunno-inverno) e da ordinario drenaggio della falda idrica superficiale contenuta nei terreni prevalentemente sabbioso-ghiaiosi. Gli alvei sono quasi tutti localmente contraddistinti da fenomeni di erosione incanalata.

Note di riferimento. Allo stato attuale, con le prime forti precipitazioni autunnali non si vengono a determinare deflussi idrici di particolare rilievo, tanto che gli alvei restano, quasi privi d'acqua, talora persino fino a dicembre. Nei periodi piovosi invernali, anche se per breve durata, si possono determinare comunque inaspettate piene con portate e coefficienti di deflusso alquanto elevati, quando i terreni dei bacini imbriferi sono portati a saturazione dalle precipitazioni liquide e solide. Il reticolo idrografico alquanto ramificato rivela, nel complesso, una fase di maturità. I corsi d'acqua (che interessano le aree limitrofe) attivi soprattutto nella stagione invernale, presentano normalmente un profilo delle valli a forma di "V" molto ampia, dai fianchi alti e poco inclinati. Lo scorrimento delle acque superficiali è rallentato dalle deboli pendenze. Generalmente i bacini idrografici sono caratterizzati da portate di tipo torrentizio, abbondanti nei mesi di novembre, dicembre, gennaio, molto esigue in quelli estivi (giugno-agosto). La piovosità media annua è dell'ordine di 535 mm.

3.2.2. Circolazione idrica sotterranea

L'area in esame, che fa parte dell'Unità Idrogeologica delle Murge (contigua all'Unità Idrogeologica del Tavoliere), si trova nel distretto denominato Fossa Premurgiana, area depressa che si estende a sud della Valle dell'Ofanto (fino alla Piana di Metaponto) caratterizzata, nella porzione collinare, da rilievi a tetto piatto, da estese superfici pianeggianti disposte a gradinata.

La porzione orientale della fossa, prospiciente la scarpata delle Murge Alte, ricade nel territorio pugliese ed è attraversata dal Torrente Locone.

Poiché il territorio esaminato si trova a "cavallo" tra l'altopiano delle Murge e il Tavoliere si è ritenuto opportuno riportare i caratteri salienti di entrambe le unità idrogeologiche coesistenti (fig. 15).

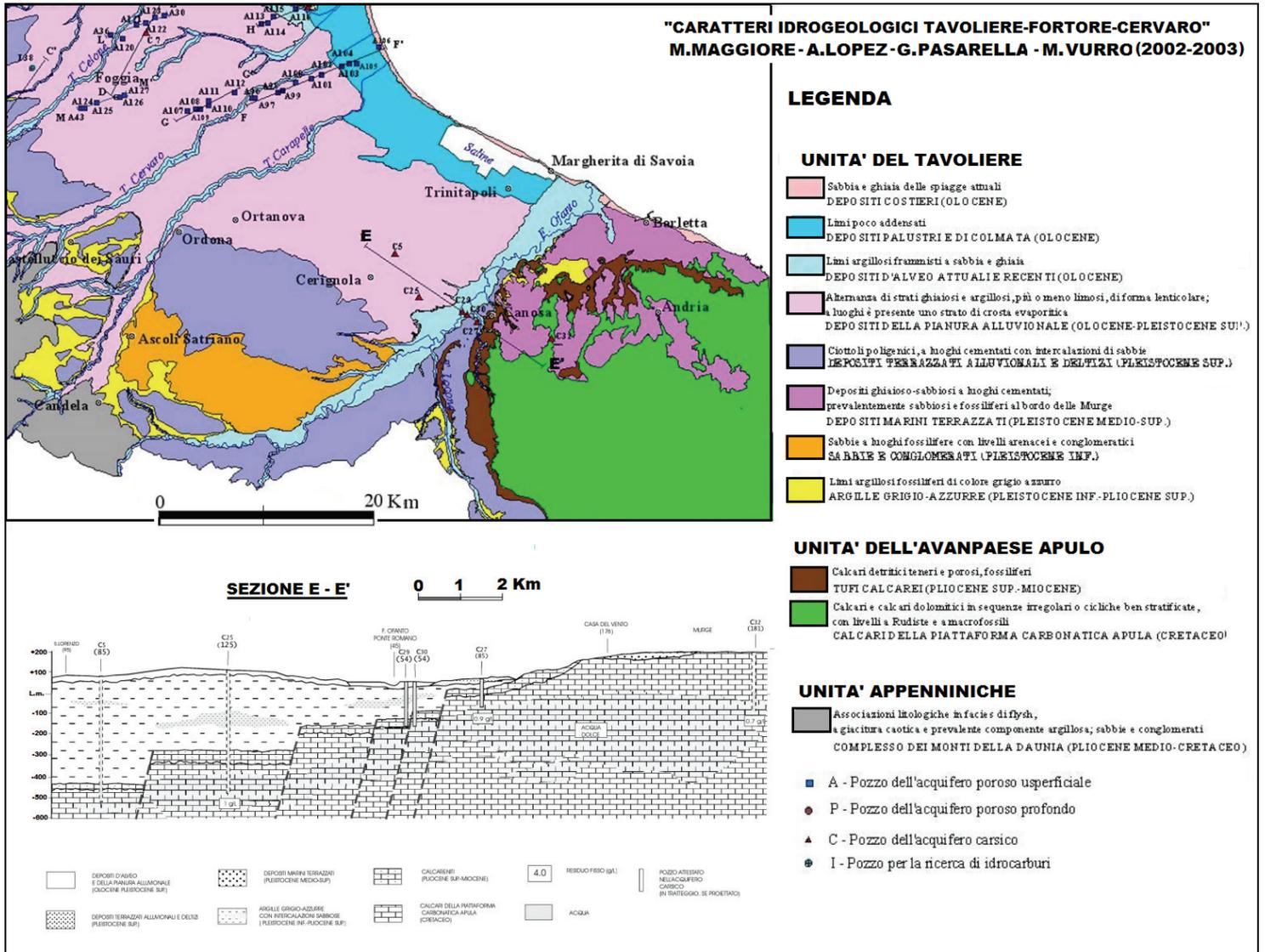


Fig. 15 - Caratteri idrogeologici del sito [stralcio/ingrandimento tratto dalla Carta dei caratteri idrogeologici Tavoliere-Fortore-Cervaro (M. Maggiore e altri 2002-2003)].

► 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 Torrente Candelaro, quest'ultimo la separa dall'unità Garganica. Semplificando, dall'alto verso il basso, la successione stratigrafica dei terreni può essere definita come segue.

- ✓ Rocce conglomeratiche (che in molte zone si presentano senza soluzione di continuità con i depositi recenti del Tavoliere).
 - ✓ Seconda serie di argille sabbiose grigio-azzurre e sabbie del Calabriano.
 - ✓ Ciclo sedimentario plio-calabriano sormontato da sabbie gialle.
 - ✓ Basamento impermeabile costituito da argille azzurre.
- Riguardo alle *caratteristiche idrostrutturali* del Tavoliere s'identificano **tre unità acquifere** principali (fig. 16).
- ⚡ **Acquifero poroso superficiale**, la cui falda ha sede nei livelli sabbioso-ghiaiosi dei depositi marini e alluvionali del Pleistocene superiore - Olocene.
 - ⚡ **Acquifero poroso profondo**, situato in corrispondenza delle lenti sabbiose intercalate alle argille plio-pleistoceniche.
 - ⚡ **Acquifero fessurato-carsico profondo**, posizionato in corrispondenza del substrato carbonatico pre-pleiocenico.

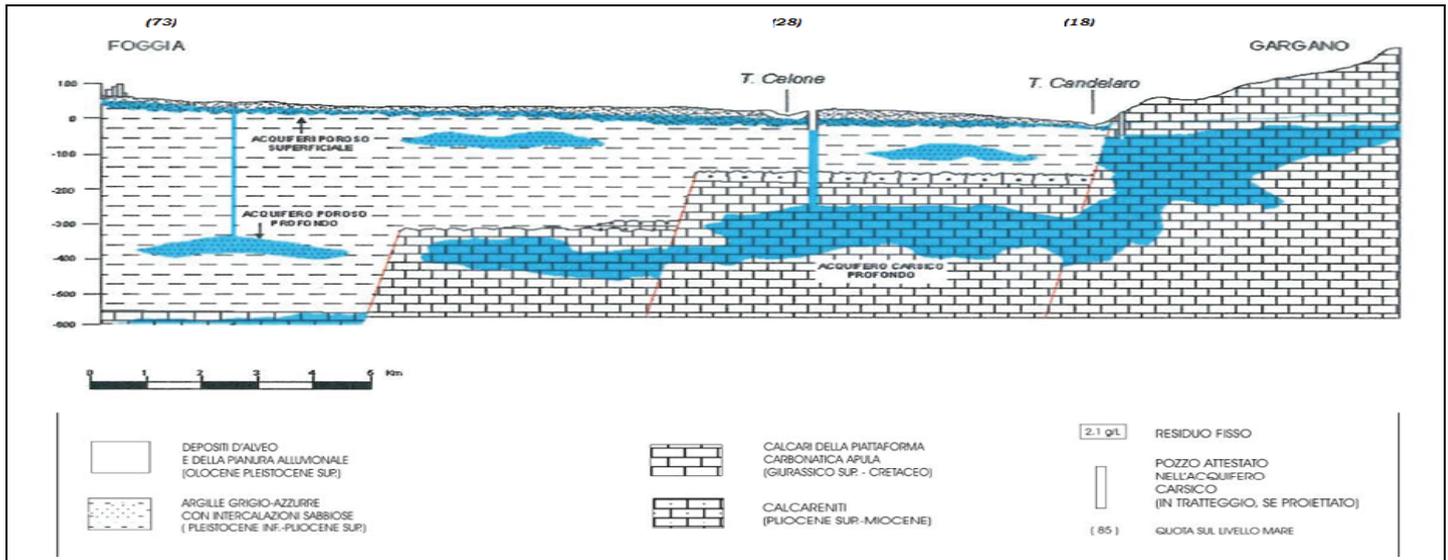


Fig. 16 - Sezione schematica del Tavoliere (Michele Maggiore et alii - Caratteri idrostrutturali del Tavoliere di Puglia ed elaborazione carta geolitologica a finalità idrogeologiche. Geologi e Territorio n. 2/2004).

Note integrative acquifero del Tavoliere. >Acquifero poroso superficiale. Si forma nella porzione più superficiale del sottosuolo negli estesi depositi marini e alluvionali quaternari, che ricoprono con continuità le argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche. La falda idrica si rinviene a modeste profondità dal piano campagna, variabili da zona a zona e può essere ripartita su più livelli. Trattasi di un acquifero articolato, costituito da alternanze irregolari di strati ghiaiosi, sabbiosi, argillosi e argilloso-limosi con diverso grado di permeabilità. La configurazione lenticolare, consente in ogni caso l'interconnessione idraulica tra i vari livelli acquiferi, per cui i caratteri della circolazione idrica sono riferibili a un'unica falda, molto eterogenea, frazionata su più livelli. L'acquifero è sostenuto dalle argille grigio-azzurre impermeabili di base e la potenza dello stesso è variabile tra i 25 e 50 m, talora superiore, solo nelle aree più interne si riscontrano valori inferiori a 25 m. Studi di carattere idrogeologico indicano che la morfologia della superficie piezometrica del territorio è notevolmente influenzata da quella del substrato. Generalmente si evidenzia che i corpi sedimentari a granulometria più grossolana (di maggiore permeabilità) prevalgono nelle aree di alta pianura e, man mano verso la costa, la presenza d'intercalazioni argilloso-limose (scarsamente permeabili) aumenta sia come spessore sia in frequenza. Cosicché nella fascia pedemontana la falda circola liberamente, mentre, nella parte mediana e bassa è in pressione, in condizioni di artesiane. La particolare configurazione litostratigrafica è tale che le zone di maggiore alimentazione sono quelle dove affioramento i depositi più grossolani, adatti ad assorbire e immagazzinare buona parte delle acque meteoriche, destinandole alla circolazione idrica sotterranea. Lo spessore complessivo di questi terreni, è piuttosto esiguo in corrispondenza del lembo appenninico, aumenta sensibilmente verso est, raggiungendo i 50 m nella zona mediana della pianura e, a luoghi, i 100 m vicino il litorale adriatico. La superficie piezometrica si rinviene a circa 250 m s.l.m. nelle zone più interne e degrada fino alla costa con gradienti compresi tra 0,15% e 0,25%. La risalienza e la soggiacenza della falda idrica aumentano di norma man mano che si procede verso la costa dove la qualità dell'acqua risente degli effetti dell'intrusione marina. La produttività dell'acquifero varia sensibilmente da zona a zona. La maggiore resa dei pozzi (quindi le maggiori portate specifiche 1-3 l/s) oltre che dalle condizioni di alimentazione, è strettamente dipendente dallo spessore, dalle caratteristiche granulometriche degli strati acquiferi e dalla configurazione della superficie di fondo della falda, realizzandosi nelle locali depressioni del substrato argilloso. Circa le modalità di alimentazione dell'acquifero, considerevole è l'apporto idrico derivante dai corsi d'acqua (T. Cervaro, T. Carapelle e F. Candelaro) che attraversano il Tavoliere e sfociano nel litorale adriatico. >Acquifero poroso profondo. L'acquifero poroso profondo, plio-pleistocenico, è situato in corrispondenza degli strati sabbioso-limosi e localmente ghiaiosi intercalati alla successione argillosa dell'Avanfossa. I livelli acquiferi sono rappresentati da corpi discontinui di forma lenticolare, dello spessore di pochi metri, alternati a strati argillosi impermeabili spessi anche alcune decine di metri. La falda è in pressione ovunque e di solito presenta forti caratteri di artesianità. Le reali caratteristiche di questo sistema acquifero sono poco conosciute, soprattutto riguardo alla geometria e distribuzione spaziale dei corpi acquiferi, alla connessione idraulica tra i diversi livelli e con le altre falde del Tavoliere, alle modalità di alimentazione e di deflusso. I livelli utilizzati, captati di norma per uso irriguo, sono localizzati a profondità variabili tra 150 m e 500 m dal p.c.; nei livelli sabbiosi più profondi la possibilità di rinvenimento di acque dolci utilizzabili è fortemente condizionata dall'esistenza di acque connate, associate ad accumuli d'idrocarburi. Le stesse acque estratte dai pozzi presentano caratteri chimici peculiari e la loro fuoriuscita in superficie è spesso accompagnata da un forte odore di H₂S.



La produttività dei livelli idrici è molto diversa da luogo a luogo con portate variabili da circa 1-2 l/s fino a circa 20 l/s. Le depressioni che si determinano sono nel complesso contenute. Tale produttività varia molto nel tempo, diminuendo rapidamente dall'inizio dell'esercizio del pozzo. In qualche caso si registra il completo esaurimento locale della falda, mentre in altri sembra verificarsi il ripristino delle condizioni di produttività iniziali, dopo un periodo di riposo corrispondente alla stagione umida. >Acquifero fessurato-carsico profondo. Dal Candelaro, procedendo verso ovest, l'acquifero carbonatico mesozoico del Gargano è ribassato a gradinata da sistemi di faglie dirette, a direzione appenninica e antiappenninica, che originano nel substrato un'articolata struttura a Horst e Graben. L'interesse pratico per questo acquifero è limitato alle zone, dove il substrato è situato a profondità inferiori a qualche centinaio di metri, quali si riscontrano nella fascia pedegarganica del Tavoliere. Questa limitazione è giustificata dal fatto che procedendo verso la parte mediana dell'Avanfossa, con la profondità del substrato aumenta notevolmente il contenuto salino delle acque che passano da valori tipici di acque di origine meteorica, più o meno contaminate dagli apporti marini, a valori e chimismo caratteristici delle acque connate associate ai giacimenti di idrocarburi. Le acque di falda circolano nelle rocce carbonatiche del substrato e sono confinate sotto la successione argillosa o di livelli poco fratturati delle stesse rocce calcaree. La circolazione idrica risente delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero, variabili da zona a zona in funzione del grado di fessurazione e carsismo della roccia. Le modalità di deflusso della falda sono anche influenzate dalla presenza delle numerose faglie del substrato che determinano direttrici di deflusso preferenziali. La penetrazione del mare verso l'entroterra è maggiore in corrispondenza della parte della fascia pedegarganica che si sviluppa verso il Golfo di Manfredonia. Lo sprofondamento tettonico ha determinato il ciclo sedimentario marino plio-pleistocenico completo, che ha colmato la fossa (corrispondente al Tavoliere), di sedimenti prevalentemente argillosi. Nella fase regressiva del ciclo si sono sedimentati, sopra la potente coltre argillosa, depositi sabbiosi e conglomeratici sui quali si sono in seguito depositati sedimenti continentali, costituiti da argille, sabbie e conglomerati alluvionali, dei quali oggi sono rinvenibili in affioramento lembi residui dal processo di erosione continentale. Nell'ambito della potente formazione argillosa sono osservabili variazioni laterali e verticali di facies verso termini sabbiosilimosi. A luoghi, in alcuni sondaggi, sono stati rinvenuti anche livelli ricchi di materia organica. Il basamento calcareo dolomitico del mesozoico, che costituisce l'ossatura fondamentale del Tavoliere, ha prevalentemente una struttura a Horst e Graben, originata da un sistema di faglie appenniniche, parallele a quella marginale del Gargano.

Le principali differenze tra le unità acquifere descritte risiedono nei caratteri della circolazione idrica sotterranea e nelle caratteristiche chimiche delle acque, legate a un diverso grado di mescolamento di tre componenti fondamentali: *acque di origine meteorica, acque salate di intrusione marina e acque connate* (fig. 17).

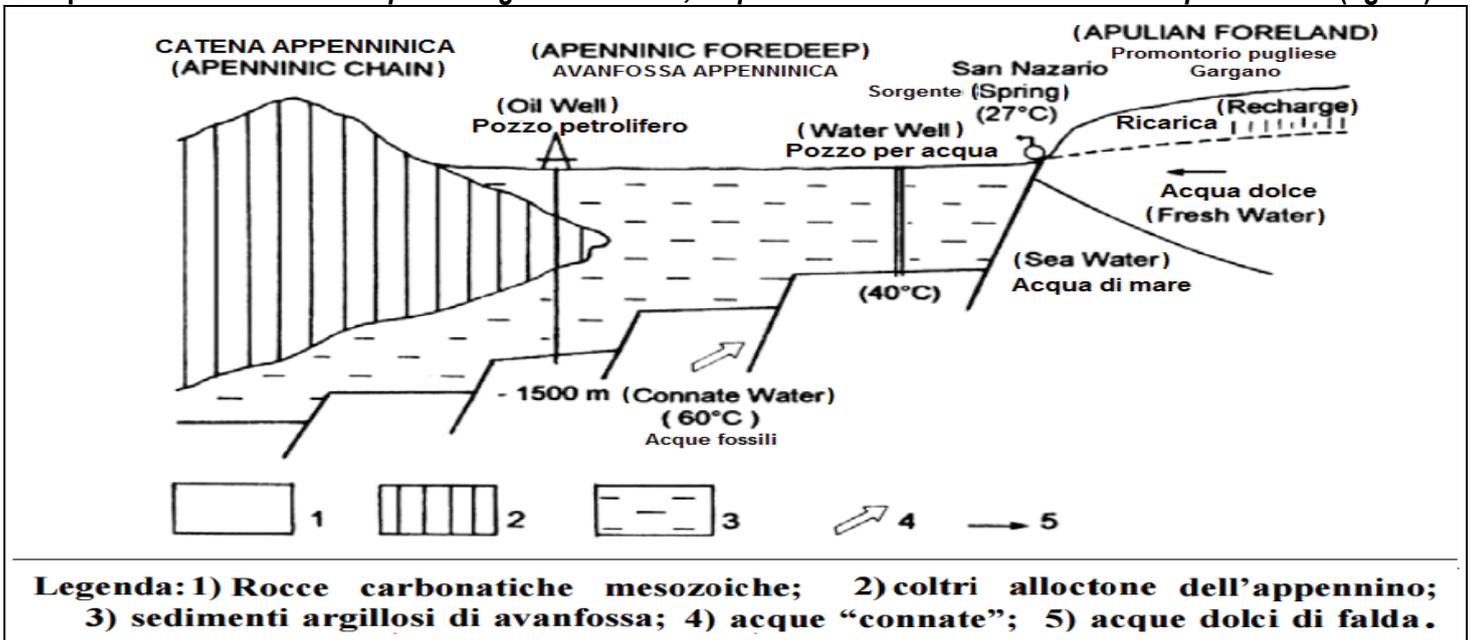


Fig. 17 - Sezione idrogeologica schematica mostrante il meccanismo di risalita delle acque calde dell'acquifero carsico del Tavoliere (Maggiore e Pagliarulo, 2003).

