

Data: 20/07/07

Versione: 00

Modifiche: Versione Originale

File: PR001-07 - PARCO EOLICO GOLFO DI MANFREDONIA _Allegato A .doc

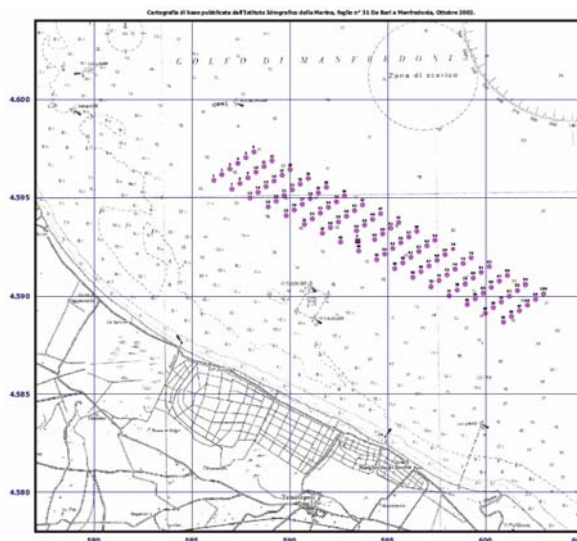
Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:
Dott. G.Poli Ing. A.Callerio Ing.P.Ascari	Ing. P.Ascari	Davide Trevisani

Committente: TREVI Energy S.p.A
Via Larga, 201 – 47023 CESENA (FC)

Opera: “CENTRALE EOLICA OFF-SHORE GOLFO DI MANFREDONIA”.

Capitaneria di Porto di Manfredonia (FG)

Oggetto: Relazione Geologica e Geotecnica Preliminare.



Responsabile Scientifico:



STUDIO GEOTECNICO ITALIANO srl
ingegneria geotecnica - ingegneria sismica - ingegneria ambientale
geologia applicata

Dott. Paolo Mazzoni
Ordine dei Geologi
Regione Toscana n°301

Revisioni

Versione	Data	Totale Pagine	Modifiche
00	20/07/2007	26	Versione Originale

Indice della Relazione

1 Introduzione	pag. 3
2 Documenti di riferimento	pag. 5
3 Inquadramento geografico	pag. 6
4 Inquadramento tettonico regionale	pag. 7
4.1 L'area continentale.....	pag. 9
4.2 Il fondale marino.....	pag. 10
5 Inquadramento Geologico	pag. 13
5.1 L'area continentale.....	pag. 13
5.2 Il fondale marino.....	pag. 17
6 Caratterizzazione Geotecnica Preliminare	pag. 22
6.1 Caratterizzazione stratigrafica.....	pag. 22
6.2 Caratterizzazione geotecnica	pag. 23
7 Inquadramento sismico dell'area	pag. 25

1 Introduzione.

Nel seguito vengono definite le caratteristiche geologiche e strutturali dell'area del Golfo di Manfredonia con lo scopo di fornire, sulla base delle informazioni bibliografiche e dell'esperienza degli scriventi, una caratterizzazione preliminare dei terreni che ospiteranno le opere in progetto.

In particolare saranno trattati i seguenti argomenti:

- 1) Inquadramento tettonico regionale, con lo scopo di definire il quadro geodinamico generale dell'area pugliese di interesse (par. 4).
- 2) Inquadramento geologico dell'area, sede proposta per l'impianto eolico (par. 5), articolato in:
 - a. geologia della linea di costa e dell'area continentale;
 - b. descrizione all'assetto stratigrafico dei fondali marini di interesse per il progetto.
- 3) Caratterizzazione geotecnica, sulla base dei dati disponibili (par. 6).
- 4) Inquadramento sismico dell'area, rispetto alle indicazioni della normativa più aggiornata (par. 7).

Tutte le considerazioni presentate sono da intendersi quale inquadramento generale su basi bibliografiche. Le indagini geofisiche in programma potranno fornire una più puntuale caratterizzazione stratigrafica dei terreni indagati, consentendo una definizione seppur indiretta delle proprietà meccaniche dei sedimenti superficiali e delle stratificazioni più profonde presenti nell'area, costituite presumibilmente da strati a diversa granulometria fino agli orizzonti litoidi, localizzati a profondità non di interesse per il progetto.