► **Unità Idrogeologica delle Murge**

In merito alle **caratteristiche della falda idrica murgiana** si evidenzia che questa interessa prevalentemente **ammassi rocciosi** calcareo-dolomitici mesozoici della Piattaforma apula, permeabili per fratturazione e carsismo, spesso in connessione idraulica con la circolazione idrica profonda, naturalmente condizionata dalle conformazioni stratigrafico-strutturali e dalla locale "intensità" del carsismo che ne determina la permeabilità.



Alle zone dove la **permeabilità per fratturazione e carsismo** è viva, si associano luoghi in cui la considerevole "compattezza" delle rocce (ammassi rocciosi massivi) determina condizioni di intrinseca impermeabilità.

La **circolazione** dell'acqua avviene essenzialmente nei giunti di stratificazione e nelle fratture ed è fortemente condizionata dalla loro densità volumetrica e soprattutto dal chimismo (dissoluzione).

L'**alimentazione** della falda si concreta nelle zone più elevate interne, a circa 40-50 Km dalla costa, dove le acque meteoriche sono immediatamente drenate dalle strutture carsiche superficiali (inghiottitoi, fore, fossi, doline...) e defluiscono in mare, con emergenza all'incirca in corrispondenza la linea di costa (livello di base della circolazione idrica sotterranea) in direzione perpendicolare alla stessa.

L'**acquifero** in parola è, in certe circostanze, confinato al tetto da materiale praticamente impermeabile e alla base da ammassi rocciosi massivi con permeabilità relativamente bassa, per cui la circolazione idrica sotterranea si evolve in pressione e su più livelli, anche a notevole profondità al di sotto del livello mare, con carichi idraulici variabili, comunque relativamente alti (30 ÷ 50 m s.l.m.).

Si sottolinea che nella porzione superficiale del sottosuolo, laddove la permeabilità per fessurazione e carsismo è di piuttosto irregolare, la falda si rinviene frazionata su più livelli, talora di modesta entità, con **carichi idraulici** e di moti sotterranei assai diversi. In linea generale i **carichi piezometrici** massimi si rilevano nelle aree interne dell'altopiano delle Murge (200 m circa s.l.m.) e le cadenti piezometriche di deflusso verso la costa sono dell'ordine 2-8‰.

Diversamente dalle aree interessate dai terrazzi alluvionali quaternari e/o da terreni prevalentemente argillosi, nelle **aree palesemente carsiche**, lo scorrimento idrico superficiale è poco sviluppato e solo in concomitanza di eventi piovosi eccezionali le acque percorrono copiosamente le incisioni vallive ("lame") incanalando nelle stesse notevoli quantità.

Note integrative circolazione idrica sotterranea.

Tratte da Ispra ambiente (Memorie descrittive della carta geologica d'Italia <https://www.isprambiente.gov.it/>)..... Caratteri della circolazione idrica sotterranea, in prossimità dell'area della faglia dell'Ofanto, condizionati dal particolare sistema geostrutturale locale del sottosuolo.....(par. 14.2.2 - La faglia dell'Ofanto)

I calcari cretacei del Tavoliere sprofondano determinando un graben allungato in direzione SO-NE in corrispondenza della Faglia dell'Ofanto, che è sede anche di una gradonatura di direzione NO-SE, immergentesi verso l'Appennino. I dati idrogeologici disponibili indicano che in quest'area del Tavoliere è possibile rinvenire acque dolci nei calcari cretacei profondi, a differenza di quanto osservato in corrispondenza della Faglia del Candelaro. Ciò è coerente con le profondità inferiori del tetto dei calcari nelle porzioni costiere di questo territorio e con le notevoli altezze piezometriche della falda profonda dell'acquifero murgiano. A monte di Canosa è infatti possibile rilevare altezze piezometriche dell'ordine di 30 m s.l.m. (tav. 4 f.t.; fig. 14.8 della pubblicazione), decisamente superiori a quelle che caratterizzano la circolazione idrica nell'acquifero carsico del Gargano in prossimità della Faglia del Candelaro. Alcune perforazioni eseguite in prossimità della Faglia dell'Ofanto hanno indicato delle profondità di rinvenimento del tetto dei calcari sotto il livello mare dell'ordine dei 100÷150 m, nelle zone costiere in sinistra Ofanto, e dei 150÷300 m nelle zone più interne (vedi susseguenti figg. 17 e 18 estrapolate dalle figg. 14.8 e 14.9 della pubblicazione). In prossimità di San Ferdinando e Trinitapoli (fig. 14.8 pubblicazione) è possibile misurare carichi piezometrici della falda profonda dell'ordine dei 7÷10 m s.l.m., sicché, in accordo alla relazione di Ghyben-Herzberg, è prevista la presenza di acqua dolce a profondità dell'ordine di 230÷330 m sotto il livello del mare, dunque superiori rispetto alla profondità del tetto dei calcari (ZORZI & REINA, 1956). Procedendo verso il Tavoliere il tetto dei calcari si approfondisce secondo un sistema di horst e graben, che però è poco documentato. Nel passaggio dagli affioramenti carbonatici della Murgia ai calcari sepolti sotto i sedimenti clastici del Tavoliere, non si verificano soluzioni di continuità nella circolazione idrica sotterranea. Le acque aventi sede nelle due strutture della stessa piattaforma, infatti, sembrano appartenere a un unico e indifferenziato corpo idrico, la cui connessione idraulica pare non risentire in alcun modo della presenza del sistema di faglie antiappenniniche dell'Ofanto e dei depositi di colmamento (GRASSI et alii, 1986), così come indicato dalla regolare configurazione delle isopieziche (fig. 14.8 pubblicazione). Queste denotano, inoltre, un'infiltrazione diretta dalla Murgia al Tavoliere, ossia un deflusso proprio dell'acquifero murgiano. Alcune considerazioni circa gli scambi idrici tra la Murgia e il Tavoliere possono essere formulate non solo con riferimento alla falda profonda, ma anche alla falda superficiale del Tavoliere, le cui isopieziche sono riportate in figura 14.8 assieme all'andamento delle isobate del tetto della formazione delle Argille grigio-azzurre. In particolare, le isopieziche della falda superficiale ricalcano abbastanza fedelmente l'andamento del substrato impermeabile il quale, di fatto, inibisce la connessione idraulica fra gli affioramenti carbonatici della piattaforma murgiana ed i depositi alluvionali del Tavoliere. Il tetto delle Argille grigio-azzurre in prossimità della Faglia dell'Ofanto è, infatti, situato a quote maggiori rispetto a quelle ove si svolge la circolazione idrica sotterranea nei due acquiferi, ossia quello superficiale del Tavoliere e quello carsico della Murgia (figg. 14.8 e 14.9 pubblicazione). Dall'analisi delle isopieziche della falda profonda è possibile rilevare l'esistenza di uno spartiacque idrogeologico sotterraneo, che divide il flusso che si sviluppa a occidente di Canosa e si dirige verso la costa, da quello che invece impegna la porzione più occidentale dell'area, partendo dalla zona a Sud di Cerignola. Il chimismo delle acque di falda contenute nell'acquifero carsico profondo del Tavoliere in prossimità della Faglia dell'Ofanto è profondamente condizionato dal fenomeno dell'intrusione marina (fig. 14.10 della pubblicazione).



AREA IDROGEOLOGICA DEL TAVOLIERE DI FOGGIA (da GRASSI et alii, 1992).

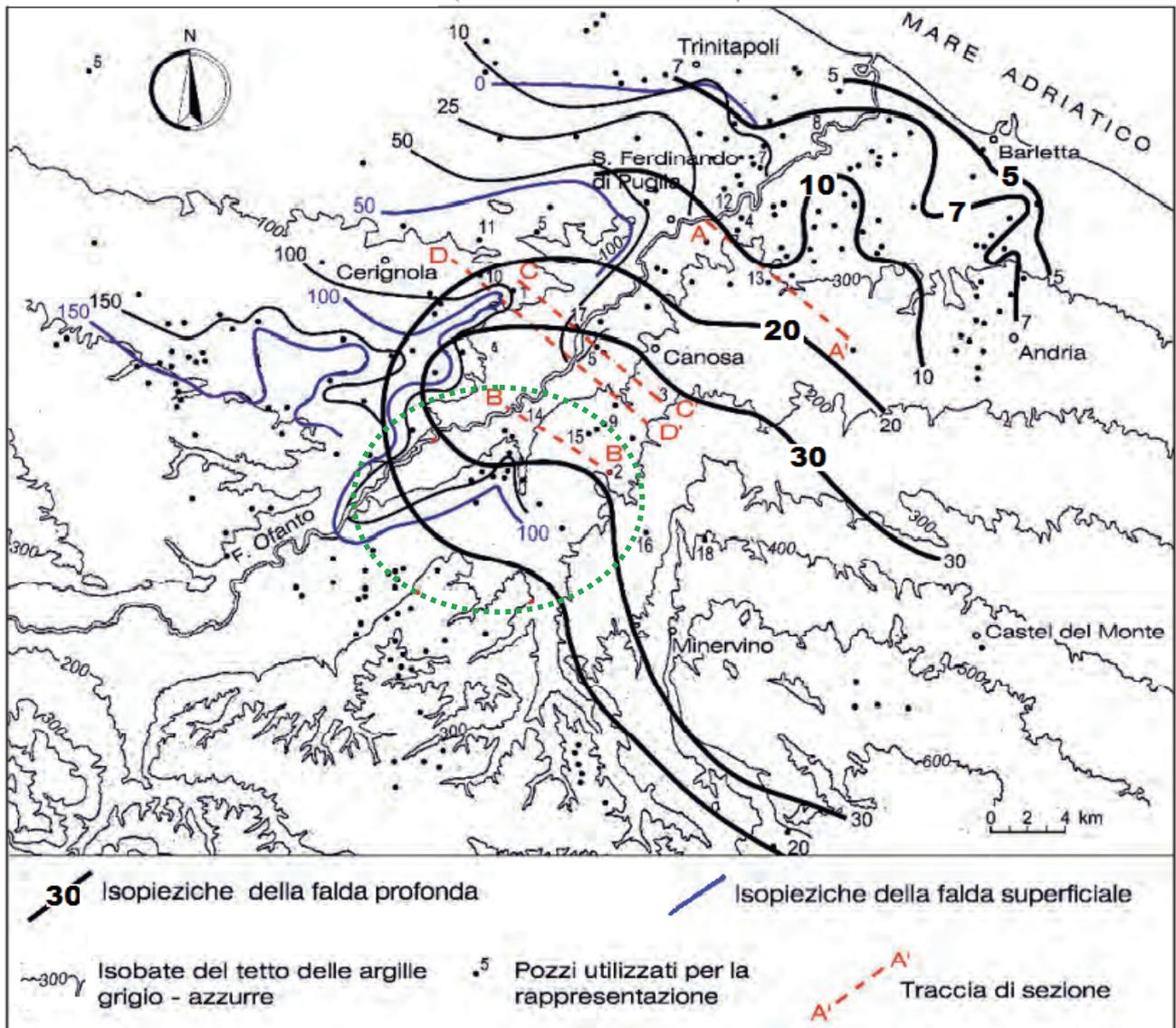


Fig. 14.8 - Andamento della superficie piezometrica della falda carbonatica profonda, della falda superficiale del Tavoliere e delle isobate del tetto delle argille dell'area posta a cavallo tra la Murgia e il Tavoliere.

- Piezometric surface of the deep-aquifer carbonate groundwater, of the shallow-aquifer groundwater of Tavoliere, and of the isobaths at the top of the clays in the area straddling Murgia and Tavoliere.

Fig. 18 - Superficie piezometrica falda carbonatica profonda e della falda superficiale con indicazione delle isobate del tetto delle argille [(Grassi et al. 1992) da Memorie descrittive par. 14.2.2, fig. 14.8 della pubblicazione].

L'analisi dei suddetti dati disponibili consente di sostenere che nel settore nord dell'area in esame (cerchio tratteggiato in verde fig. 18) l'andamento delle linee a uguale quota assoluta della superficie piezometrica della falda profonda (isopieziche), riguardanti l'area dell'impianto eolico in oggetto, è compreso tra 20 e 30 m s.l.m., mentre quelle della superficie piezometrica della falda superficiale si attesta mediamente a 100 m s.l.m.

Pertanto, considerando **186 m** la quota topografica media del settore nord dell'impianto e 25 m la quota piezometrica media della falda profonda, la soggiacenza della falda profonda è pari a **161 m** (186m-25m).

Allo stesso modo valutando sempre **186 m** la quota topografica media dell'impianto e 100 m la quota piezometrica media della falda superficiale, la soggiacenza della falda superficiale è pari a **86 m** (186m-100m).

Va da se che nel settore sud dell'impianto, dove le quote topografiche sono sensibilmente superiori, la soggiacenza della falda (che sia profonda o superficiale) è sicuramente maggiore.



La susseguente fig. 19 (sezioni idrogeologiche estrapolate dalla fig. 14.9 della pubblicazione esaminata) ed in particolare la sez. B-B', più vicina al settore nord dell'impianto, mostra la posizione della linea piezometrica della falda carsica profonda.

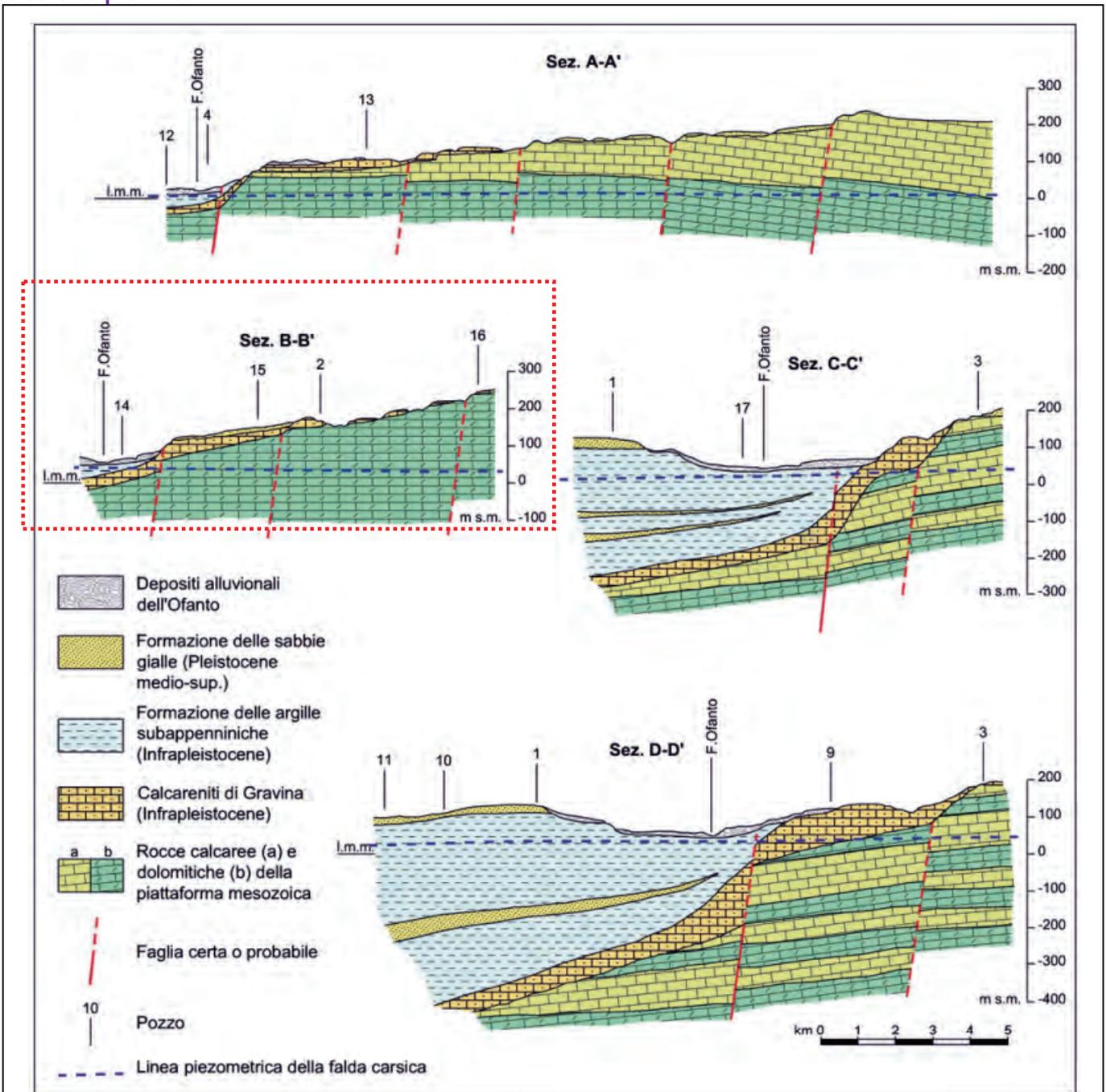


Fig. 14.9 - Sezioni idrogeologiche schematiche dell'area posta a cavallo tra il Tavoliere di Foggia e l'altopiano murgiano, le cui tracce sono indicate in figura 14.8 (da GRASSI *et alii*, 1986).

Fig. 19 – Sezioni idrogeologiche schematiche orientative della profondità della falda carbonatica profonda [(Grassi e al. 1992) Memorie descrittive par. 14.2.2 fig. 14.8 della pubblicazione].

► Acquifero superficiale dei depositi alluvionali e marini terrazzati.

Come descritto prima, le condizioni geologiche del sito sono in sostanza riferibili a un cotesto regionale compreso tra le formazioni argillose del Tavoliere (argille subappennine) e quelle carbonatiche dell'altopiano delle Murge (piattaforma carbonata apula), dove il passaggio tra la piattaforma calcarea e la successione dei limi argilloso-sabbiosi del Tavoliere è contrassegnato dai sedimenti tufacei delle calcareniti di Gravina.



Il **Locone** scorre proprio in corrispondenza del passaggio tra la suddetta sequenza sedimentaria, di notevole spessore, delle **rocce calcareo-dolomitiche delle Murge** e quella (altrettanto potente) dell'unità delle **argille grigio-azzurre** subappennine del Tavoliere.

I **sedimenti del Tavoliere**, essenzialmente costituiti da sabbie limi e argille, in configurazione all'incirca piano-parallela e/o poco inclinati, sono disposti a quote differenti (depositi terrazzi permeabili) sulle argille subappennine impermeabili.

In tale ambito geologico-strutturale il **settore settentrionale** dell'impianto si colloca immediatamente a sud di Borgo Loconia ed è delimitato a ovest dal **Fiume Ofanto**, dal quale la torre **G4** più "vicina" si trova a circa **2,5 km** e, a est, dal **Torrente Locone** (suo affluente in destra idraulica) dal quale la torre **G13** dista **~3,5 km**.

Nel **settore meridionale** le torri **G1** e **G10** distano, rispettivamente, **600** e **530 m** circa dal **T. Lampeggiano**, mentre, più a sud, le torri **G14** e **G11** distano, rispettivamente, **260** e **200 m** circa da certi rami secondari di un tributario, in sinistra idraulica, del T. Locone (v. precedente fig. 14, pag. 14).

Si sottolinea che l'**acquifero cosiddetto "superficiale"** dei depositi alluvionali e marini si viene a determinare solo nelle zone dove i sedimenti sabbiosi e ghiaiosi sono disposti sopra ai terreni argillosi.

Il più delle volte, tale **condizione stratigrafica favorevole all'accumulo di acqua**, si riscontra preferibilmente nella porzione occidentale dell'area in esame, in sinistra del Locone e in destra dell'Ofanto, sia nei depositi alluvionali recenti e attuali, sia in quelli terrazzati (comunque in situazioni lito-stratigrafiche locali particolari), con **profondità della superficie piezometrica rilevabile, comunque, ad alcune decine di metri dal p.c. e, talora, a qualche metro nelle aree prossime ai corsi d'acqua di particolare rilevanza idraulica (aste fluviali principali).**

A tal riguardo, la **fig. 20** (estrpolata dalla fig. 11, dello studio effettuato dal **Prof. P. Pagliarulo** nel 2010, in località Contrada Tufarelle, tra Canosa di P. e Minervino M. pubblicato sul web) chiarisce opportunamente la configurazione geologica del sottosuolo, mostrando anche riferimenti alla **profondità della superficie piezometrica della zona settentrionale dell'impianto.**

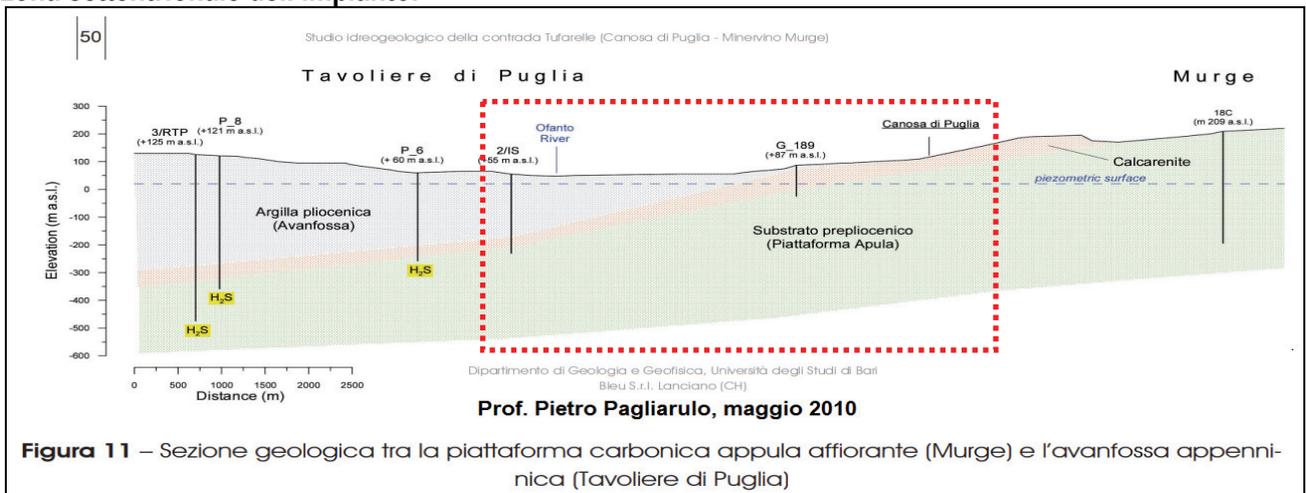


Fig. 20 - Sezione geologica, con indicazione della superficie piezometrica, elaborata a cavallo del Tavoliere e della Piazzatura apula [(Prof. P. Pagliarulo, 2010) Studio idrogeologico C.da Tufarelle Canosa di P. - Minervino Murge, fig. 11 della pubblicazione].

3.3. Idrogeomorfologia. **Pericolosità/rischio geomorfologico e idraulico**

Come prima descritto, l'area dell'**impianto eolico** (aerogeneratori, relative piazzole di montaggio, strade di accesso alle piazzole e tratti di cavidotto di centrale...) è parte integrante di una zona fondamentalmente contraddistinta da superfici **prevalentemente sub-pianeggianti**, incise da plurimi "interfluvii" aventi geometrie alquanto differenti, dove s'identificano estese dorsali debolmente ondulate, poco acclivi (**settore nord**) che si vanno a raccordare dolcemente al fondo delle valli fluviali contigue.

Anche nel **distretto meridionale** dell'impianto, ricadente nella Regione Basilicata, il modellamento è contrassegnato da corsi d'acqua, che attraversano superfici sub-pianeggianti come nella zona pertinente **le torri G1 e G10** (versante est della media valle del T. Lampeggiano). Procedendo verso sud i reticoli idrografici sono piuttosto ramificati con preminente deflusso delle aste fluviali principali verso nord e interessano i bacini idrografici del T. Lampeggiano e del T. Locone). Si evidenzia che il luogo, riguardante le **torri G14 e G11**, è interessato da alcuni rami secondari del tributario in sinistra orografica del T. Locone (fig. 14, pag.14).



La cartografia geologica ufficiale consultata indica che nelle aree interessate dall'impianto eolico, affiorano, essenzialmente, *depositi ghiaioso-sabbiosi, sabbiosi e sabbioso-argillosi, poggianti su argille marnose, più o meno siltose, grigio-azzurrognole o giallastre per alterazione, localmente sabbiose.*

Esattamente le opere progettate riguarderanno, credibilmente, i terreni di seguito descritti e in particolare:

>Nove torri eoliche (G1, G2, G3, G4, G5, G7, G9, G12 e G13) andranno a interessare gli affioramenti di depositi di ambiente continentale, prevalentemente rappresentati da *ghiaie e sabbie*, denominati anche ⇒ Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle, alti 15 m circa sugli alvei attuali $Qt_2=at_2$.

>Quattro torri (G6, G8, G10 e G14) saranno realizzati nell'ambito dei sedimenti, di ambiente marino, costituiti da *sabbie calcareo-quarzose e sabbie argillose* a volte con livelli arenacei di colore giallastro e, in alto, sottili lenti ciottolose, denominati altresì ⇒ SABBIE DI MONTE MARANO $PQ_s=Q^c_s$.

>Una torre (G11) riguarderà depositi di *conglomerati poligenici* con ciottoli di medie e grandi dimensioni, a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie e arenarie, denominati ⇒ CONGLOMERATI DI IRSINA $QC_1=Q^c_{cg}$.

Il sito in esame nella si trova in zone rurali, localizzate (settore nord) a circa 12 km a SO di Canosa di Puglia, in un territorio caratterizzato da morfologia sub-pianeggiante e debolmente ondulata (settore sud) con presenza di aree vaste destinate a superfici agricole coltivate dotate di relativa rete di canali a uso irriguo.

I dati a disposizione, concernenti indagini geognostiche esperite in precedenza in luoghi vicini, comprovano che il sottosuolo è costituito, nel settore nord-occidentale, dai suddetti depositi di *ghiaie e sabbie* dei Terrazzi medi dell'Ofanto; nella porzione centro-meridionale da sedimenti *sabbiosi e sabbioso-argillosi* e, anche, prevalentemente *conglomeratici*, in prossimità delle aree di scorrimento dell'alta valle del T. Lampeggiano e del T. Locone.

In merito alla conformazione idrogeologica del sito è appurato che l'acquifero "interessati" terreni permeabili per porosità (formati dai sopraindicati corpi ghiaiosi e/o sabbiosi o conglomeratici $Qt_2=at_2$ - $PQ_s=Q^c_s$ - $QC_1=Q^c_{cg}$, poggianti sui depositi riferibili alle argille subappennine $PQ_a=Q^c_a$, i quali costituiscono (nell'ambito dei primi 50-60 m circa) il tetto del sub-strato impermeabile, come da pozzi per acqua terebrati nelle vicinanze dell'impianto eolico, in seguito analizzati e puntualizzati.

In sostanza, si tratta dell'acquifero poroso cosiddetto superficiale che si forma, appunto, alla profondità di alcune decine di metri dal p.c. nella porzione relativamente superficiale del sottosuolo nei suddetti depositi marini e alluvionali, che ricoprono con le argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche.

Si differenzia, dall'acquifero fessurato-carsico profondo, che ha sede nella piattaforma carbonatica delle Murge che (verso ovest) è ribassata a gradinata da sistemi di faglie dirette, in direzione del F. Ofanto e del fronte della Catena appenninica, attestandosi a profonda considerevole.

In particolare, come già detto (par. 3.2.2, pag. 18), l'analisi dei dati disponibili consente di sostenere che nel settore nord dell'area in esame l'andamento delle linee a uguale quota assoluta della superficie piezometrica della falda profonda (isopieziche), riguardanti l'area dell'impianto eolico in oggetto, è compreso tra 20 e 30 m s.l.m., mentre quelle della superficie piezometrica della falda superficiale si attesta mediamente a 100 m s.l.m.

Perciò, considerando **186 m** la quota topografica media del settore nord dell'impianto e 25 m la quota piezometrica media della falda profonda, la soggiacenza della falda profonda è pari a **161 m** (186m-25m).

Allo stesso modo valutando sempre **186 m** la quota topografica media dell'impianto e 100 m la quota piezometrica media della falda superficiale, la soggiacenza della falda superficiale è pari a **86 m** (186m-100m).

Di conseguenza nel settore sud dell'impianto, dove le quote topografiche sono sensibilmente superiori, la soggiacenza della falda (sia profonda sia superficiale) è sicuramente maggiore.

Sotto l'aspetto idrogeomorfologico si riafferma che il territorio riguardante l'impianto proposto è fondamentalmente contraddistinto da superfici prevalentemente sub-pianeggianti, incise da plurimi "interfluvii" aventi geometrie alquanto differenti, dove s'identificano estese dorsali debolmente ondulate, poco acclivi (settore nord).



Così come nel distretto meridionale dell'impianto, il modellamento è contrassegnato da corsi d'acqua, che attraversano superfici sub-pianeggianti come nella zona pertinente **le torri G1 e G10** (versante est della media valle del T. Lampeggiano) e, procedendo verso sud, i reticoli idrografici sono più marcati e piuttosto ramificati con preminente deflusso delle aste fluviali principali verso nord e interessano i bacini idrografici del T. Lampeggiano e del T. Locone (fig. 14, pag.14).

Questi **corsi d'acqua**, così come i **canali**, che attraversano la zona in parola, sono sostanzialmente caratterizzati da **regime idraulico di tipo torrentizio**, con deflussi di piena stagionali (autunno-inverno) e da ordinario drenaggio della falda idrica superficiale contenuta nei terreni prevalentemente sabbioso-ghiaiosi. Gli alvei sono quasi tutti localmente contraddistinti da fenomeni di erosione incanalata.

In conclusione il sito in esame **non presenta problemi d'instabilità dei terreni dovuti a movimenti franosi** e/o ad altre condizioni di precarietà geomorfologica associate e, in merito alle eventuali "complicazioni" derivanti da fenomeni connessi all'azione delle acque superficiali, **non sussistono condizioni di pericolosità idraulica**, poiché le opere che costituiscono l'impianto eolico progettato sono alquanto distanti da corsi d'acqua di particolare rilevanza idraulica.

A tal riguardo, la consultazione della **cartografia inerente, la pericolosità/rischio geomorfologico e idraulico** (divulgata dall'A_dB Distrettuale Appennino Meridionale – ex A_dB Sede Puglia) stabilisce che **i luoghi**, che saranno interessati dalle opere, che andranno a costituire parte del progetto per la realizzazione dell'impianto eolico proposto, **non sono inclusi nelle aree perimetrare sia a rischio idraulico, sia geomorfologico** (fig. 21).

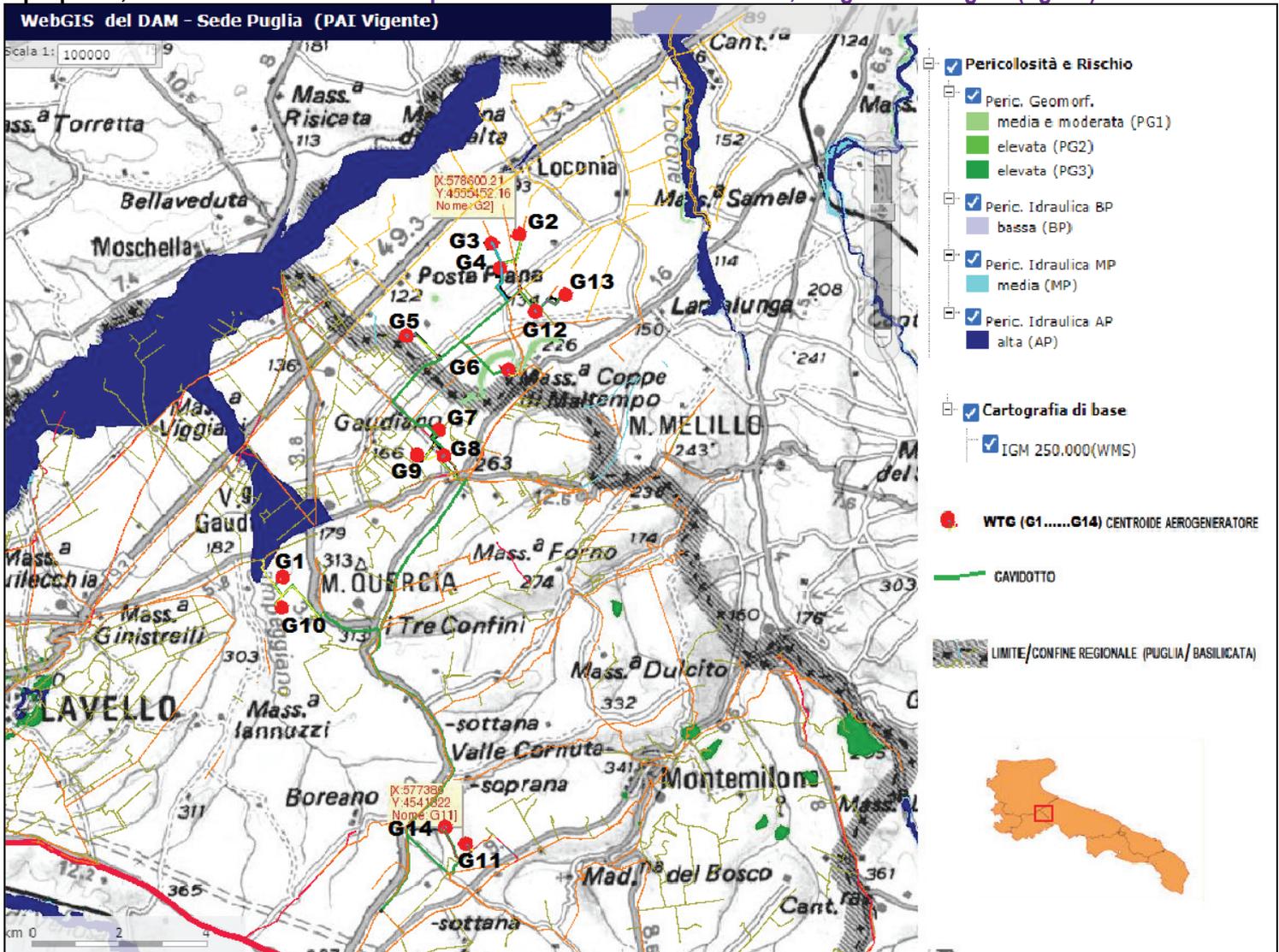


Fig. 21 – Stralco, ingrandimento della "CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO E IDRAULICO" (WebGIS del DAM Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale - Sede Puglia, scala 1:100000) con ubicazione degli aerogeneratori e dei caviddotti della Stazione eolica, progetto Canosa AREN S.p.A.



4. LINEAMENTI TETTONICI E RISCHIO SISMICO

Dal punto di vista **geologico-strutturale** l'area in esame si colloca al margine sud-orientale delle **Unità dell'Avanfossa bradanica** (settentrionale), pertinenti al **Tavoliere delle Puglie**, delimitata dalla media-bassa valle del Fiume Ofanto, prospiciente le formazioni calcareo-dolomitiche, che compongono l'**Altopiano delle Murge**, pertinenti alla **Piattaforma carbonatica apula**.

La **Piattaforma carbonatica apula** appartiene al dominio di avampaese ed è costituita da una successione sedimentaria, di età compresa tra il Permiano il Miocene; la **successione di riempimento della Fossa bradanica**, di età compresa tra il Pliocene medio al Pleistocene medio, compete al dominio strutturale di avanfossa.

Semplificando, il **basamento calcareo-dolomitico** in corrispondenza del **Tavoliere di Foggia** presenta una struttura a Horst e Graben, generata da faglie appenniniche parallele a quella del Gargano situata in corrispondenza del T. Candelaro. I sedimenti argillosi e sabbioso-argillosi della serie pliocenico-calabrianica, che ricoprono i calcari cretacei, presentano spessore considerevole fino a massimo dell'ordine di circa 1000 m.

Proseguendo verso la Fossa bradanica il **basamento carbonatico** subisce successivi abbassamenti dell'ordine dei 3000÷4000 a causa di un sistema di faglie (di direzione appenninica), generati da una serie di horst e graben.

Tra il basamento mesozoico del **Tavoliere** e i lembi nord-occidentali delle **Murge** si evidenzia un ulteriore ragguardevole sprofondamento in corrispondenza di grandi faglie sub-parallele (direzione NE-SO) dove ha "impostato" il suo percorso, il Fiume Ofanto (fig. 22 e precedente fig. 19 a pag. 20).

In sostanza i calcari cretacei del Tavoliere sprofondano, determinando un graben allungato in direzione SO-NE proprio in corrispondenza della Faglia dell'Ofanto, dando origine a una gradonatura di direzione NO-SE, con immersione verso l'Appennino. I sedimenti plio-pleistocenici affioramenti in quest'area evidenziano caratteristiche stratigrafiche e tettoniche con prevalente assetto suborizzontale, riferibile un sollevamento generale in blocco.