A tale scopo, la campagna di indagini sarà articolata come segue:

- Sismica a riflessione monocanale da eseguirsi lungo profili lineari con maglia di indagine di 1 Km.
- Sismica a riflessione multicanale da eseguirsi lungo profili lineari con maglia di indagine di 2 Km di lato.
- Sismica a rifrazione (eventuale) a 48 canali da eseguirsi sul fondale, lungo stendimenti lineari, combinata possibilmente con le tecniche MASW e REMI per la determinazione della velocità delle onde di taglio Vs.

Con la tecnica a riflessione monocanale si otterrà un elevato grado di risoluzione nelle prime decine di metri di profondità (20-40m), allo scopo di individuare le stratificazioni con spessori dell'ordine di 1-2 m. Con la tecnica a riflessione multicanale si raggiungeranno

profondità maggiori, con il fine di individuare e caratterizzare, anche in termini di velocità di propagazione delle onde di volume, gli strati riflettori fino a 150-200 m di profondità.

La sismica a rifrazione sarà invece dedicata alla determinazione delle velocità di propagazione delle onde di taglio, consentendo una stima di massima delle proprietà meccaniche dei materiali incontrati, da approfondire nelle fasi successive di progettazione mediante una campagna di indagini geotecniche a mare e prove di laboratorio sui materiali prelevati.

2 Documenti di riferimento

- [1] Merla G., Ercoli A. e Torre D. (1969): "Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, Foglio 164 Foggia e sue Note Illustrative";
- [2] Bonzi F., Palmentola G., Pieri P. e Valduga A. (1971): "Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, Foglio 165 Trinitapoli e sue Note Illustrative";
- [3] Cianafri N. et al. (1983): "Carta Neotettonica dell'Italia Meridionale", Consiglio Nazionale delle Ricerche, Progetto finalizzato Geodinamica, Pubbl. n.515 del P.F. Geodinamica, Bari;
- [4] AA.VV. (1999): "Guide Geologiche Regionali – Puglia e Monte Vulture", Società Geologica Italiana.
- [5] Colantoni P., Tramontana M. e Tedeschi R. (1990): "Contributo alla conoscenza dell'avampaese apulo: struttura del Golfo di Manfredonia (Adriatico meridionale)". Giorn. Geol., 52 (1-2): 19-32;
- [6] Albert L., Grimaldi F. e Scotti A. (1975): "Problemi progettuali ed esecutivi in relazione alla natura del terreno per la diga frangiflutti di Manfredonia", Ass. Geot. It., XII Convegno Nazionale di Geotecnica, Cosenza 18-21 Settembre 1975;
- [7] AA.VV. (1969): "Manfredonia, Nuovo Porto Industriale, Progetto di Massima, Relazione tecnico Economica e disegni" Cassa per il Mezzogiorno;
- [8] GeoProspector s.r.l. (2007): "Indagine Geosismica eseguita sul fondale del Golfo di Manfredonia", risultanze delle indagini e relazione di sintesi.

3 Inquadramento geografico

Il "parco eolico" in oggetto è localizzato nel Golfo di Manfredonia, al largo del tratto di costa compreso tra gli abitati di Zapponata e Margherita di Savoia, a sud est di Manfredonia (FG).

La corografia dell'area è riportata in Figura 1.