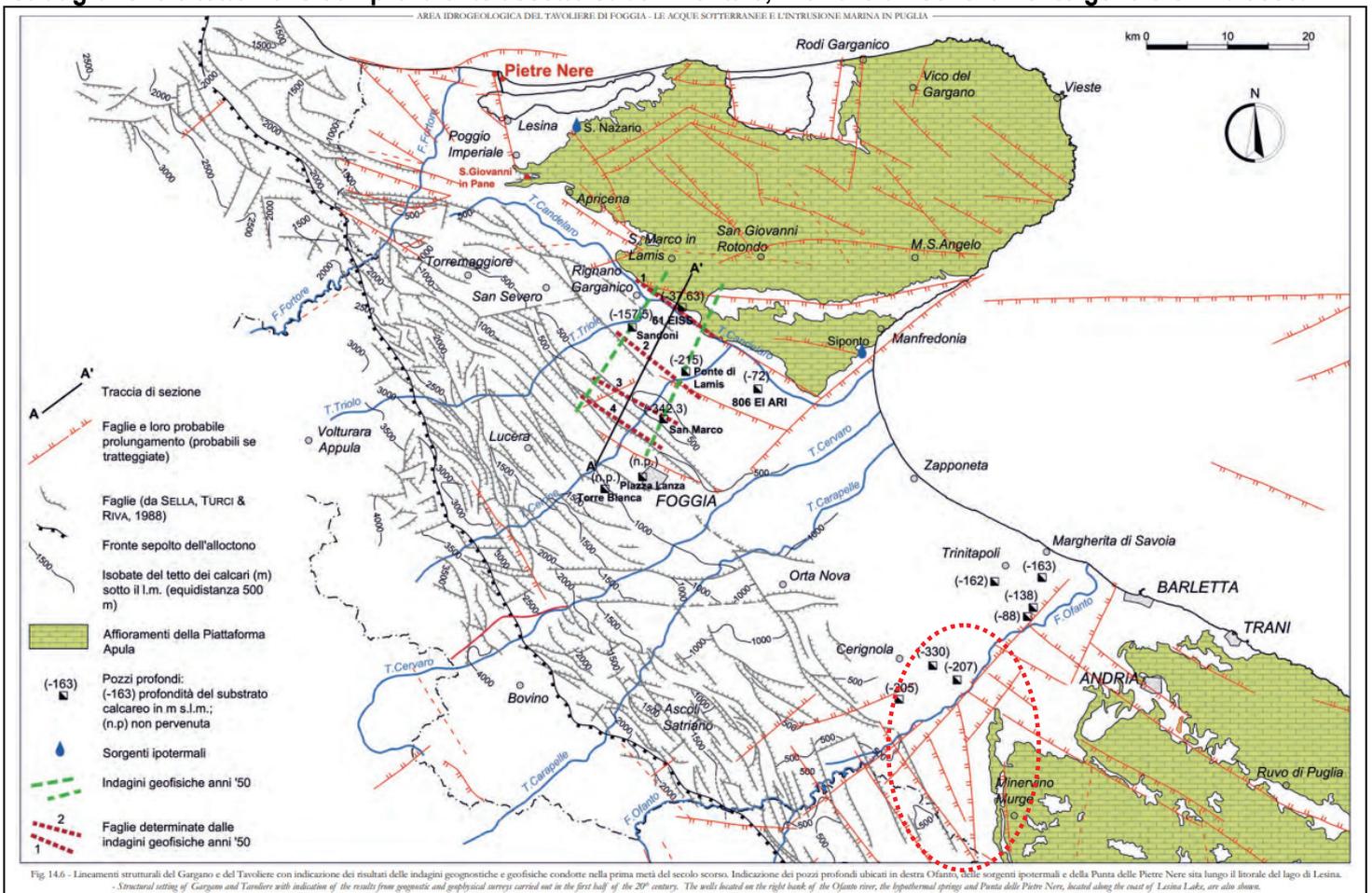


Fig. 22 - Lineamenti strutturali del Gargano e del Tavoliere (particolare dell'area studiata del Tavoliere ai margini del Fiume Ofanto, tratta dalla fig. 14.6 "Area idrogeologica del Tavoliere" www.isprambiente.gov.it/files..).



Note integrative geodinamico-strutturali.

Tratte da Ispra ambiente (Memorie descrittive della carta geologica d'Italia <https://www.isprambiente.gov.it/>)..... "LE ACQUE SOTTERRANEE E L'INTRUSIONE MARINA IN PUGLIA - AREA IDROGEOLOGICA DEL TAVOLIERE DI FOGGIA" - Paragrafo 14.2. - LINEAMENTI TETTONICI E CARATTERI IDRO-GEOLOGICI GENERALI DELLE ZONE DI CONFINE.....

.....Il basamento calcareo - dolomitico del Mesozoico presenta in corrispondenza del Tavoliere di Foggia una struttura a Horst e Graben (fig. 21, corrispondente alla fig. 14.6 della pubblicazione), originata da un sistema di faglie appenniniche parallele alla faglia marginale del Gargano ("Faglia del Candelaro"). In senso trasversale a tale direttrice, all'incirca parallelamente al fiume Ofanto, è possibile individuare un ulteriore notevole sprofondamento da faglia (Faglia dell'Ofanto) che contribuisce alla formazione di un gradino notevole tra le ultime propaggini Nord-occidentali delle Murge ed il basamento mesozoico del Tavoliere. Le argille e sabbie argillose della serie pliocenico-calabrianica che sovrastano i calcari cretacei si presentano sino ad una profondità sotto il piano campagna che raggiunge anche valori dell'ordine di 1.000 m (sezione I-I in tav. 1 f.t.). Procedendo verso la Fossa bradanica il tetto dei calcari subisce successivi abbassamenti ad opera di un sistema di faglie di direzione appenninica (fig. 14.6), cui si associano abbassamenti dell'ordine dei 3.000÷4.000 m per la presenza di una serie di horst e graben. Particolarmente interessanti sono anche le condizioni geologico-strutturali dell'estremità settentrionale della Faglia di Apricena, che delimita il promontorio del Gargano ad Ovest del lago di Lesina e dove tra le alluvioni recenti emergono, per un breve tratto, alcune rocce magmatiche cui viene dato in genere il nome di "Pietre Nere" (COTECCHIA & CANITANO, 1954). La "Punta delle Pietre Nere" rappresenta una rarità in tutta la costa adriatica per le caratteristiche litologiche, stratigrafiche e petrografiche, essendo costituita da un'associazione di rocce carbonatiche, gessi selenici e rocce ignee di origine molto profonda, ascrivibili al Triassico superiore (CORTECCI et alii, 2000). Di seguito è fornita un'illustrazione particolareggiata delle condizioni geologico-strutturali che si presentano lungo il perimetro dell'area del Tavoliere, in particolare in prossimità del promontorio del Gargano (Faglia del Candelaro) e dell'altopiano murgiano (Faglia dell'Ofanto).....Paragrafo 14.2.2. - La Faglia dell'Ofanto. I calcari cretacei del Tavoliere sprofondano determinando un graben allungato in direzione SO-NE in corrispondenza della Faglia dell'Ofanto, che è sede anche di una gradonatura di direzione NO-SE, immergentesi verso l'Appennino. Su tale area furono eseguite indagini geofisiche dalla Compagnie Générale de Géophysique, ma i risultati, oggi smarriti, furono troppo scarsi per un sufficiente inquadramento tettonico dell'area (ZORZI & REINA, 1956). I dati idrogeologici disponibili indicano che in questa area del Tavoliere è possibile rinvenire acque dolci nei calcari cretacei profondi, a differenza di quanto osservato in corrispondenza della Faglia del Candelaro. Ciò è coerente con le profondità inferiori del tetto dei calcari nelle porzioni costiere di questo territorio e con le notevoli altezze piezometriche della falda profonda dell'acquifero murgiano. A monte di Canosa è infatti possibile rilevare altezze piezometriche dell'ordine di 30 m s.l.m. (tav. 4 f.t.; fig. 14.8), decisamente superiori a quelle che caratterizzano la circolazione idrica nell'acquifero carsico del Gargano in prossimità della Faglia del Candelaro. Alcune perforazioni eseguite in prossimità della Faglia dell'Ofanto hanno indicato delle profondità di rinvenimento del tetto dei calcari sotto il livello mare dell'ordine dei 100÷150 m, nelle zone costiere in sinistra Ofanto, e dei 150÷300 m nelle zone più interne (figg. 14.8, 14.9). In prossimità di San Ferdinando e Trinitapoli (fig. 14.8) è possibile misurare carichi piezometrici della falda profonda dell'ordine dei 7÷10 m s.l.m., sicché, in accordo alla relazione di Ghyben-Herzberg, è prevista la presenza di acqua dolce a profondità dell'ordine di 230÷330 m sotto il livello del mare, dunque superiori rispetto alla profondità del tetto dei calcari (ZORZI & REINA, 1956). Procedendo verso il Tavoliere il tetto dei calcari si approfondisce secondo un sistema di horst e graben, che però è poco documentato.....

Per quanto riguarda i **rischi correlati all'attività sismica**, si evidenzia che il Territorio comunale, già in tempi assai remoti, è stato condizionato da diversi eventi sismici. In effetti, l'area in esame, oltre ad interessata da dislocazioni tettoniche profonde, si trova nelle vicinanze dell'Appennino meridionale e (tra l'altro) non molto distante Promontorio del Gargano, notoriamente regioni ad alto rischio. Si tratta di aree sismogenetiche attive a causa della particolare conformazione strutturale, con forti "disturbi" imputabili a molteplici discontinuità strutturali (faglie), che nel corso degli anni sono state interessate da energia sismica intensa. Tali eventi, in gran parte assai distruttivi nelle immediate vicinanze degli epicentri, hanno avuto "influenza" e continueranno ad agire in maniera tangibile sul Territorio in parola. La soluzione è di avviare studi specifici di microzonazione sismica, a livello provinciale, al fine di una valutazione del rischio in termini quantitativi, in modo da ottimizzare l'uso delle risorse e stabilire le priorità d'intervento al fine di minimizzare i danni. Devono, in ogni caso, essere osservate le norme di sicurezza antisismica per la costruzione d'opere d'ingegneria civile, per prevenire ulteriori attività sismiche intense che dovessero interessare l'area. Gli studi effettuati, negli ultimi anni, sulla pericolosità sismica del territorio italiano, dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (G.N.D.T.), dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste (O.G.S.) e dal Servizio Sismico Nazionale (S.S.N.), hanno consentito di sviluppare una metodologia probabilistica sismotettonica (ampiamente consolidata ed adottata a livello internazionale), che prevede l'utilizzo di dati di base: catalogo sismico e Zonazione Sismogenetica (Z.S.), oltre all'adozione di criteri e metodi per l'elaborazione di tali dati. L'elaborazione dei dati sviluppata dal I.N.G.V. consente di delineare la "pericolosità sismica" (ossia la stima dello scuotimento del suolo, previsto in un certo sito, durante un dato periodo, a causa di terremoti) evidenziata attraverso la realizzazione di specifiche carte tematiche di tutto il Territorio nazionale (<http://www.ingv.it/it/risorse-e-servizi/ambiente-terremoti-e-vulcani/mappe>).



Con riferimento ai **decreti fino al 1984** ¹, l'area in esame faceva parte delle regioni classificate in base al grado di sismicità "S" pari a 9, con coefficiente d'intensità sismica, da adottare per tutte le opere d'ingegneria civile, pari 0,07 (DM 7/3/81).

La **proposta G.d.L. del 1998** ², la classificava di seconda categoria. In seguito, con l'introduzione dell'**Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri, del 20 marzo 2003 (n°3274)**, che suddivide il territorio nazionale in zone, con grado di pericolosità sismica decrescente ³, l'area è stata riclassificata e il territorio di Canosa di Puglia è stato inserito nella **Zona 2**.

La correlazione tra le precedenti classificazioni e quella attuale è riassunta nella seguente tabella:

Decreti fino al 1984 ¹	G d L 1998 ²	Classificazione 2003 ³	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
S=12	Prima categoria	Zona 1	ag > 0.25
S=9	Seconda categoria	Zona 2	0.15 < ag ≤ 0.25
S=6	Terza categoria	Zona 3	0.05 < ag ≤ 0.15
non classificato	N.C.	Zona 4	ag ≤ 0.05

¹ Sismicità definita attraverso il grado di sismicità "S". ² Proposta di riclassificazione dove si utilizzano "tre categorie sismiche" più una di Comuni Non Classificati (N.C.). ³ Zone sismiche.

La fig. 23 riproduce la **mappa interattiva** dei valori di pericolosità sismica (MPS) con parametro scuotimento a(g), probabilità del superamento del 10% in 50 anni, percentile 50 (SLV).

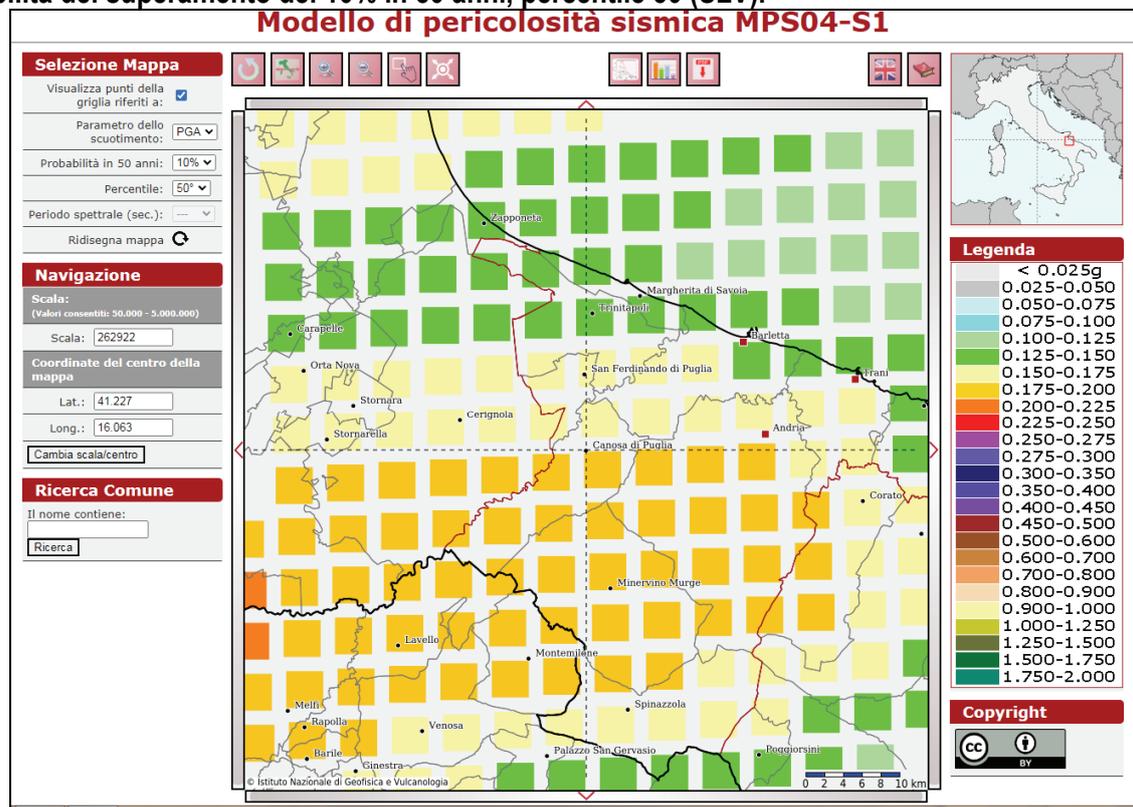


Fig. 23 – Stralcio della mappa interattiva valori Pericolosità Sismica Canosa di Puglia (I.N.G.V. DPC 2004 –2006 -<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

L'Ordinanza n°3274/2003 definì per il Comune di Canosa di Puglia i seguenti parametri:

Codice ISTAT 2001	Classificazione 2003	PGA (g)*	I
1607 1004	Zona 2	0.221 g	7.6 MCS

PGA (g)* = accelerazione orizzontale di picco del terreno (estimatore dello scuotimento alle alte frequenze), valore atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni);

I = intensità macrosismica (MCS) valore d'intensità MCS atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni);

g = 981 cm/sec² (accelerazione di gravità).



In merito alla sismicità storica e recente, dalla consultazione del *catalogo parametrico dei terremoti italiani* [fonte: *Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., 2019 - Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 2.0-Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)-<https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.2>], si evince che l'area oggetto di analisi è stata "implicata" dagli effetti di numerosi eventi sismici alcuni particolarmente intensi.*

La fig. 24 mette in evidenza il diagramma della "Storia sismica dei terremoti della Città di Canosa di Puglia", con intensità epicentrale $I_s \geq 1$ e le località vicine entro 10 km.

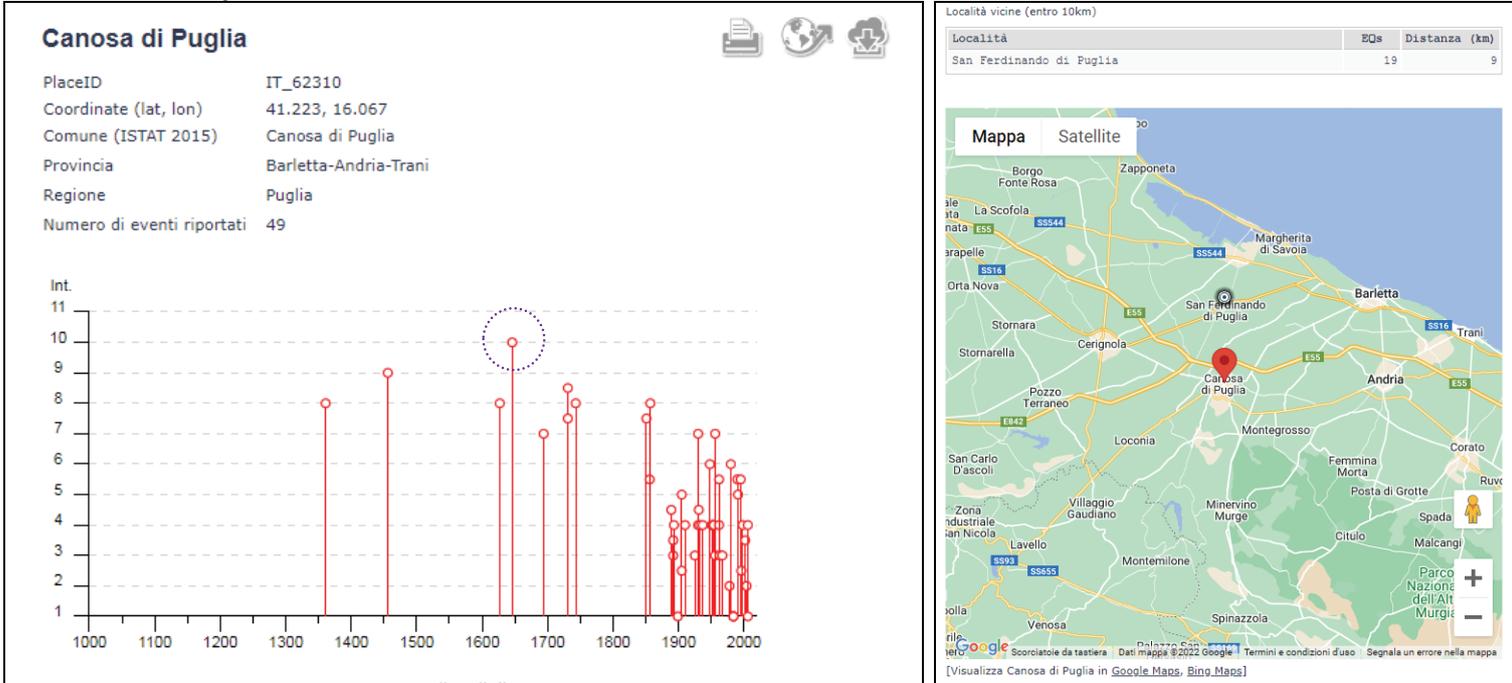
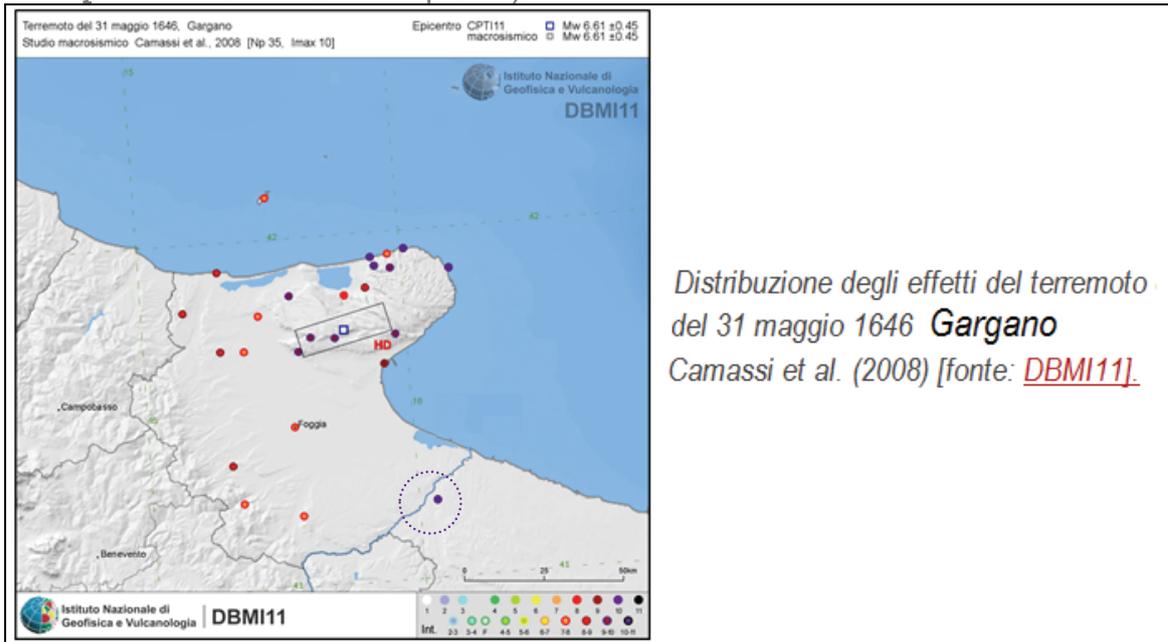


Fig. 24 - Diagramma della storia sismica dei terremoti di Canosa di Puglia con intensità >1 (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>) e località vicine entro 10 km.