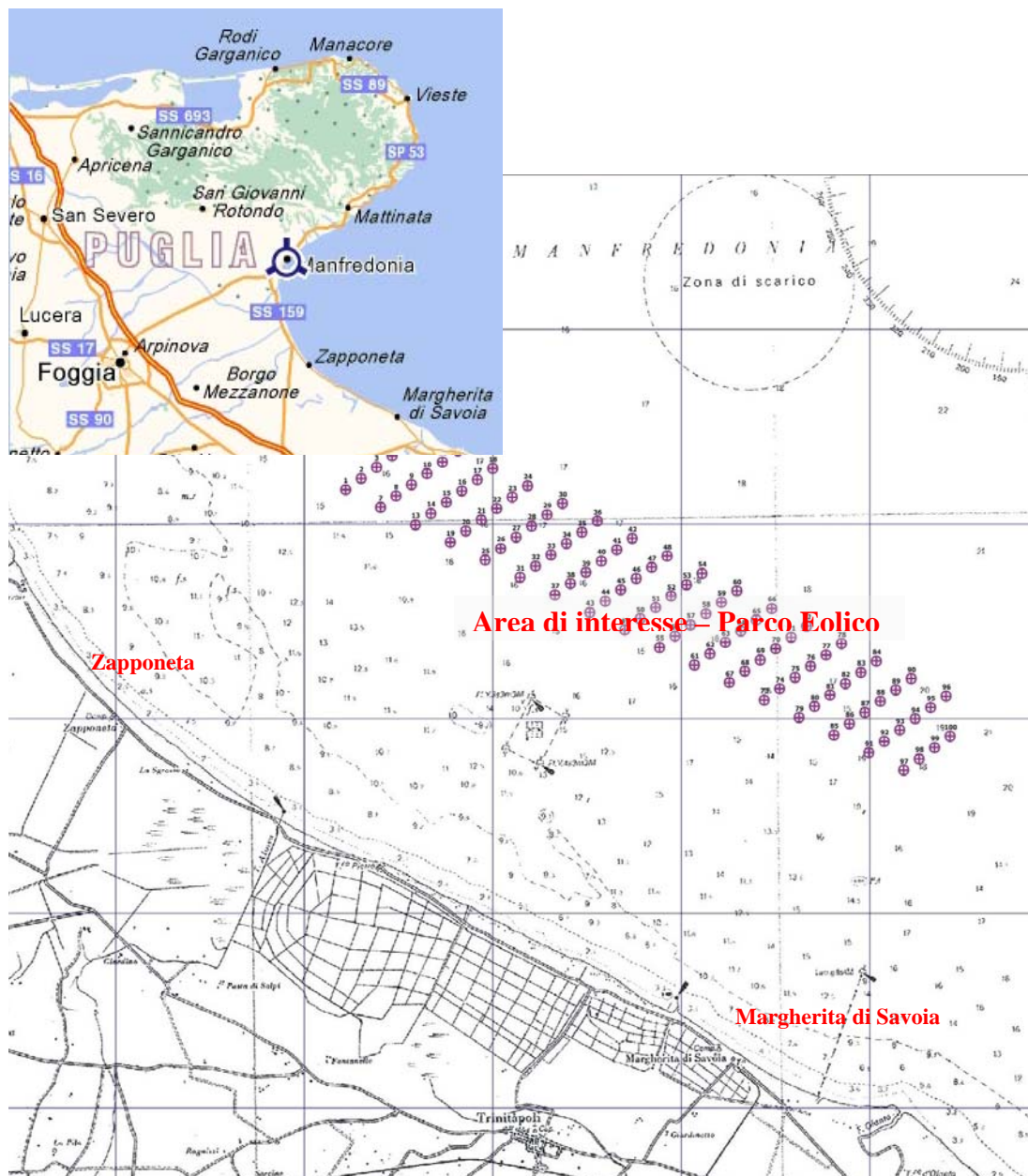


Figura 1: Corografia dell'area.

4 Inquadramento tettonico regionale

Nel territorio pugliese si distinguono tre differenti domini strutturali del sistema geodinamico, i quali, durante il Neogene, hanno condotto alla definizione della Catena Appenninica (a ovest) e di quella Dinarica (a est):

- Il tratto frontale della catena appenninica corrugata, identificabile oggi nei Monti della Daunia.
- L'avanfossa Appenninica, colmata dai depositi plio-pleistocenici, identificabile oggi con la Fossa Bradanica ed il Tavoliere delle Puglie.
- Il dominio di Avampaese apulo, rappresentato dalle successioni carbonatiche mesozoico-paleogeniche e corrispondente all'area garganica e delle Murge.

In Figura 2 è indicata la posizione geografica dei domini strutturali descritti.

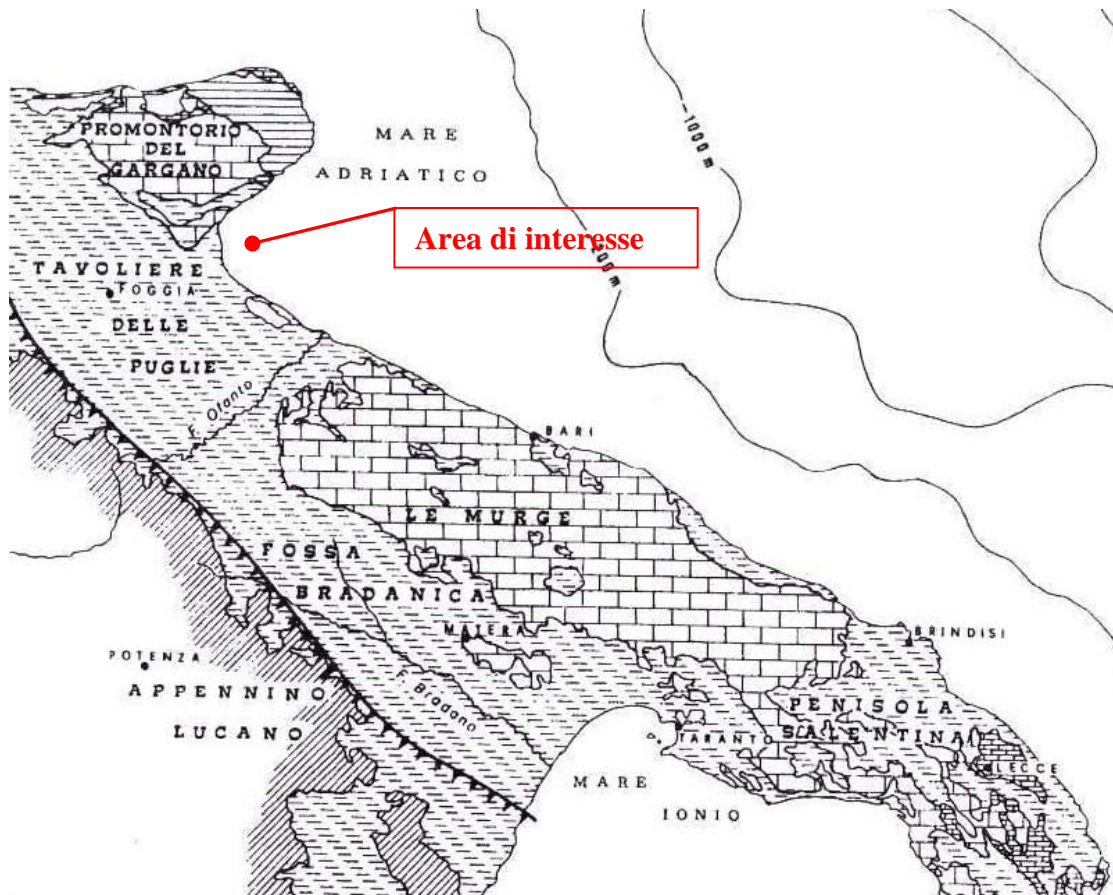


Figura 1: ubicazione dei principali domini strutturali in territorio pugliese (tratta da [4]).

A partire dal Miocene medio il settore crostale pugliese è stato interessato dal regime compressionale dell'orogenesi appenninico-dinarica, svolgendo in tale contesto geodinamico il ruolo di avampaese.

Con l'avvento del Pliocene, i settori di catena-avanfossa-avampaese subirono un processo di subsidenza durato fino al Neozoico, con una interruzione dovuta ad una coeva ed ulteriore fase tettonico compressiva (medio pliocenica).

Con il finire della fase medio-pliocenica, le spinte tettonogenetiche subirono un netto calo, registrato da un progressivo arresto della subsidenza seguito alla fine del Pleistocene Inferiore da un nuovo sollevamento più marcato sul lato appenninico.

Lo schema rappresentato in Figura 3 (tratta da [4]) la quale sintetizza l'assetto strutturale regionale caratteristico del settore pugliese di interesse, all'interno del quale si riconoscono:

- 1) il fronte della Catena Appenninica e di quella Dinarica (1);
- 2) il sistema principale di faglie trascorrenti, orientate Est Ovest (2);
- 3) il sistema principale di faglie distensive, secondo due direttrici dominanti NW-SE e NE-SW (3).

Per meglio definire l'assetto strutturale caratteristico dell'area pugliese di interesse, è necessario distinguere il contesto continentale da quello del fondale marino. Infatti i due ambienti (alla cui descrizione sono dedicati i paragrafi successivi), presentano delle caratteristiche stratigrafiche e strutturali marcatamente diverse, anche se legati ad una dinamica regionale comune.