Degni di nota sono, probabilmente, gli effetti causati dal terremoto garganico del 1646, che coinvolse rovinosamente anche Canosa di Puglia, situata a considerevole distanza (oltre 60 km) dal promontorio del Gargano, area epicentrale del sisma. Diverse fonti coeve condividono nel descrivere la città tra i centri maggiormente colpiti (...1646 - *Nuova Relazione: a Canosa "caddero nel medesimo tempo da cento cinquanta Case, il castello fu rovinato e spiantato, affatto che non si scorge altro"*; una lettera dell'ambasciatore fiorentino a Napoli [ASFi, Mediceo del Principato, Filza 4113, 19 giugno 1646] descrive: Canosa come "tutta spianata").





La seguente tabella evidenzia la storia sismica del Comune di Canosa di Puglia.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	1361	07	17	17	15		Subappennino dauno	2	9	6.03
9	1456	12	05				Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
8	1627	07	30	10	50		Capitanata	64	10	6.66
10	1646	05	31				Gargano	35	10	6.72
7	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
8-9	1731	03	20	03			Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
7-8	1731	10	17	11			Tavoliere delle Puglie	6	6-7	4.86
8	1743	02	20				Ionio settentrionale	84	9	6.68
7-8	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
5-6	1856	05	12	01	45		Barese	5	5-6	4.40
8	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
4-5	1889	12	08				Gargano	122	7	5.47
3	1892	04	20				Gargano	15	6-7	5.02
3-4	1892	06	06				Isole Tremiti	68	6	4.88
4	1893	01	25				Vallo di Diano	134	7	5.15
NF	1899	08	16	00	05		Subappennino dauno	32	6	4.57
5	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
2-3	1905	11	26				Irpinia	122	7-8	5.18
4	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
3	1925	07	28	03	33		Tavoliere delle Puglie	6	5	4.20
7	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
4	1930	11	06	21	56		Alta Murgia	16	5	4.41
4-5	1931	12	03	09	32		Tavoliere delle Puglie	12	6	4.59
4	1933	03	07	14	39		Irpinia	42	6	4.96
4	1937	07	17	17	11		Tavoliere delle Puglie	40	6	4.96
6	1948	08	18	21	12	2	Gargano	58	7-8	5.55
4	1951	01	16	01	11		Gargano	73	7	5.22
4	1953	07	19	18	46		Gargano	5	4-5	4.55
4	1954	08	06	19	21	1	Potentino	13	5-6	5.18
3	1956	01	09	00	44		Materano	45	6	4.72
7	1956	09	22	03	19	3	Gargano	57	6	4.64
4	1962	01	19	05	01	2	Gargano	31	5	4.42
5-6	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
3	1963	02	13	12	45		Potentino	31	7	5.19
3	1967	12	09	03	09	5	Adriatico centrale	22		4.36
2	1978	09	24	08	07	4	Materano	121	6	4.75
6	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
NF	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
NF	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47
5-6	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
5	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
5-6	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15
2-3	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
4	1998	04	07	21	36	5	Valle dell'Ofanto	45	5	4.31
3-4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
2	2004	09	03	00	04	1	Potentino	156	5	4.41
4	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64
NF	2006	12	10	11	03	4	Adriatico centrale	54		4.48

Int. =intensità macrosismica; NF =non percepito; 7-8=[Intensità al sito scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg, 1930)];
NMDP=Numero di osservazioni macrosismiche del terremoto; Io =Intensità epicentrale (MCS); Mw =Magnitudo momento.



La **caratterizzazione sismica** preventiva del sito e, in particolare, la definizione della **categoria del sottosuolo**, l'**azione sismica di progetto**, conforme all'attuale normativa (aggiornamento N.T.C. D.M. 17.01.2018), è stata stimata, preliminarmente, facendo riferimento a indagini geofisiche esperite nelle immediate vicinanze. Comunque dovrà essere acquisita tramite valutazione dei dati derivanti da indagini geofisiche, da eseguire sul luogo d'interesse, applicando il metodo sismico MASW.

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE “**PREGRESSE**” ESEGUITE NELLE VICINANZE E IN ZONA UTILIZZATE PER LA DEFINIZIONE “**PREVEDIBILE**” **NON ESAUSTIVA DELLE CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE, IDROGEOLOGICHE, GEOTECNICHE E GEOSIMICHE DEL SITO**

Al fine di verificare la compatibilità geologica e geotecnica dell'area in esame, definendone il profilo stratigrafico e idrogeologico, le **caratteristiche geotecniche e sismiche presumibili**, si è fatto riferimento alle pubblicazioni disponibili sul web, in merito a indagini geognostiche effettuate da altri professionisti, che hanno interessato terreni simili, in siti limitrofi (con relative esecuzioni d'indagini geognostiche e geotecniche, espletate per la realizzazione impianti eolici realizzati in zona), oltre alla significativa esperienza del sottoscritto, estrapolando con la massima cautela i dati geotecnici definiti in questi siti.

Sulla base di tali indicazioni si è ritenuto opportuno adottare la seguente procedura conoscitiva di prima analisi.

A. Valutazione dati “litotecnici e idrotecnici”, prendendo in considerazione ed esaminando compiutamente i risultati d'indagini geognostiche “precedenti” eseguite nelle vicinanze e/o in zona, prospezioni meccaniche attuate su terreni simili:

✓ sondaggi geotecnici e prove penetrometriche.

B. Valutazione caratteri “litostratigrafici e idrotecnici pozzi per acqua” più vicini desunti dalla consultazione dell'Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo (Legge 464/1984):

✓ ISPRA.1_1990, ISPRA.2_1990, ISPRA.3_1990.

C. Valutazione dati “geofisici” prendendo in considerazione ed esaminando compiutamente i risultati d'indagini geosismiche eseguite precedentemente” nelle vicinanze e in zona:

✓ Prospezioni sismiche di tipo Masw

5.1. **Valutazione prospezioni meccaniche pregresse**

Come anticipato, sono stati presi in considerazione l'insieme dei risultati d'indagini geognostiche e geotecniche pregresse, attuate da altri nelle immediate vicinanze e/o in zona, su terreni simili.

Con riferimento alla carta geologica (vedi precedenti figg. 5 e 6, pagg. 8 e 9) dalla quale risulta che, le opere progettate (**aerogeneratori, relative piazzole di montaggio, strade di accesso alle piazzole e tratti di cavidotto di centrale**) riguarderanno, credibilmente, i terreni di seguito descritti e in particolare:

Esattamente le opere progettate (**aerogeneratori, relative piazzole di montaggio, strade di accesso alle piazzole e tratti di cavidotto di centrale**) riguarderanno, credibilmente, i terreni di seguito descritti e in particolare:

>**Nove** torri eoliche (G1, G2, G3, G4, G5, G7, G9, G12 e G13) andranno a interessare gli affioramenti di depositi di ambiente continentale, prevalentemente rappresentati da **ghiaie e sabbie**, denominati anche ⇒ Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle, alti 15 m circa sugli alvei attuali $Qt_2=at_2$.

>**Quattro** torri (G6, G8, G10 e G14) saranno realizzati nell'ambito dei sedimenti, di ambiente marino, costituiti da **sabbie calcareo-quarzose e sabbie argillose** a volte con livelli arenacei di colore giallastro e, in alto, sottili lenti ciottolose, denominati altresì ⇒ SABBIE DI MONTE MARANO $PQ_s=Q_s^c$.

>**Una** torre (G11) riguarderà depositi di **conglomerati poligenici** con ciottoli di medie e grandi dimensioni, a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie e arenarie, denominati pure ⇒ CONGLOMERATI DI IRSINA $Q_{c1}=Q_{cg}^c$.

Dimodoché la comparazione di dati disponibili, consente di definire la parametrizzazione geotecnica di partenza prevedibile (parametri iniziali da adeguare alla normativa NTC/18) e la successione dei terreni che, dalla quota 0.00 (piano campagna), può essere definita come riassunto nelle seguenti tabelle.



5.1.1. Caratterizzazione prevedibile delle unità litotecniche terreno di fondazione torri eoliche G1, G2, G3, G4, G5, G7, G9, G12 e G13 – Area di affioramento di depositi, prevalentemente rappresentati da ghiaie e sabbie ⇒ Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle, alti 15 m circa sugli alvei attuali $Qt_2=at_2$.

1ª Unità litotecnica (da 0,00 m a -1,00 m) ⇔ Terreno vegetale

Suolo di copertura, costituito di terreno vegetale, limoso-argilloso marrone scuro, di spessore pari 1,00 m. È considerato suolo coesivo da molle (primi 40-50 cm) a mediamente consistente, da molto compressibile a compressibile, semipermeabile, dotato delle caratteristiche geotecniche riportate in tabella (*terreno simile*).

$h=1,00$ m	spessore considerato
$\gamma=16,67 \div (17,00)$ KN/m ³	peso volume
$\varphi'=22,50 \div (23,00)^\circ$	angolo di resistenza al taglio (<i>tensione efficace, a lungo termine</i>)
$c'=4,00 \div (5,00)$ KN/m ²	coesione (<i>tensione efficace, a lungo termine</i>)
Per $\varphi=0^\circ$	
$c=cu=12,26 \div (30,60)$ KN/m ²	coesione non drenata (<i>tensione totale, a breve termine</i>)
$M=2,00 \div (3,50)$ MN/m ²	modulo di compressibilità
$V_{sm}=240$ m/sec	velocità media delle onde di taglio (<i>indagine sismica Masw</i>)

Rappresenta il suolo alterato superficiale costituito da terreno vegetale, interessato da precedenti operazioni meccaniche, eseguite con i diversi tipi di attrezzi pertinenti le lavorazioni agricole (erpatura, scarificazione, sarchiature, zappettatura, rincalzatura, rullatura, fresatura, ecc.). Riscontrabile fino alla profondità di 0,90-1,00 m dal piano campagna attuale, questo terreno riguarda la zona del suolo più sottoposta all'azione d'alterazione da parte degli agenti atmosferici e comprende anche la parte, sotto la coltre di terreno vegetale, interessata da significative variazioni d'umidità stagionali.

2ª Unità litotecnica (da -1,00 m a -15,00 m) ⇔ Ghiaia a matrice sabbiosa

Materiale alluvionale, costituito da ghiaia arrotondata, poligenica (di piccole e medie dimensioni), ad abbondante matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, beige-giallastra (talora alternata a livelli, decimetrici, di sabbia fine biancastra), per il quale certe analisi granulometriche precedenti, eseguite su campioni di terreno simile, indicano che si tratta solitamente di ghiaia limoso-sabbiosa, debolmente argillosa. Nella porzione mediana alla profondità di 8 e 10 m si possono riscontrare intercalazioni di "sabbia con limo argilloso e/o di limo sabbioso con rari ciottoli", organizzate sotto forma di livelli e/o lenti (spessore 1,00 - 2,00 m), compatte, di medio-bassa plasticità e compressibilità (risultati prove di un camp. terreno simile prelevato a -9,0÷-9,5m)[^]. È considerato suolo non coesivo (a grana grossa), da mediamente denso a molto denso in profondità ($N_{SPT} \geq 51$ c/p), poco compressibile, permeabile, al quale possono essere attribuite proprietà geotecniche riportate in tabella (*terreno simile*).

$h=14,00$	spessore considerato
$\gamma=19,61 \div (20,00)$ KN/m ³	peso volume
$\gamma'=9,61$ KN/m ³	peso volume immerso ($\gamma' = \gamma - \gamma_w$ dove $\gamma_w=9,80665$ KN/m ³)
$\varphi'=[(40,5-46,3) \div (41,0-46,8)]^\circ$ (45-49,6)°	angolo di resistenza al taglio [<i>tensione efficace, a lungo termine, da $N_{SPT}=51$ c/p, attuali e pregresse corrette/normalizzate ($N1$)₆₀=45-47 con il metodo J.N.R. e Hatanaka & Uchida, valido per sabbie e ghiaie</i>]
$c'=4,0 \div (5,0)$ KN/m ²	coesione drenata (<i>tensioni efficaci, lungo a termine, matrice limoso-argillosa</i>)
$E=50,00 \div 50,99$ MPa	modulo di compressibilità (<i>da N_{SPT} Schultze</i>)
$V_{sm}=500$ m/s	velocità media delle onde di taglio (<i>da indagine sismica Masw</i>)
► $K_w=98 \div 196$ MN/m ³ (10÷20 kg/cm ³)	modulo di Winkler (<i>da valori di letteratura, tabelle inerenti</i>)

Il suddetto materiale alluvionale rappresenterebbe il "terreno di appoggio" del plinto di fondazione delle turbine eoliche (in assenza di pali di sottofondazione) ed è riferibile ai "Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle" alti 15 m circa sugli alvei attuali, costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie localmente torbose (at_2 : depositi alluvionali terrazzati sabbiosi e ciottolosi dei terrazzi medi dell'Ofanto e dei suoi affluenti). PLEISTOCENE.

[^]Note geotecniche (prove camp. significativo terreno simile prelevato a -9,0÷-9,5m). Le intercalazioni di limo sabbioso con rari ciottoli (definite dall'analisi granulometrica: sabbia con limo argilloso), intercettabili nella porzione mediana tra -8,00 e -10,00 m (organizzate sotto forma di livelli e/o lenti (spessore 1,00-2,00 m), risulterebbero compatte ($c_u=116,1$ kPa, TRX-UU), poco plastiche (IP=13,7%), di consistenza semisolida-solida (IC=1,024), non attive (IA=IP/CF=0,65), riferibili ad argille inorganiche di media plasticità (C. Casagrande), di medio-bassa compressibilità (da edometrica $M_{ed}=19,06$ MPa ⇔ $\sigma_v=784,5$ kPa), impermeabili (da edometrica $K=3,36 \cdot 10^{-11}$ m/s), debolmente sovraconsolidate (O.C.R.= $\sigma'_d/\sigma'_{vo}=2,267$).



3ª Unità litotecnica da -15,00 m a -20,00 m ⇔ Limo con argilla sabbiosa "INTERCALAZIONE PELITICA SIGNIFICATIVA EVENTUALE"

Orizzonte di limoso-argilloso-sabbioso, giallo-ocra, con intercalati livelletti di sabbia giallastra, a luoghi con rari ciottoli in dispersione, di spessore variabile. E' considerato **suolo coesivo** (a grana fine) per il quale l'analisi granulometrica eseguita (risultati prove di un camp. terreno simile prelevato a -16,0÷16,5m)^{^^}, stabilisce che si tratta di "limo con argilla sabbiosa" al quale possono essere attribuite le seguenti caratteristiche geotecniche (terreno simile):

h=5,00 m	spessore variabile
$\gamma=19,67\div(19,753)$ KN/m ³	peso volume naturale
$\gamma_{sat}=19,688\div(20,343)$ KN/m ³	peso volume saturo
$\gamma'=9,56$ KN/m ³	peso volume immerso ($\gamma'=\gamma_{sat} - \gamma_w$, dove $\gamma_w=9,80665$ KN/m ³)
$\phi'=22,27\div(23,00)^\circ$	angolo di resistenza al taglio (<i>tensioni efficaci, a lungo termine, da taglio CD</i>)
$c'=18,52\div(18,50)$ KN/m ²	coesione drenata (<i>tensioni efficaci, a lungo termine, da taglio CD</i>)
per $\phi=0^\circ$	
$c=c_u=206,51\div(206,00)$ KN/m ²	coesione non drenata (<i>tensioni totali, a breve termine, da TRX-UU</i>)
$E_{d1}=7,07\div(7,1)$ MN/m ²	modulo di compressibilità edometrica (<i>da prova edometrica, P'v=200 kPa</i>)
$E_{d1}=7,76\div(7,70)$ MN/m ²	modulo di compressibilità edometrica (<i>da prova edometrica, P'v=400 kPa</i>)
$E_{dvo}=7,24\div(7,25)$ MN/m ²	modulo di compressibilità edometrica (<i>da prova edometrica, P'vo=244,56 kPa tensione verticale camp.</i>)
$V_s=590$ m/s	velocità media delle onde di taglio (<i>da sismica Masw</i>)

SUBSTRATO TERRENO DI FONDAZIONE - EVENTUALE INTERCALAZIONE PELITICA SIGNIFICATIVA. Si tratta di sedimenti, che possono essere riferiti a lenti pelitiche normalmente presenti nella compagine ghiaioso-sabbiosa.

^{^^}Note geotecniche (prove camp. significativo terreno simile prelevato a -16,0÷16,5m). Questo livello limoso argilloso sabbioso sarebbe molto compatto ($c_u=206,1$ kPa, TRX-UU), plastico (IP=25%), di consistenza semisolida-solido (IC=1,16), non attive (IA=IP/CF=0,68), riferibili ad argille inorganiche di alta plasticità e/o a limi organici di alta compressibilità e argille organiche (Carta Casagrande), di medio-bassa compressibilità (da edometrica $Med=7,76$ MPa ⇔ $\sigma_v=392,26$ kPa), impermeabile (da edometrica $K=3,18\cdot 10^{-11}$ m/s), debolmente sovraconsolidato (O.C.R.= $\sigma_c/\sigma'_{vo}=1,23$).

4ª Unità litotecnica (da -20,00 m in poi) ⇔ Ghiaia a matrice sabbiosa

Materiale alluvionale, costituito da ghiaia arrotondata, poligenica (di piccole e medie dimensioni), ad abbondante matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, beige-giallastra (alternata a livelli, decimetrici, di sabbia fine biancastra), comprendente inferiormente strato sabbioso*. E' considerato **suolo non coesivo** (a grana grossa), molto denso, poco compressibile, permeabile, al quale possono essere attribuite proprietà geotecniche riportate in tabella (terreno simile).

h=24,00	spessore considerato (includendo parte dello strato sabbioso sottostante come da pozzo Ispra.1)*
$\gamma=19,61\div(20,00)$ KN/m ³	peso volume
$\gamma'=9,61$ KN/m ³	peso volume immerso (<i>falda idrica da -9,50 m in poi $\gamma' = \gamma - \gamma_w$ dove $\gamma_w=9,80665$ KN/m³</i>)
$\phi'=45,0\div 49,6^\circ$	angolo di resistenza al taglio (<i>tensione efficace, a lungo termine, terreni simili</i>)
$c'=4,0\div(5,0)$ KN/m ²	coesione drenata (<i>tensioni efficaci, lungo a termine, matrice limoso-argillosa</i>)
$E=54,92\div 58,84$ MPa	modulo di compressibilità (<i>da N_{SPT} Schultze</i>)
$V_{sm}=660$ m/s	velocità media delle onde di taglio (<i>da indagine sismica Masw</i>)

SUBSTRATO TERRENO DI FONDAZIONE. Materiale alluvionale, riferibile (come per la 2ª unità litotecnica) ai "Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle" alti 15 m circa sugli alvei attuali, costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie localmente torbose (at₂: depositi alluvionali terrazzati sabbiosi e ciottolosi dei terrazzi medi dell'Ofanto e dei suoi affluenti). PLEISTOCENE.

Probabilmente ai sensi delle NTC/2018, il valore della velocità equivalente ($V_{s,eq}$), di propagazione delle onde di taglio ottenuto dall'indagine MASW eseguite in zona, pari a **575 m/sec**, consente di attribuire il sottosuolo in esame alla **categoria B**.



5.1.2. Caratterizzazione prevedibile delle unità litotecniche terreno di fondazione torri eoliche G6, G8, G10 e G14 – Area di affioramento di depositi, prevalentemente costituiti da *sabbie calcareo-quarzose e sabbie argillose a volte con livelli arenacei di colore giallastro e, in alto, sottili lenti ciottolose* ⇒ **SABBIE DI MONTE MARANO**

PQ_s=Q^c_s.

► 1^a Unità litotecnica da 0.00 m a -(0,60 / 1,00 m) ⇔ “Terreno vegetale”

Strato di copertura costituito di terreno vegetale sabbioso limoso, marrone-nerastro. Di spessore variabile è considerato suolo coesivo da molto molle/molle a mediamente consistente, da molto compressibile a compressibile, permeabile/semi-permeabile (spaccature lavori agricoli), dotato delle caratteristiche geotecniche riportate in tabella.

h=1,00 m	spessore considerato
$\gamma_n=17,50 \div 17,60 \text{ KN/m}^3$	peso volume naturale
$c'=1,60 \div 1,62 \text{ KN/m}^2$	coesione (<i>tensione efficace, a lungo termine, terreni simili</i>)
$\varphi'=25,3 \div 25,20^\circ$	angolo di resistenza al taglio (<i>tensione efficace, a lungo termine</i>)
Per $\varphi=0^\circ$	
$c=c_u=32,80 \div 39,23 \text{ KN/m}^2$	coesione non drenata [(tensione totale, a breve termine, terreni simili) da formula di Yilmaz – 2000]
$c=c_u=30,60 \div 30,50 \text{ KN/m}^2$	coesione non drenata [(tensione totale, a breve termine, terreni simili) da prove penetrometriche DPM e SPT (N_{SPT} a -1,00 m ⇒ 4 [3+2] =5 c/p (p.a.)), materiale “mediamente consistente” IC=0,312]
$c=c_u=0,00 \text{ KN/m}^2$	coesione non drenata [(tensione totale, a breve termine, terreni simili) da prove penetrometriche DPM e SPT (N_{SPT} a -0,50 m ⇒ 2 [0+0]=0 c/p (p.a.), materiale “privo di consistenza” poiché completamente imbevuto d’acqua IC=0 (terreni simili).
$E_{ed}=5,64 \div 5,65 \text{ MN/m}^2$	modulo di compressibilità (da prove penetrometriche DPM e SPT e da prova edometrica, $\sigma'_v=100 \div 200 \text{ kPa}$, terreni simili).
$V_{Sm}=100/335/85/150 \text{ m/sec}$ velocità media delle onde di taglio (da indagini sismiche Masw)	

Rappresenta l'insieme del materiale diffusamente presente nel contesto rurale riguardante il territorio comunale di Canosa di Puglia. E' da considerare (a favore della sicurezza) suolo coesivo da molle a mediamente consistente, compressibile/di medio alta compressibilità. N.B. Qualora totalmente imbibito d'acqua, questo materiale è molle o perfino privo di consistenza.

► 2^a Unità litotecnica da -1,00 m a -5,00 m ⇔ “Crostone calcareo-sabbioso” e, inferiormente, “sabbia fine giallastra”

Orizzonte calcareo-sabbioso straterellato, giallastro, di origine evaporitica (con diffusa presenza di carbonato di calcio per precipitazione) al quale è stato associato il sottostante strato di sabbia fine giallastra, a laminazione incrociata, con sottili livelli di areniti e di silt biancastri pulverulenti. Di spessore variabile, le prove penetrometriche dinamiche attuali eseguite (SPT) denotano che si tratta di materiale sabbioso molto compatto (talora potrebbe essere mediamente compatto, come evidenziano le prove penetrometriche dinamiche continue pregresse DPM, eseguite in zona).

È considerato suolo non coesivo, molto denso ($Dr=94/96/97\%$), di medio bassa compressibilità/poco compressibile $N_{SPT}=50$ ⇒ $(N_1)_{60} = (45/85/89)_{c/p}$, semi-permeabile (per porosità e fratturazione), al quale possono essere attribuite le caratteristiche geotecniche riportate in tabella. L'analisi granulometrica indica che si tratta di sabbia limosa debolmente ghiaiosa argillosa.

h=4,00 m	spessore considerato
$\gamma_n=17,234 \div 17,50 \text{ KN/m}^3$	peso volume naturale (da prove di laboratorio e sismiche)
$\varphi'=27,15^\circ$	angolo di resistenza al taglio (<i>tensioni efficaci, a lungo termine, da prova di taglio diretto</i>)
$c'=0,57 \text{ kPa}$	coesione drenata (<i>tensioni efficaci, a lungo termine, da prova di taglio diretto</i>)
$\varphi'=38,38-47,18-48,40^\circ$	angolo di resistenza al taglio (<i>tensioni efficaci, a lungo termine, valore medio da prove penetrometriche SPT.1-2-3, v. stratigrafia sondaggio geotecnico S1pz '20</i>)
$c'=0$	coesione drenata (<i>tensioni efficaci, a lungo termine</i>)
$M_{1-2-3}=15,2-5,39-6,86 \text{ MN/m}^2$	modulo di compressibilità (da prove penetrometriche dinamiche continue pregresse_DPM)
$V_{Sm}=290/390/325/380 \text{ m/s}$	velocità media delle onde di taglio (da indagine sismica Masw)
$K_w=78,45 \div 147,10 \text{ MN/m}^3$ ($8 \div 15 \text{ kg/cm}^3$)	modulo di Winkler (da valori di letteratura, tabelle inerenti)

Rappresenterebbe il terreno, dove è tecnicamente possibile impostare le fondazioni delle opere da realizzare (plinto fondazione delle turbine eoliche in assenza di pali di sottofondazione) in effetti, il crostone calcareo è identificabile quale strato superficiale “caratteristico” delle condizioni litostratigrafiche della zona, riscontrabile sia da indagini geognostico-geotecniche e, in particolare, dall'analisi visiva di scavi a cielo aperto). E' riferibile alle “Sabbie e sabbie argillose a volte con livelli arenacei di colore giallastro; lenti ciottolose localmente fossilifere (Q^c_s: SABBIE DI MONTE MARANO. Sabbie calcareo-quarzose gialle con livello cementato color marrone e, in alto, sottili lenti ciottolose)”. PLIOCENE-CALABRIANO.



► 3ª Unità litotecnica da -5,00 m a -10,00 m ⇔ “Argilla beige-verdastra con rari livelletti sabbiosi” ⇒ eventuale orizzonte pelitico intercalato nelle Sabbie di Monte Marano

Materiale limoso-argilloso, verosimilmente organizzato sotto forma di livello e/o lente, per il quale l'analisi granulometrica eseguita sul campione di terreno simile (prelevato tra -6,00 e -6,50 m) stabilisce che si tratta di "argilla con limo" riferibile ad argille inorganiche ad alta plasticità (Carta Casagrande). Molto plastico (IP=50,1), di consistenza solido/solida (IC=1,028) e indice di attività colloidale normale (IA=0,759).

È considerato suolo coesivo, duro ($c_u=342,6$ kPa da TRX-UU), sovraconsolidato ($OCR = \sigma'_p / \sigma'_{vo} = 440$ kPa / 104,78 kPa = 4, da prova edometrica), poco compressibile ($M_{ed}=14,19$ MPa = 14'900 MPa ⇒ $\sigma_v=392,2$ kPa = 3,999 kg/cm² da edometrica).

Il campione non è stato sottoposto a prova diretta di permeabilità; il valore di k (determinato nel corso della prova edometrica in corrispondenza di un carico $\sigma_v=7,999$ kPa) è risultato pari a 1,689⁻¹¹ m/s, impermeabile ⇒ grado di permeabilità, praticamente impermeabile ⇒ drenaggio.

h=5,00 m	spessore considerato
$\gamma_n=18,876$ KN/m ³	peso volume naturale
$\gamma_{sat}=19,433$ KN/m ³	peso volume saturo
$\phi'=20,11$	angolo di resistenza al taglio (<i>tensioni efficaci, a lungo termine, da prove di taglio CD</i>)
$c'=20,50$ KN/m ²	coesione drenata (<i>tensioni efficaci, a lungo termine, da prove di taglio CD</i>)
per $\phi=0^\circ$, $c=c_{u,TRX}=342,6$ KN/m ²	coesione non drenata (<i>tensioni totali, a breve termine, da prova TRX-UU</i>)
$M_{ed,1}=14,19$ MN/m ² (1'419 kPa)	modulo di compressibilità (<i>da prova edometrica $\sigma_v=392,2$ kPa = 3,999 kg/cm²</i>) S1pzC1_6,00-6,50 m
$M_{ed,2}=13,50$ MN/m ² (13'500 kPa)	modulo di compressibilità (<i>da prova edometrica $\sigma_v=784,5$ kPa = 7,999 kg/cm²</i>) S1pzC1_6,00-6,50 m
$M_{ed,3}=20,69$ MN/m ² (20'690 kPa)	modulo di compressibilità (<i>da prova edometrica $\sigma_v=1'569,2$ kPa = 15,999 kg/cm²</i>) S1pzC1_6,00-6,50 m
$V_{Sm}=305/440/335/460$ m/s	velocità media delle onde di taglio (<i>da indagine sismica Masw.</i>)

► 4ª Unità litotecnica da -10,00 m in poi ⇔ “Sabbia fine giallastra”

Sabbia fine giallastra, monogranulare, con livelli decimetrici di silt e rari straterelli di areniti. Si tratta di materiale sabbioso (credibilmente molto compatto in ogni dove dell'area studiata) al quale, a favore della sicurezza, sono state attribuite le stesse caratteristiche geomeccaniche della seconda unità litotecnica, per cui è considerato suolo non coesivo, molto denso ($D_r=94/96/97\%$), di medio bassa compressibilità/poco compressibile $N_{SPT}=50$ ⇒ $(N_1)_{60} = (45/85/89)_{c/p}$, semi-permeabile (per porosità), al quale possono essere attribuite le caratteristiche geotecniche riportate in tabella.

h=non determinato	spessore
$\gamma_n=19,50 \div 19,70$ KN/m ³	peso volume naturale (da prove sismiche)
$\gamma'=9,69 \div 9,89$ KN/m ³	peso volume immerso ($\gamma_n - \gamma_w$, in cui $\gamma_w=9,80665$ KN/m ³)
$\phi'=38,38/47,18/48,40^\circ$	angolo di resistenza al taglio (<i>tensioni efficaci, a lungo termine, valore medio da prove penetrometriche SPT.</i>)
$c'=0$	coesione drenata (<i>tensioni efficaci, a lungo termine</i>)
$M_{1-2-3}=15,2/5,39/6,86$ MN/m ²	modulo di compressibilità (<i>da prove penetrometriche dinamiche continue pregresse DPM</i>)
$V_{Sm}=425/580/375/490$ m/s	velocità media delle onde di taglio (<i>da indagine sismica Masw pregressa eseguita in zona</i>)

Verosimilmente ai sensi delle NTC/2018, il valore della velocità equivalente ($V_{S,eq}$), di propagazione delle onde di taglio ottenuto dall'indagine MASW eseguite in zona, pari a **375/530 m/s**, consente di attribuire il sottosuolo in esame alla **categoria B**.



5.1.3. Caratterizzazione prevedibile delle unità litotecniche terreno di fondazione torre eolica G11 – Area di affioramento di depositi, prevalentemente costituiti da conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni, a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie e arenarie, denominati ⇒ CONGLOMERATI DI IRSINA

$$Q_{c1} = Q_{c_{cg}}$$

N.B. Vista la natura di questo materiale, per il quale è praticamente impossibile prelevare campioni indisturbati ed è assai difficile eseguire “significative” prove penetrometriche dinamiche (tipo SPT) e/o prove penetrometriche dinamiche continue (DPL, DPM, DPH, DPSH) ed è altrettanto problematico effettuare prove penetrometriche statiche (CPT), si potranno prendere in considerazione gli stessi parametri definiti per le aree di affioramento di depositi, rappresentati prevalentemente da ghiaie e sabbie, attribuiti alla formazione dei “Terrazzi medi dell’Ofanto e del Carapelle” ($Q_{t2} = at_2$) (v. paragrafo 5.1.1.).

5.1.4. Caratterizzazione prevedibile delle unità litotecniche riferibili all’eventuale rinvenimento di sub-strato del terreno di fondazione riguardante depositi prevalentemente costituiti da argille e argille marnose più o meno siltose, grigio-azzurrognole o giallastre per alterazione, localmente sabbiose ⇒ ARGILLE SUBAPPENNINE $PQ_a = Q_{c_a}$.

► **Unità litotecnica da 45/60/70 (?)..... in poi ⇔ “limo e argilla sabbiosa / limo argilloso-sabbioso”**

Sono stati associati i depositi limoso-argillosi, giallastri passanti, in profondità, a sedimenti limoso-argilloso-sabbiosi, grigio-azzurrognoli, per i quali le analisi granulometriche eseguite in precedenza (campioni di terreno simile prelevati a -10,00÷10,50 e campione a -17,50÷18,00) indicano che si tratta, rispettivamente, di limo e argilla sabbiosa e limo argilloso-sabbioso, riferibili a (limi inorganici di media compressibilità e limi organici) o, anche, a [argille inorganiche di bassa compressibilità] ⇒ Carta Casagrande; di consistenza (solida) o, anche [solido-plastica] ⇒ Indice di Consistenza IC=1,06/0,86; poco plastico ⇒ Indice Plastico IP=9,66/13,00; inattivo ⇒ Indice di Attività colloidale IA=0,22/0,58. È considerato suolo coesivo, consistente/molto consistente (c_u , da prove a espansione laterale libera ELL), molto consistente* (da N_{SPT} a -10 m), duro** (da N_{SPT} a -14,00 e 18,00 m), debolmente sovraconsolidato (OCR=1,65), poco compressibile o, anche, di [medio-bassa compressibilità] (M_{ed} modulo prove edometriche), impermeabile, al quale possono essere attribuite le caratteristiche geotecniche riportate in tabella, desunte da prove geotecniche di laboratorio pregresse, eseguite sui campioni di terreno simili.

h=non determinato	spessore
$\gamma_n = 19,19 \div [20,064]$ KN/m ³	peso volume naturale (1,957÷2,046 g/cm ³)
$\gamma_{sat} = 19,54 \div [20,615]$ KN/m ³	peso volume saturo (1,993÷2,102 g/cm ³)
$\gamma' = [9,73] \div 10,81$	peso volume immerso ($\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$, in cui $\gamma_w = 9,80665$ KN/m ³)
$\phi' = [17,83] \div 33,34^\circ$	angolo di resistenza al taglio (tensioni efficaci, a lungo termine, da prove di taglio CD)
$c' = [37,85] \div 10,00$ KN/m ²	coesione drenata (tensioni efficaci, a lungo termine, da prove di taglio CD)
per $\phi = 0^\circ$	
$c = c_{u,ELL} = [146,12] \div 59,82$ KN/m ²	coesione non drenata (tensioni totali, a breve termine [<u>molto cons./consistente</u>] da prove E.L.L.)
* $c_{u,SPT_{10}} = 169,00$ KN/m ²	coesione non drenata (tensioni totali, a breve termine [<u>molto cons.</u>] da $N_{SPT} = 26$ c/p, a -10,00m)
** $c_{u,SPT_{14,5}} > 196,00$ KN/m ²	coesione non drenata (tensioni totali, a breve termine [<u>duro</u>] da $N_{SPT} = 37$ c/p, a -14,50m)
** $c_{u,SPT_{14,5}} > 196,00$ KN/m ²	coesione non drenata (tensioni totali, a breve termine [<u>duro</u>] da $N_{SPT} = 33$ c/p, a -14,50m)
** $c_{u,SPT_{18,1}} > 196,00$ KN/m ²	coesione non drenata (tensioni totali, a breve termine [<u>duro</u>] da $N_{SPT} = 44$ c/p, a -18,10m)
$M_{ed,S3C1} = [8,259]$ MN/m ²	modulo edometrico [<u>poco compressibile</u>] da prova <u>edometrica</u> , $\sigma_{vm} = 147,10$ kPa = 1÷2 kg/cm ²) c. 10,00÷10,50 m
$M_{ed,S3C2} = [5,49]$ MN/m ²	modulo edometrico [<u>di medio-bassa compress.</u>] da prova <u>edometrica</u> , $\sigma_{vm} = 294,19 = 2÷4$ kg/cm ²) c. 17,50÷18,00 m

Si tratta di materiale in maggior parte limoso-argilloso riferibile alle Argille e argille marnose grigio-azzurrognole localmente sabbiose, fossilifere (Q_c : ARGILLE SUBAPPENNINE. Argille marnose più o meno siltose grigio-azzurrognole o giallastre per alterazione, fossilifere; argille sabbiose al passaggio con le sovrastanti Q_{cs}). PLIOCENE SUP?-CALABRIANO.

Presumibilmente, ai sensi delle NTC/2018, il valore della velocità equivalente ($V_{s,eq}$), di propagazione delle onde di taglio ottenuto dall'indagine MASW eseguite in zona, pari a 350 m/sec, consente di attribuire il sottosuolo in esame alla categoria C.



5.2 Valutazione dati litostratigrafici e idrotecnici pozzi per acqua

Al fine di avere informazioni lito-stratigrafiche e idrotecniche a maggiore profondità (rispetto ai sondaggi geotecnici eseguiti in precedenza, spinti fino a max -30,00 m), le figg. 25, 26 e 27, compendiano la ubicazione e i risultati ottenuti dall'escavazione dei pozzi per acqua più vicini al sito oggetto di analisi, tratti dall'Archivio Nazionale delle indagini del sottosuolo (ISPRA-Portale del Servizio Geologico d'Italia - Banca dati legge 464/1984).