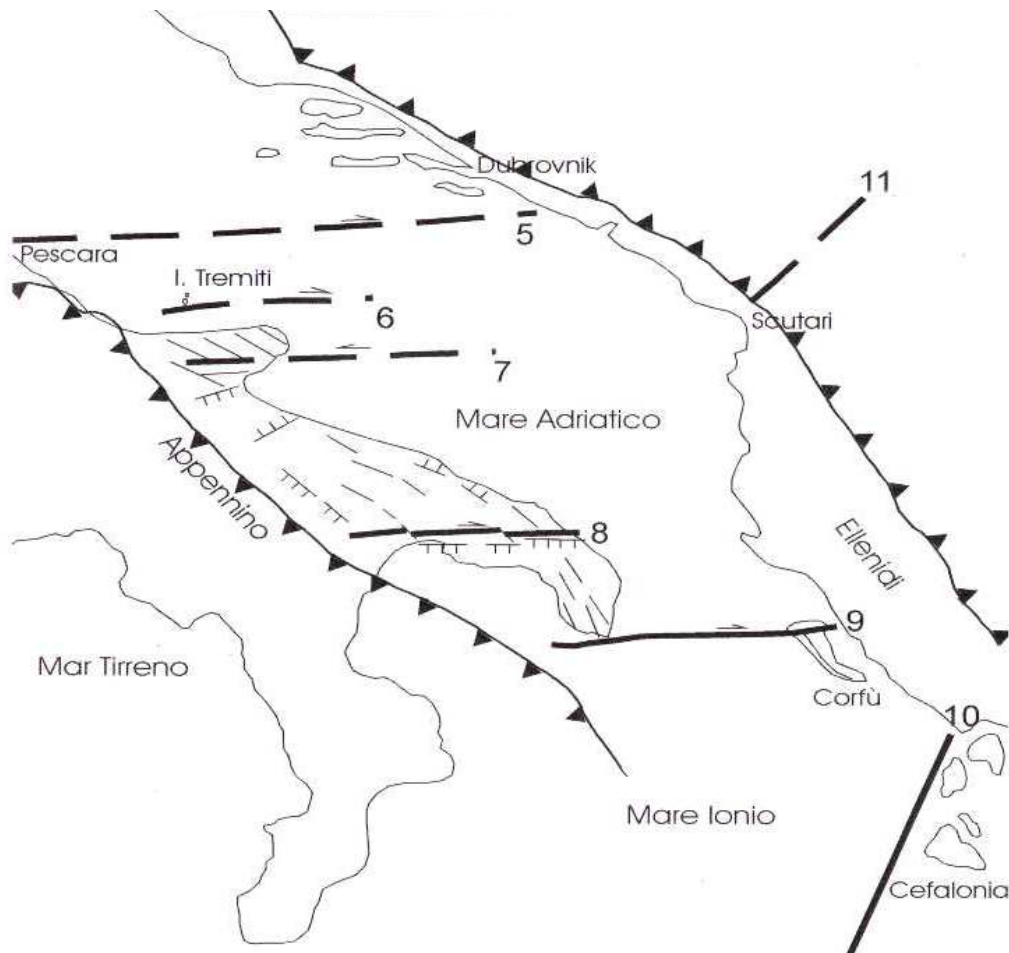


Figura 2: Carta strutturale dell'avampaese apulo. 1) fronte della catena appenninica, a SW, e dinarica ellenica, a NE; 2) principali faglie trascorrenti; 3) principali faglie distensive; 4) altri allineamenti di faglie; 5) faglia Pescara Dubrovnik; 6) faglia delle tremiti; 7) faglia S.Marco in Lamis – Mattinata; 8) faglia nord-salentina; 9) faglia sud salentina; 10) faglia di Cefalonia; 11) faglia di Scutari. Tratta da [4].

4.1 L'area continentale.

L'assetto strutturale dell'area continentale Sud-Garganica può essere descritto sulla base di quanto riportato dalla "Carta Neotettonica dell'Italia Meridionale" (Cianafri et al., 1983), presentata nello stralcio di Figura 3. In tale carta, la porzione di costa compresa tra Manfredonia e Barletta viene indicata come "area probabilmente stabile", con possibile tendenza a lento abbassamento (**c** in Figura 3). La tendenza all'abbassamento sembra più marcata allontanandosi dalla linea di costa (area **d** in Figura 3).

In particolare, si riconoscono due sistemi principali di *faglie dirette*, le quali interessano tanto il substrato cretaceo quanto le coperture trasgressive plio-pleistoceniche. Il sistema principale è rappresentato da faglie dirette orientate NE-SW, al quale si interseca un sistema di faglie dirette, orientate NO-SE, con rigetti metrici. I movimenti più recenti, di origine post-calabrianica, rappresenterebbero comunque una fase di riattivazione lungo le stesse direttrici che già avevano dislocato in precedenza il substrato calcareo.