<POZZO PER ACQUA ISPRA.1_1990>

SERVIZIO GEOLOGIA APPLICATA, PIANIFICAZIONE DI BACINO, GESTIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO, IDROGEOLOGIA, IDRODINAMICA ACQUE SOTTERANEE ITA ▾



DIPARTIMENTO PER IL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISPRA
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Seguici su   

cerca nel sito 🔍

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

[Stampa](#)

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p>Codice: 162544 Regione: BASILICATA Provincia: POTENZA Comune: LAVELLO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 1003,00 Quota pc slm (m): ND Anno realizzazione: 1990 Numero diametri: 0 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): ND Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 0 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 5 Longitudine WGS84 (dd): 15,917281 Latitudine WGS84 (dd): 41,098719 Longitudine WGS84 (dms): 15° 55' 02.21" E Latitudine WGS84 (dms): 41° 05' 55.40" N</p> <p>(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	

MISURE PIEZOMETRICHE				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
giu/1990	220,50	ND	ND	ND

STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	60,00	60,00	QUATERNARIO	SABBIA CON LENTI CIOTTOLOSE, FOSSILIFERE
2	60,00	390,00	330,00	CALABRIANO-PLIOCENE	ARGILLA CON RESIDUO SABBIOSO, GRIGIO AZZURRA, FOSSILIFERA
3	390,00	740,00	350,00	CALABRIANO-PLIOCENE	ARGILLA CON RESIDUO SABBIOSO, GRIGIO AZZURROGNOLA CON FREQUENTI CONCREZIONI ARENACEE SCURE, FOSSILIFERA CON FENOMENI DI PIRITIZZAZIONE. LENTI SABBIOSE FOSSILIFERE
4	740,00	993,00	253,00		DESCRIZIONE NON PRESENTE
5	993,00	1003,00	10,00		PERDITA PARZIALE DI CIRCOLAZIONE

Fig. 25 – Ubicazione, caratteri litostratigrafici e idrotecnici pozzo per acqua ISPRA.1 (cerchiato in rosso solo il settore nord dell'impianto)



<POZZO PER ACQUA ISPRA.2_1990>

SERVIZIO GEOLOGIA APPLICATA, PIANIFICAZIONE DI BACINO, GESTIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO, IDROGEOLOGIA, IDRODINAMICA ACQUE SOTTERANEE

ITA ▼



DIPARTIMENTO PER IL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISPRA

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Seguici su



cerca nel sito



Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Stampa

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p>Codice: 162543 Regione: BASILICATA Provincia: POTENZA Comune: LAVELLO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 865,00 Quota pc slm (m): 263,00 Anno realizzazione: 1990 Numero diametri: 0 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): ND Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 0 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 6 Longitudine WGS84 (dd): 15,921719 Latitudine WGS84 (dd): 41,096219 Longitudine WGS84 (dms): 15° 55' 18.19" E Latitudine WGS84 (dms): 41° 05' 46.39" N</p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
giu/1990	237,00	ND	ND	ND

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	70,00	70,00	CALABRIANO-PLIOCENE	SABBIA CON LENTI CIOTTOLOSE, FOSSILIFERE
2	70,00	400,00	330,00	CALABRIANO-PLIOCENE	ARGILLA CON RESIDUO SABBIOSO, GRIGIO AZZURRA, FOSSILIFERA
3	400,00	748,00	348,00	CALABRIANO-PLIOCENE	ARGILLA CON RESIDUO SABBIOSO, GRIGIO AZZURROGNOLA CON FREQUENTI CONCREZIONI ARENACEE SCURE, FOSSILIFERA CON FENOMENI DI PIRITIZZAZIONE
4	748,00	775,00	27,00	CALABRIANO-PLIOCENE	ARGILLE CON FREQUENTI LENTI SABBIOSE ABBONDANTEMENTE FOSSILIFERE, MARNE GRIGIE TALVOLTA ROSA
5	775,00	813,00	38,00		CALCARE GRIGIO POCO COMPATTO, APPARENTEMENTE TETTONIZZATO
6	813,00	865,00	52,00		CUTTINGS ASSENTI PER MANCANZA DI CIRCOLAZIONE; SI RITIENE CHE SI TRATTI DI CALCARE VISTE LE VELOCITA' DI AVANZAMENTO

Fig. 26 – Ubicazione, caratteri litostratigrafici e idrotecnici pozzo per acqua ISPRA.2 (cerchiato in rosso solo il settore nord dell'impianto)



<POZZO PER ACQUA ISPRA.3_1990>

SERVIZIO GEOLOGIA APPLICATA, PIANIFICAZIONE DI BACINO, GESTIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO, IDROGEOLOGIA, IDRODINAMICA ACQUE SOTTERANEE

DIPARTIMENTO PER IL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISPRA
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Stampa

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p>Codice: 162545 Regione: BASILICATA Provincia: POTENZA Comune: LAVELLO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 595,00 Quota pc slm (m): 289,00 Anno realizzazione: 1990 Numero diametri: 0 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): ND Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 0 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 6 Longitudine WGS84 (dd): 15,912550 Latitudine WGS84 (dd): 41,086219 Longitudine WGS84 (dms): 15° 54' 45.18" E Latitudine WGS84 (dms): 41° 05' 10.40" N</p> <p>(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	

MISURE PIEZOMETRICHE				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
giu/1990	264,00	ND	ND	ND

STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	45,00	45,00	QUATERNARIO	SABBIA CON LENTI CIOTTOLOSE, TALVOLTA FOSSILIFERE
2	45,00	329,00	284,00	CALABRIANO-PLIOCENE	ARGILLA CON RESIDUO SABBIOSO, GRIGIO AZZURRA, FOSSILIFERA
3	329,00	445,00	116,00	CALABRIANO-PLIOCENE	ARGILLA CON RESIDUO SABBIOSO FOSSILIFERA, ELEMENTI CALCAREI BIANCHI E NERASTRI, CONCREZIONI ARENACEE QUARZOSE, SCURE
4	445,00	495,00	50,00	CALABRIANO-PLIOCENE	ARGILLA GRIGIO AZZURROGNOLA ABBONDANTEMENTE FOSSILIFERA
5	495,00	503,00	8,00	CRETACEO	CALCARE GRIGIO E GRIGIO CHIARO
6	503,00	595,00	92,00	CRETACEO	CUTTINGS ASSENTI PER MANCANZA DI CIRCOLAZIONE A CAUSA DEGLI ASSORBIMENTI; SI RITIENE CHE SI TRATTI DI CALCARE VISTE LE VELOCITA' DI AVANZAMENTO.

Fig. 27 - Ubicazione, caratteri litostratigrafici e idrotecnici pozzo per acqua ISPRA.3 (cerchiato in rosso solo il settore nord dell'impianto)

Dai sopraindicati dati, derivanti da esplorazioni profonde del sottosuolo, si può dedurre che nelle aree di terebrazione dei pozzi per acqua, sono stati riscontrati terreni permeabili di natura sabbiosa, con intercalazioni ghiaiose, fino a profondità (dal piano campagna) comprese tra 45 e 70 m s.l.m.

Tali terreni sono sovrapposti a materiale prevalentemente argilloso, grigio-azzurro, riferibile alle argille subappennine, a loro volta poggianti, alla profondità di 495-775 m, sul "basamento" calcareo-dolomitico della Piattaforma carbonatica apula.

Il livello statico della falda idrica indicato, rilevato nel 1990 a notevole profondità (220/264/237m), presuppone che l'acquifero superficiale, contenuto nei suddetti terreni sabbioso-ghiaiosi, fu verosimilmente ritenuto di scarsa rilevanza quantitativa.



Le anzidette informazioni confermano comunque la struttura idrogeologica del sito, delineata in precedenza, per cui le condizioni favorevoli per la formazione dell'acquifero sono da attribuire ai terreni permeabili per porosità (formati dai corpi ghiaioso/sabbiosi e/o conglomeratici $Q_{t2}=at_2$ - $PQ_s=Q_s^c$ - $Q_{c1}=Q_{c1}^c$), poggianti sui terreni argillosi, riferibili ad argille $PQ_a=Q_a^c$, i quali costituiscono (nell'ambito dei primi 40-70 m circa) il tetto del sub-strato impermeabile.

Come già descritto (pagg. 18 e 21), tale configurazione idrogeologica costituisce l'acquifero poroso superficiale che si può formare, appunto, alla profondità di alcune decine di metri dal p.c. nella porzione relativamente superficiale del sottosuolo nei depositi marini e alluvionali, che ricoprono con le argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche. Si differenzia, dall'acquifero fessurato-carsico profondo, che ha sede nella piattaforma carbonatica delle Murge che (verso ovest) è ribassata a gradinata da sistemi di faglie dirette, in direzione del F. Ofanto e del fronte della Catena appenninica, attestandosi a considerevole profondità.

Nel caso in esame, l'analisi dei dati disponibili consente di sostenere che nel settore nord dell'area in esame l'andamento delle linee a uguale quota assoluta della superficie piezometrica della falda profonda (isopieziche), riguardanti l'area dell'impianto eolico in oggetto, è compreso tra 20 e 30 m s.l.m., mentre quelle della superficie piezometrica della falda superficiale si attesta mediamente a 100 m s.l.m.

Perciò, considerando 186 m la quota topografica media del settore nord dell'impianto e 25 m la quota piezometrica media della falda profonda, la soggiacenza della falda profonda è pari a 161 m (186m-25m).

Allo stesso modo valutando sempre 186 m la quota topografica media dell'impianto e 100 m la quota piezometrica media della falda superficiale, la soggiacenza della falda superficiale è pari a 86 m (186m-100m).

Di conseguenza nel settore sud dell'impianto, dove le quote topografiche sono sensibilmente superiori, la soggiacenza della falda (sia profonda, sia superficiale) è sicuramente maggiore.

I dati idrogeologici disponibili dimostrano che le notevoli mutazioni climatiche degli ultimi anni hanno notevolmente influito sull'alimentazione della falda idrica sotterranea e dei corsi d'acqua (regimi idrici tuttora condizionati, da improvvise piogge intense e di breve durata), con conseguenti ragguardevoli escursioni della stessa.

In merito alla situazione idrogeologica "attuale" del sito, si specifica che i dati a disposizione (sondaggi geotecnici pregressi non attrezzati con piezometro) non hanno consentito di supporre la profondità dal piano campagna nelle aree dell'impianto. A progetto approvato la reale posizione della falda acquifera, sarà stabilita nelle successive fasi di specifica valutazione.

5.3 Valutazione dati geofisici pregressi

[DETERMINAZIONE "PREVEDIBILE" NON ESAUSTIVA DELLE EFFETTIVE CONDIZIONI SISMICHE]

Come anticipato (a titolo orientativo) si riportano i risultati dei caratteri sismici ottenuti da indagini geofisiche pregresse, eseguite in aree viciniori al sito in esame, utilizzando il metodo MASW per la determinazione della velocità di propagazione di onde S con la profondità.

Ai fini della valutazione semplificata della risposta sismica locale, i recenti aggiornamenti normativi vigenti in materia (NTC/2018), stabiliscono che la classificazione della categoria sottosuolo si esegue in base alle condizioni stratigrafiche e ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (m/s), calcolata tramite la seguente relazione:

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

Dove:

H = "profondità del substrato" definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da " V_s " non inferiore a 800 m/sec;

h_i = spessore dello strato iesimo;

V_{si} = velocità delle onde di taglio nell'iesimo strato

N = numero di strati.



Per depositi con “profondità H del substrato” **superiore a 30 m** la velocità equivalente delle onde di taglio ($V_{s,eq}$) è definita dal parametro $V_{s,30}$ ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione, considerando le proprietà degli strati del terreno fino a tale profondità.

La normativa NTC/2018 stabilisce che per:

- ✓ le opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera;
- ✓ i muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano d'imposta della fondazione;
- ✓ le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano d'imposta delle stesse;
- ✓ le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Nella valutazione delle indagini geosismiche pregresse esaminate sono stati considerati i valori derivati dal modello di velocità concernente le onde di taglio (V_s), estendendo il semispazio fino alla profondità di 30 metri, valore medio della Velocità equivalente e non avendo contezza ora come ora della testa dei pali profondità del piano di posa riferito al piano campagna.

Applicando le indicazioni espresse nella normativa NTC/18 in parola, i parametri derivati da Masw pregresse consentono (credibilmente) di attribuire il sottosuolo in esame delle opere progettate alla categoria **B**.

Tali determinazioni, indicative per il sottosuolo delle aree limitrofe, può essere considerata ragionevolmente “prevedibile” anche per il sito in esame, in ogni caso non esaustiva delle reali condizioni sismiche del sito oggetto di analisi preliminare.



6. CONCLUSIONI E PROPOSTE TECNICHE D'INTERVENTO

Lo studio dell'ambiente geologico, geomorfologico, idrogeologico, idrologico, idraulico e strutturale generale, delle aree interessate dalla realizzazione dell'impianto eolico in oggetto unitamente alla valutazione dei dati litotecnici e idrotecnici pregressi (indagini geognostico/geotecniche, pozzi per acqua realizzati nelle vicinanze e in zona), considerati al fine di definire la natura, le caratteristiche geotecniche e sismiche "presumibili" del terreno di fondazione, interessato dalla progettazione in oggetto, oltre a tutte le informazioni di carattere geotecnico acquisite, inerenti alle opere già realizzare in loco, consentono di formulare le seguenti considerazioni conclusive.

6.1 Caratteristiche delle opere da realizzare

E' stata prevista la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile "eolica" (delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale) costituito da: quattordici turbine (aerogeneratori G1...G14), S.S.E.U. (Sotto Stazione Elettrica di consegna o Stallo Utente AT/MT), di cavidotti di centrale e d'interconnessione (linee elettriche in cavo sotterraneo da porre in opera sia sulla viabilità esistente, sia sulla viabilità da costruire), la realizzazione di piazzole di montaggio delle turbine e delle strade d'accesso alle stesse.

Gli **aerogeneratori WTG** (Wind Turbine Generator) sono generalmente costituiti da una torre di sostegno tubolare metallica (conci d'acciaio a sezione tronco conica, montati in sito); dalla navicella (installata sulla sommità), turbina, azionata dalle eliche, motori e trasformatori. All'interno della struttura sono collocati i sistemi e le apparecchiature di controllo e gestione del processo tecnologico per la produzione dell'energia elettrica.

La **S.E.E.U. AT/MT** di consegna Utente è solitamente un'opera di modesta rilevanza strutturale (in termini d'interazione terreno-struttura), consistente in fabbricato in telai di c.a. a solo piano terra solitamente realizzata su fondazioni a travi rovesce o platea (locali: FV/Misure, MT, BT, GE...) e da una serie di basamenti per l'appoggio/ancoraggio di dispositivi elettromeccanici, destinati allo smistamento, alla trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica proveniente dall'impianto eolico. [Struttura operativa rivolta alla consegna in AT dell'energia prodotta dall'impianto eolico alla Stazione Elettrica del Gestore TERNA].

I **cavidotti elettrici**, andranno a costituire la rete di elettrodotti di collegamento tra gli aerogeneratori e la S.E. TERNA. Sono generalmente costituiti da terne di cavi di sezione variabile, collocati in scavo a sezione, solitamente della larghezza di circa 0,70 m, profondità di 1,00-1,20 m, immerso in letto di sabbia, eventualmente protetto da uno strato di c.l.s. Gli scavi, eseguiti al bordo della carreggiata delle sedi stradali esistenti e, nel caso d'attraversamento di suoli agricoli la profondità minima sarà di 1,50 m, saranno riempiti con misto granulometrico stabilizzato, con sovrapposizione di terreno vegetale di chiusura.

Il tracciato di posa in opera dei cavidotti di centrale e di collegamento alla S.E. TERNA andrà a intersecare il reticolo idrografico esistente in vari punti. Perciò, in corrispondenza di tutte le intersezioni di una certa rilevanza idraulica, l'attraversamento sarà realizzato mediante TOC (TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA), oppure, in taluni casi, eventualmente collocato lateralmente all'impalcato degli attraversamenti se esistenti (ponti in c.a. di recente realizzazione).

Le **piazzole di cantiere/montaggio dei WGT** da realizzare per consentire lo stoccaggio delle componenti degli aerogeneratori ed il posizionamento delle gru per il montaggio, occuperanno una superficie verosimilmente di circa 1000 m²; alla fine delle attività tali aree saranno nel caso ridimensionate e destinate alle operazioni di manutenzione e rifinite a ghiaietto. Si ritiene opportuno raccomandare di eseguire il controllo della deformabilità del terreno di appoggio dei piedi della gru.

Le **strade d'accesso alle piazzole** saranno della larghezza di 4-5 m, generalmente realizzate, con fondazione formata di misto di cava, a pezzatura decrescente, con strato di chiusura di misto granulometrico stabilizzato, di circa 10 cm di spessore, eventualmente posato su T.N.T.



6.2 Caratterizzazione prevedibile delle unità litotecniche individuate sulla base delle istruzioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni. Parametri di verifica di progetto (da adeguare alla normativa N.T.C./2018).

Come ampiamente rappresentato lo studio geologico, unitamente alle indagini geomeccaniche e geosismiche eseguiti precedentemente in zona, hanno evidenziato che le opere progettate (**aerogeneratori, relative piazzole di montaggio, strade di accesso alle piazzole e tratti di cavidotto di centrale**) riguarderanno, credibilmente, i terreni di seguito descritti e in particolare:

>**Nove** torri eoliche (G1, G2, G3, G4, G5, G7, G9, G12 e G13) andranno a interessare gli affioramenti di depositi di ambiente continentale, prevalentemente rappresentati da **ghiaie e sabbie**, denominati anche \Rightarrow Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle, alti 15 m circa sugli alvei attuali **$Q_{t2}=at_2$** .

>**Quattro** torri (G6, G8, G10 e G14) saranno realizzati nell'ambito dei sedimenti, di ambiente marino, costituiti da **sabbie calcareo-quarzose e sabbie argillose** a volte con livelli arenacei di colore giallastro e, in alto, sottili lenti ciottolose, denominati altresì \Rightarrow SABBIE DI MONTE MARANO **$PQ_s=Q^c_s$** .

>**Una** torre (G11) riguarderà depositi di **conglomerati poligenici** con ciottoli di medie e grandi dimensioni, a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie e arenarie, denominati pure \Rightarrow CONGLOMERATI DI IRSINA **$QC_1=Q^c_{cg}$** .

A tal riguardo, come prima precisato, si sottolinea una **sostanziale corrispondenza lito-stratigrafica**, delle aree afferenti l'intero impianto eolico, caratterizzata da **concreta, analoga successione dei terreni...**[SUOLO..._GHIAIE/SABBIE_GHIAIE/SABBIE/SILT..._CONGLOMERATI/SABBIE...] e ammissibili variazioni riguardanti **gli spessori degli strati**, dovute alla genesi di deposizione specifica del sottosuolo ivi presente.

La comparazione di dati disponibili, ha consentito di definire la parametrizzazione geotecnica di partenza prevedibile (parametri iniziali da adeguare alla normativa NTC/18) e la successione dei terreni che, dalla quota 0.00 (piano campagna), è stata definita come riassunto nelle tabelle riportate ai paragrafi 5.1.1, 5.1.2 e 5.1.3.

6.3 Azione sismica. Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche. Valutazione dell'azione sismica

Con riferimento alle indagini geofisiche eseguite in precedenza, in particolare, ai risultati delle **prospezioni sismiche di tipo Masw**, ai fini della **determinazione "anticipata" dell'azione sismica di progetto e della categoria di sottosuolo** in ossequio all'aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17 gennaio 2018, si specifica quanto segue.

Come descritto prima le **prospezioni sismiche MASW** pregresse sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del N.T.C./2018, perciò, mediante questo tipo di indagine geofisica è stato possibile ottenere i valori di velocità di propagazione delle onde di taglio V_s che consentono di determinare **la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ($V_{s,eq}$)**.

Nel caso di specie i risultati precedenti ottenuti evidenziano un'effettiva corrispondenza dei parametri sismici ed elastici, dei siti vicini indagati, con plausibili variazioni riguardanti gli spessori degli strati, comunque apprezzabili nei moduli di deformazione al taglio, dovute alla particolare genesi del sottosuolo in esame.

Pertanto, con riferimento **alla quota 0.00 piano campagna (A)** ai sensi delle NTC/2018, i valori della Velocità equivalente ($V_{s,eq}$) ottenuti portano a considerare la condizione "B" quale **categoria del sottosuolo** (terreni ghiaioso-sabbiosi e/o sabbiosi e conglomeratici).

Tale determinazione, indicativa per il **sottosuolo delle aree limitrofe**, può essere considerata "prevedibile" anche per il sito in esame, **in ogni caso non esaustiva** delle reali condizioni sismiche del sito in oggetto.

Inoltre, le **condizioni topografiche** del sito sono riferibili alla categoria "T1", giacché parte integrante di superficie pianeggiante (caratteristiche della superficie topografica, tab. 3.2.III).

L'**amplificazione topografica** in funzione della categoria topografica T1 e dell'ubicazione dell'opera definisce il **coefficiente di amplificazione topografica (S_T)** pari a 1,0 (valore massimo del coefficiente di amplificazione topografica, tab. 3.2.V).

La **classe d'uso** di riferimento, per l'opera in progetto è la IV - Costruzione con funzioni pubbliche o strategiche importanti... (.....impianti di produzione di energia elettrica.....), per cui il **coefficiente d'uso** risulta $C_U=2,0$ (tab. 2.4.II).



Nota (^) I valori specifici della velocità equivalente ($V_{s,eq}$) / profondità del substrato (H), considerando cioè la realizzazione **fondazioni superficiali** (nel caso di travi rovesce o platea per la S.S.E.U. dove la profondità del substrato è riferita al piano d'imposta delle stesse) o di **fondazioni profonde** (nell'ipotesi di fondazioni su pali per i WTG, riferita alla testa dei pali), saranno rivalutate in sede di progettazione esecutiva in funzione della tipologia fondazionale adottata.