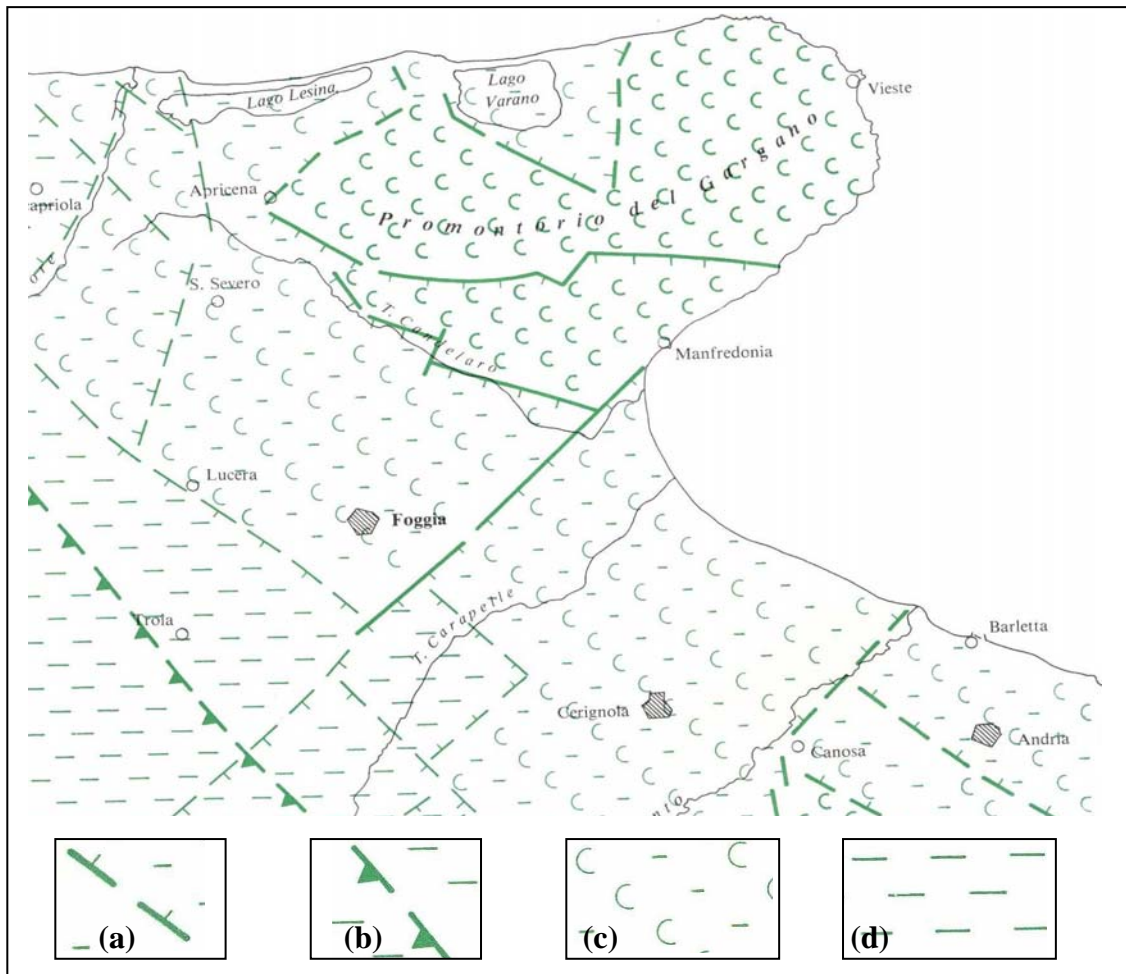


Figura 3 : stralcio della Carta Tettonica dell'Italia Meridionale [3]. a) Faglie dirette (certe, tratto continuo, o presunte, tratto discontinuo); b) Fronte dell'alloctono in profondità; c) aree probabilmente stabili, con tendenza all'abbassamento; d) Aree soggette a movimenti negativi, in abbassamento.

4.2 Il fondale marino .

Ad oggi, la caratterizzazione geologico-strutturale del settore sud adriatico in esame risulta ancora poco approfondita per quanto riguarda l'area a mare. In Colantoni et al. (1990), sulla base di rilievi sismici a riflessione e della stratigrafia di pozzi perforati durante la ricerca di idrocarburi, è fornita una descrizione del probabile assetto stratigrafico e strutturale caratteristico del settore sud-garganico di interesse. In particolare, nella Figura 4 tratta dalla citata referenza, si evidenzia l'ubicazione e la datazione delle principali dislocazioni tettoniche riconoscibili. Per la definizione di "orizzonte A", "orizzonte RI" e "substrato" si rimanda al par. 5 destinato all'inquadramento geologico stratigrafico.

Il più importante elemento strutturale presente nell'area riguardante il golfo di Manfredonia è rappresentato dalla faglia ad andamento E-O ubicata a sud del Gargano (faglia sud-garganica, o "Linea Gondola"). Tale lineamento tettonico è ben visibile in tutti i profili sismici eseguiti perpendicolarmente alla costa, tranne in quello più prossimo al Gargano, a testimoniare che la

dislocazione non prosegue verso terra. La faglia sud Garganica è stata indicata come un sistema trascorrente destro di importanza regionale; essa sarebbe associata ad altre strutture aventi orientamento generale E-W. In Colantoni et al. (1990) si segnala come, in corrispondenza della faglia sud Garganica, non si osservi alcuna attività sismica, indice di una probabile cessata attività.

L'attività di tale sistema tettonico sembra aver interessato il substrato, mentre la copertura plio-quadernaria sembra coinvolta solo parzialmente.

Elementi strutturali di minor importanza presenti nell'area sono legati a faglie dirette, che dislocano variamente le varie unità depositatesi, testimoniando il regime distensivo di questo tratto di avampaese. Si riconoscono in Figura 4:

- una prima serie di dislocazioni sub-parallele alla costa (linea Jolly – Imago), che determinano la formazione di scarpate e l'abbassamento del substrato verso il mare aperto;
- faglie che interessano il solo substrato, associate al sistema sud garganico principale;
- faglie, che arrivano a dislocare la copertura plio-quadernaria che compare a sud della faglia sud garganica, in corrispondenza della porzione orientale del settore studiato. Tra queste si riconosce la "Linea Grazia".
- faglie che interessano anche l'orizzonte più superficiale. Tale sistema, rilevato al largo delle coste di Bari, risulta comunque molto distante dall'area destinata alla realizzazione del parco eolico.

In sintesi tutte le dislocazioni presenti possono essere riferite a sforzi di trazione e trascorrenza, non essendo stata rilevata alcuna reale struttura compressiva.

La fase tettonica più antica, responsabile della fatturazione della piattaforma carbonatica e della formazione del sistema di scarpata al suo margine adriatico, può essere fatta risalire al Cretaceo. La fratturazione e l'abbassamento del substrato prosegue nel Pleistocene, ma solo per la porzione sud-orientale dell'area studiata [5].

Individuazione caratteristiche moto ondoso al largo di Manfredonia - Caratteristiche onda di progetto