Per **maggiori approfondimenti** riguardanti i parametri della **pericolosità sismica di base** (ricavati dagli spettri di risposta rappresentativi della componente orizzontale e verticale), l'azione sismica di progetto del generico sito, individuazione della pericolosità del sito, scelta della strategia di progettazione determinazione dell'azione di progetto, parametri dello spettro di risposta elastico orizzontale, parametri dello spettro di risposta elastico verticale, accelerazione massima attesa al sito, coefficienti sismici orizzontale (K_h) e verticale (K_v), si rimanda alla **stima dei parametri di risposta sismica di base come da allegato fuori testo**.

6.4 Considerazioni conclusive e proposte tecniche d'intervento

L'**impianto eolico** in oggetto, unitamente alle relative opere di connessione, non presenta problemi d'incompatibilità con le caratteristiche del territorio (art. 89 D.P.R. n°380) e, in particolare, con le proprietà geologico-tecniche e sismiche del sottosuolo, adottando la tipologia fondazionale adeguata alle caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione delle opere previste (**travi rovesce o platea per la S.S.E.U, plinti con eventuali fondazioni su pali per i WTG**) e alcuni accorgimenti tecnici e procedure da attuare in fase esecutiva.

Così come **non si evidenziano** particolari condizioni di **non fattibilità** riguardanti l'ambiente idrogeomorfologico del sito prescelto, dedotte dall'analisi conclusiva derivante dal presente studio preliminare, utilizzando accorgimenti tecnici, semmai prescritti, da attuare sempre in fase esecutiva.

Invero, l'analisi sistematica comparativa dei dati acquisiti indica (alla fin fine) che il sottosuolo dell'area interessata dall'impianto eolico è fondamentalmente costituito da affioramenti di natura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa e in particolare come più volte specificato le opere progettate (**aerogeneratori, relative piazzole di montaggio, strade di accesso alle piazzole e tratti di cavidotto di centrale**) riguarderanno, credibilmente, i terreni di seguito descritti e in particolare:

>**Nove** torri eoliche (G1, G2, G3, G4, G5, G7, G9, G12 e G13) andranno a interessare gli affioramenti di depositi di ambiente continentale, prevalentemente rappresentati da **ghiaie e sabbie**, denominati anche \Rightarrow Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle, alti 15 m circa sugli alvei attuali **$Qt_2=at_2$** .

>**Quattro** torri (G6, G8, G10 e G14) saranno realizzati nell'ambito dei sedimenti, di ambiente marino, costituiti da **sabbie calcareo-quarzose e sabbie argillose** a volte con livelli arenacei di colore giallastro e, in alto, sottili lenti ciottolose, denominati altresì \Rightarrow SABBIE DI MONTE MARANO **$PQ_s=Q_c^s$** .

>**Una** torre (G11) riguarderà depositi di **conglomerati poligenici** con ciottoli di medie e grandi dimensioni, a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie e arenarie, denominati pure \Rightarrow CONGLOMERATI DI IRSINA **$QC_1=Q_{cg}^c$** .

Si **sottolinea, nuovamente**, una **sostanziale corrispondenza lito-stratigrafica**, delle aree afferenti l'intero impianto eolico, con **concreta analoga successione dei terreni.....[SUOLO....._GHIAIE/SABBIE_GHIAIE/SABBIE/SILT....._CONGLOMERATI/SABBIE...]**...e ammissibili variazioni riguardanti gli spessori degli strati dovute alla particolare genesi del sottosuolo in esame.

Sotto l'aspetto **idrogeomorfologico** **si riconferma** che il territorio riguardante l'impianto proposto è fondamentalmente contraddistinto da superfici **prevalentemente sub-pianeggianti**, incise da plurimi "interfluvi" aventi geometrie alquanto differenti, dove s'identificano estese dorsali debolmente ondulate, poco acclivi (**settore nord**).

Così come nel **distretto meridionale** dell'impianto, il modellamento è contrassegnato da corsi d'acqua, che attraversano superfici sub-pianeggianti come nella zona pertinente **le torri G1 e G10** (versante est della media valle del T. Lampeggiano) e, procedendo verso sud, i reticoli idrografici sono più "incisi" e piuttosto ramificati con preminente deflusso delle aste fluviali principali verso nord e interessano i bacini idrografici del T. Lampeggiano e del T. Locone (fig. 14, pag.14).



Questi corsi d'acqua, così come i canali, che attraversano la zona in parola, sono sostanzialmente caratterizzati da regime idraulico di tipo torrentizio, con deflussi di piena stagionali (autunno-inverno) e da ordinario drenaggio della falda idrica superficiale contenuta nei terreni prevalentemente sabbioso-ghiaiosi. Gli alvei sono quasi tutti localmente contraddistinti da fenomeni di erosione incanalata.

In conclusione il sito in esame non presenta problemi d'instabilità dei terreni dovuti a movimenti franosi e/o ad altre condizioni di precarietà geomorfologica associate e, in merito alle eventuali "complicazioni" derivanti da fenomeni connessi all'azione delle acque superficiali, non sussistono condizioni di pericolosità idraulica, poiché le opere che costituiscono l'impianto eolico progettato sono alquanto distanti da corsi d'acqua di particolare rilevanza idraulica.

A tal riguardo, la consultazione della cartografia inerente, la pericolosità/rischio geomorfologico e idraulico (divulgata dall'A_dB Distrettuale Appennino Meridionale – ex A_dB Sede Puglia) stabilisce che i luoghi, che saranno interessati dalle opere, che andranno a costituire parte del progetto per la realizzazione dell'impianto eolico proposto, non sono inclusi nelle aree perimetrate sia a rischio idraulico, sia geomorfologico (vedi fig. 21).

6.5 Accorgimenti tecnici e procedure da attuare in fase esecutiva

Come descritto prima, il presente studio è stato svolto al fine di conoscere "anticipatamente" l'ambiente geologico, geomorfologico, idrologico, idraulico, idrogeologico, strutturale e geosismico dell'area interessata dalle opere progettate.

Oltre a ciò, sulla base tutte le informazioni di carattere geotecnico acquisite, sono state definite le caratteristiche litotecniche preliminari del sottosuolo oggetto dell'intervento.

Tuttavia, in sede di progettazione esecutiva, saranno eseguite le "indagini di rito" necessarie e sufficienti a comprovare le deduzioni tecniche esposte nella presente relazione (completamento del controllo specifico della natura e delle caratteristiche litotecniche nell'ambito del volume significativo del sottosuolo).

Appunto, le qualità tecniche dei terreni interessati dalla costruzione delle opere dell'impianto in oggetto, ottenute dalle indagini eseguite prima in zona, fanno ritenere che non si prevedono particolari problemi di stabilità, in termini d'interazione terreno-strutture progettate, adottando gli accorgimenti tecnici e la tipologia fondazionale, adeguati alla natura e alle caratteristiche geotecniche effettive, che saranno interamente accertate in fase esecutiva.

► Cavidotti elettrici interrati AT

I cavidotti interrati per la maggior parte saranno collocati ai bordi della carreggiata della viabilità delle sedi stradali esistenti (nel caso d'attraversamento di suoli agricoli la profondità minima sarà di 1.50 m, gli scavi saranno riempiti con misto granulometrico stabilizzato e la chiusura sarà effettuata con terreno vegetale).

Si osserva che la realizzazione dello scavo a sezione ristretta (di dimensioni contenute), la successiva sistemazione del cavidotto, immerso in letto di sabbia, l'eventuale sovrapposizione di modeste lastre in c.l.s. armato, il riempimento con misto granulometrico stabilizzato e/o la chiusura dello scavo con terreno vegetale, non causa alcuna variazione dei carichi effettivi (sovraccarichi) sul suolo.

Per di più, la costruzione dello scavo così composto costituisce (a tutti gli effetti) un'opera di protezione del corpo stradale, tipo fosso di guardia e/o trincea drenante. Dove necessario le acque di drenaggio potranno essere convogliate in condotte drenanti, costituite da tubo finestrato, avvolto in T.N.T., opportunamente immerse negli impluvi naturali esistenti, per cui, l'inserimento di tale manufatto, al fianco del cassonetto stradale esistente, ne conserva la sua integrità, quindi, queste opere devono essere considerate elementi di mitigazione del rischio.

Inoltre, come anticipato, l'attraversamento dei punti critici dell'elettrodotto interrato di centrale e/o d'interconnessione, non si evidenziano particolari presupposti di pericolosità e rischio idraulico, poiché l'intersezione con strade, cunette, sottopassi idraulici e, soprattutto di canali o corsi d'acqua, sarà realizzata con posa del cavo dentro tubazione posta sotto l'alveo mediante scavo eseguito con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).

L'elettrodotto sarà collocato "sotto l'alveo" ovvero inferiormente alle opere d'arte, a una profondità non inferiore a 2,00 m, dimodoché tale tecnologia esecutiva consente di rendere nulla qualsiasi problematica derivante da fenomeni connessi all'azione morfologica delle acque superficiali attinenti alla pericolosità e il rischio idrologico.



► **Piazzole di montaggio WTG**

Specifica attenzione dovrà essere rivolta alla realizzazione delle **piazzole di montaggio** delle torri eoliche e ciò nondimeno alle **strade d'accesso alle stesse**.

Per la costruzione delle piazzole, da predisporre per il posizionamento della gru di montaggio, si dovrà eseguire la bonifica di sottofondo, mediante asportazione della parte alterata superficiale e sostituzione con materiale arido di cava (preferibilmente pietra sparata d'idonea pezzatura) opportunamente compattato con rullo compressore vibrante, generalmente per profondità ≥ 1.00 m dal p.c.

Naturalmente, nel caso che in particolari situazioni locali, si dovessero riscontrare spessori maggiori/minori della coltre di terreno vegetale o di materiale non coesivo, poco addensato superficiale, ovvero di suolo coesivo poco consistente, si dovrà procedere alla sua completa asportazione, approfondendo/diminuendo lo scavo di bonifica.

Nel caso in cui sia collocato, prima del riempimento, sul fondo degli scavi per la bonifica, un telo di geotessile (TNT) la profondità della stessa potrà essere ridotta (anche del 50%), tenendo conto ovviamente dello spessore complessivo dello strato alterato superficiale.

Per maggiore sicurezza, si ritiene opportuno suggerire di eseguire prove di carico su piastra al fine di verificare le reali condizioni di deformabilità del materiale di bonifica messo in opera in corrispondenza dei piedi della gru di montaggio. Le prove di carico su piastra saranno effettuate dopo eventuali prove Proctor, per la valutazione della densità secca massima del terreno e l'*umidità ottimale* alla quale si raggiunge tale densità (prove CBR). Si sottolinea che anche in questo caso i carichi trasmessi al sottosuolo andranno a interessare terreni le cui caratteristiche geotecniche (resistenza al taglio, deformazione) e di portanza dipendono dalla natura, composizione granulometrica, percentuale della frazione di fino, arrotondamento e assortimento del materiale utilizzato per la bonifica, ma soprattutto dallo stato d'addensamento finale che la tecnologia esecutiva riesce a conferire al materiale. Tenuto conto che non sono ammissibili cedimenti differenziali, sarà in ogni caso necessario utilizzare materiale ben assortito ed eseguire scrupolosamente le procedure e i controlli prima descritti.

Mettendo in pratica i suddetti controlli e procedure esecutive, non sussistono problemi di portanza, si potranno prendere in considerazione i seguenti parametri di resistenza da adottare nelle eventuali calcolazioni preventive:

$\gamma=19.00 \text{ KN/m}^3=1.94 \text{ t/m}^3$ peso-volume

$c'=40 \text{ KN/m}^2=4 \text{ t/m}^2$ coesione drenata (tensioni efficaci, a lungo termine)

$\varphi'=35^\circ$ angolo di resistenza al taglio (tensioni efficaci, a lungo termine).

La valutazione della profondità della bonifica da eseguire dovrà essere determinata prendendo in esame i risultati di indagini geognostiche specifiche e puntuali eseguite nell'area d'interesse e si potrà, altresì, fare riferimento all'esperienza maturata, per la costruzione di opere simili, per impianti eolici vicini.

► **Strade di accesso alle piazzole / aerogeneratori**

Per le **strade d'accesso alle piazzole** si dovranno adottare gli **stessi accorgimenti tecnici** sopra descritti. Particolare considerazione dovrà essere rivolta alla realizzazione delle strade nei punti sensibili, ossia per l'attraversamento di eventuali fossi, impluvi, conche, anche in prossimità di canali, ai percorsi d'accesso nelle vicinanze delle piazzole delle torri, **non riportati nelle cartografie disponibili.**

Sia per le piazzole di montaggio, sia per le **strade d'accesso**, a causa della presenza talora imprevedibile di apprezzabili quantità di terreno vegetale, è conveniente eseguire la "rullatura preventiva", subito dopo l'asportazione del terreno vegetale e/o del materiale alterato superficiale, prima di procedere all'eventuale posa in opera del "TNT" e del materiale arido.

E' inoltre sempre opportuno non lasciare gli scavi aperti per lungo tempo e prevedere opere di regimentazione delle acque superficiali, evitando il ruscellamento in prossimità del ciglio degli scavi.

Quale **soluzione alternativa**, ai suddetti procedimenti di bonifica, si potrà prendere in considerazione la **tecnica di stabilizzazione del sottofondo stradale, mediante l'utilizzo di ossido di calce.**



► **Aerogeneratori**

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla costruzione degli **aerogeneratori**, in merito alla **valutazione del tipo di opere di fondazione** da realizzare, che potrà essere compiuta sviluppando il modello geologico-geotecnico di riferimento finale adeguato alle Normativa NTC/18, definito dall'elaborazione **dei risultati delle indagini geognostiche specifiche e puntuali da eseguire in fase esecutiva**.

Perciò, la tipologia fondazionale, sarà a cura e scelta del progettista-calcolatore e dovrà essere concretata sulla base dei parametri geotecnici ottenuti, tenendo conto delle caratteristiche costruttive delle opere da realizzare e in funzione dei carichi effettivamente trasmessi dalle strutture in fase d'esercizio.

A tal riguardo, si dovrà tener conto dei seguenti elementi di **valutazione preventiva**.

1. **Caratteristiche litotecniche particolari**, relative all'eventuale presenza di **strati limoso-argillosi** (intercalati nei primi metri del sottosuolo), poco consistenti, molto compressibili, che possono subire deformazioni plastiche irreversibili.
2. **Mutamenti stagionali della falda idrica**. I **granuli** posti in falda sono alleggeriti (rispetto al proprio peso) dalla spinta di Archimede, mentre quelli che vengono a trovarsi al di sopra, gravano sugli strati sottostanti con il loro peso e con quello dell'acqua di ritenzione. A ogni abbassamento del livello piezometrico corrisponde un'applicazione di un carico aggiuntivo al sottosuolo e di conseguenza si determinano fenomeni di assestamento (cedimenti). E' evidente che i mutamenti climatici degli ultimi anni, con piogge intense e di breve durata, influenzando sensibilmente sull'alimentazione della falda, possono dare origine forti escursioni della stessa.
3. **Specifiche condizioni di sollecitazione dinamica del terreno di fondazione con incrementi (decrementi) ciclici delle tensioni indotte**, che producono deformazioni di **compressione (decompressione)** delle particelle (spinte di trazione sia verso l'alto sia verso il basso), dovute al movimento delle eliche per l'azione del vento.
4. **Vibrazioni prodotte dal sistema** (navicella, turbina, eliche, motore e trasformatore).
5. **Movimenti tellurici**.

Con l'adozione di fondazioni indirette, tipo **pali trivellati** di medio o grande diametro, i problemi sopradescritti con particolare riferimento alla compressibilità (cedimenti) sotto carichi ripetuti, sarebbero **by-passati**.

Gli **scavi** per la formazione delle piazzole, delle stradine di accesso, dei cavidotti interrati e, delle eventuali cabine di raccolta e/o della S.S.E.U. (stallo utente), saranno generalmente di facile esecuzione, utilizzando normali macchine operatrici come escavatori, terne, pale, ecc.

Possibili **difficoltà di scavo**, del terreno di fondazione degli aerogeneratori, potranno essere riscontrate nel caso d'adozione di **fondazioni profonde (pali)**. In tal caso le problematiche sono da riferire all'eventuale presenza, di strati ghiaioso-sabbiosi molto cementati (conglomerato), o di sabbie molto dense (arenarie), che potrebbero rallentare i tempi d'esecuzione.

Inoltre, particolare **attenzione** dovrà essere rivolta all'attuazione della sistemazione del deflusso delle acque superficiali, con adeguati sistemi di raccolta e canalizzazione che evitino, quanto più possibile, di "sconvolgere" il percorso naturale delle acque, raccordando e immettendo, opportunamente, le stesse negli impluvi naturali esistenti.

Si raccomanda, infine, operando soprattutto nella **stagione invernale** di:

- ✓ non lasciare gli **scavi** aperti per lungo tempo, refinendo il piano di sedime, asportando eventuali scarti, residui superficiali alterati, prima di gettare il magrone;
- ✓ prevedere **opere** provvisoriale di regimentazione delle acque superficiali, evitando il "ruscellamento/dilavamento" in prossimità del ciglio degli scavi;
- ✓ prestare particolare **attenzione** ai periodi di maggiore probabilità giornaliera di precipitazioni.



6.5. Considerazioni sulle eventuali interferenze con il regolare deflusso della falda superficiale, dei pozzi e delle sorgenti nel caso di adozione sottofondazione su pali per le torri eoliche

L'analisi dei dati utilizzabili consente di sostenere che nel settore nord dell'area in esame l'andamento delle linee a uguale quota assoluta della superficie piezometrica della falda profonda (isopieziche), riguardanti l'area dell'impianto eolico in oggetto, è compreso tra 20 e 30 m s.l.m., mentre quelle della superficie piezometrica della falda superficiale si attesta mediamente a 100 m s.l.m.

Perciò, considerando **186 m** la quota topografica media del settore nord dell'impianto e 25 m la quota piezometrica media della falda profonda, la soggiacenza della falda profonda è pari a **161 m** (186m-25m).

Allo stesso modo valutando sempre **186 m** la quota topografica media dell'impianto e 100 m la quota piezometrica media della falda superficiale, la soggiacenza della falda superficiale è pari a **86 m** (186m-100m).

Di conseguenza nel settore sud dell'impianto, dove le quote topografiche sono sensibilmente superiori, la soggiacenza della falda (sia profonda, sia superficiale) è sicuramente maggiore.

In merito alla situazione idrogeologica "attuale" del sito, si specifica che i dati a disposizione (sondaggi geotecnici progressi non attrezzati con piezometro) non hanno consentito di "prevedere" la profondità dal piano campagna nelle aree dell'impianto. A progetto approvato la reale posizione della falda acquifera, sarà stabilita nelle successive fasi di specifica valutazione.

Sulla base delle attuali conoscenze è, comunque, evidente che nel caso in cui saranno adottate fondazioni su pali, supponendo, presumibilmente attestati alla massima profondità di 30 m dal p.c. (profondità che sarà determinata in fase esecutiva, valutata tramite calcoli strutturali eseguiti sulla base delle reali caratteristiche litotecniche e idrotecniche dei terreni, ossia dei parametri fisici e meccanici, determinati attraverso indagini geognostico/geotecniche specifiche e puntuali), queste fondazioni non interferiranno in alcun modo sul regolare/naturale deflusso delle acque sotterranee e, tanto meno, con i pozzi e le sorgenti.

Si deve, in ogni modo, tener presente che anche avendo a disposizione informazioni pregresse relative alla soggiacenza della falda, i recenti dati idrogeologici dimostrano che le notevoli mutazioni climatiche degli ultimi anni hanno notevolmente influito sull'alimentazione della falda idrica sotterranea e dei corsi d'acqua (regimi idrici tuttora condizionati, da improvvise piogge intense e di breve durata), con conseguenti ragguardevoli escursioni della stessa, sia breve, sia a lungo termine (in funzione della permeabilità dei terreni), necessita perciò, per ottenere dati certi, rinviare ogni previsione "attendibile" alla fase esecutiva.

Foggia SET/OTT 2022

IL GEOLOGO
Dott. Antonio RASPATELLI