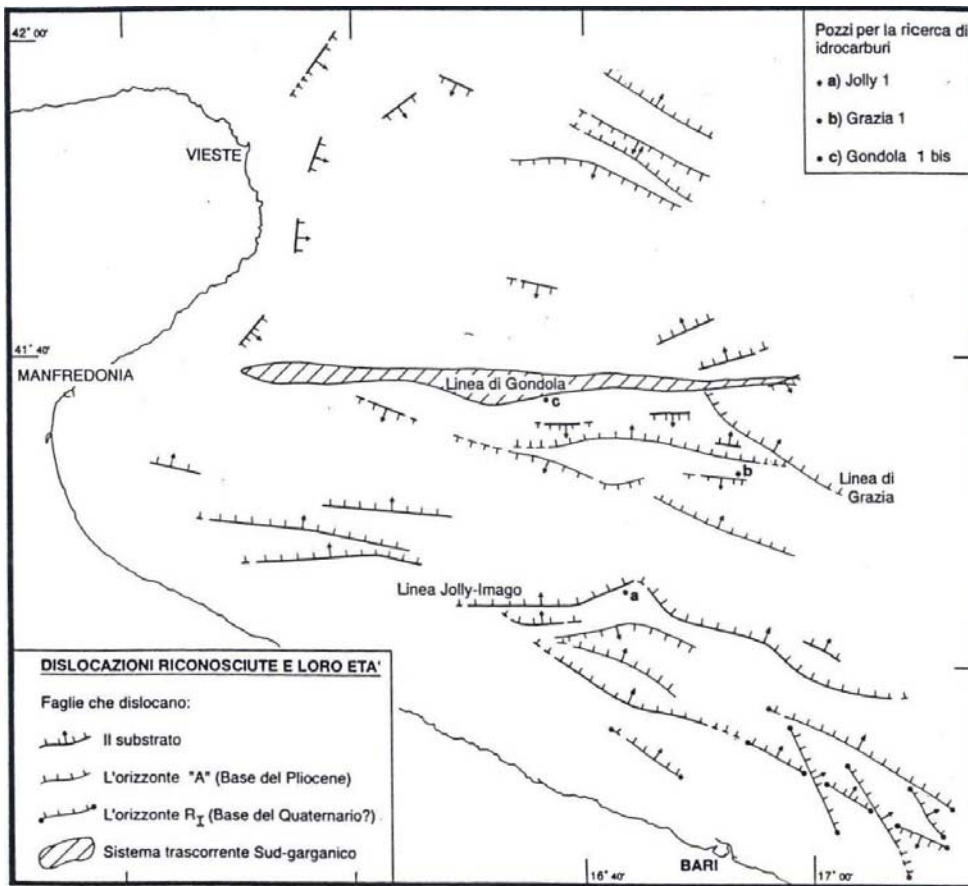


Figura 4: principali dislocazioni riconosciute e loro relativa età (tratta da [5]).

5 Inquadramento Geologico

L'assetto geologico e geomorfologico dell'ambiente marino sede del progetto presenta, come detto, caratteristiche proprie, differenti dalla geologia "continentale" del corrispondente tratto di costa. Per completezza viene comunque fornito un inquadramento sintetico della geologia relativa alla fascia di costa, al largo della quale sarà realizzato il parco eolico. I seguenti paragrafi descrivono l'assetto geologico strutturale, rispettivamente, dell'area continentale e del fondale marino.

5.1 L'area continentale

La geologia di questa porzione di costa pugliese può essere sintetizzata come segue.

L'unità litostratigrafia più antica (Cretaceo medio inferiore) detta *Calcarea di Bari* è costituita da strati di calcari detritici, in parte dolomitizzati. Sul *Calcarea di Bari* si appoggia, in trasgressione, una serie marina riferibile al Pliocene Superiore e ben rappresentata dalla *Calcarenite di Gravina* e dalle *Argille Subappennine*.

Nell'area di interesse del progetto, ai terreni marini pleistocenici costituiti da argille siltose e sabbie di facies litorale, seguono verso la costa depositi alluvionali di diversa età. Le spiagge attuali sono costituite da sabbie prevalentemente quarzoso-piroseno-magnetitiche localmente organizzate in estesi cordoni dunali. Infine, la valle dell'Ofanto, localizzata a sud della ristretta fascia di interesse, è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali in più ordini di terrazzi, organizzati in un'estesa fascia pianeggiante disposta lungo il corso del fiume.

Nello stralcio della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, di figura 5.1 affiorano, nel tratto di costa compreso tra Zapponata e Margherita di Savoia, le seguenti unità stratigrafiche:

Qm) – *Sabbie quarzose fini e calcareniti, a luoghi in terrazzi* [Pleistocene]: tali depositi, di spessore variabile da alcuni a poche decine di metri, sono costituiti da sabbie, sabbie calcarifere e da calcareniti con frequente stratificazione incrociata, più o meno terrazzate. Sono depositi tipicamente litorali.

a) – *Depositi alluvionali recenti*: tali depositi, in genere concentrati in corrispondenza dell'alveo attuale relativo ai corsi d'acqua principali ed aventi uno spessore ridotto, risultano costituiti quasi esclusivamente da ghiaie ciottolose sciolte, in genere di origine calcarenitica o calcarea.

Qs) – *Sabbie delle spiagge attuali*, ossia sabbie sciolte costituite in prevalenza da elementi quarzosi e, in sub ordine, da elementi pirossenico magnetitici. I depositi di spiaggia

presentano uno spessore dell'ordine di da qualche metro fino a 10 m in corrispondenza dei cordoni di dune.

Co) – Aree di bonifica per colmata: riempite da materiali di riporto eterogenici.

Sa) – Saline.

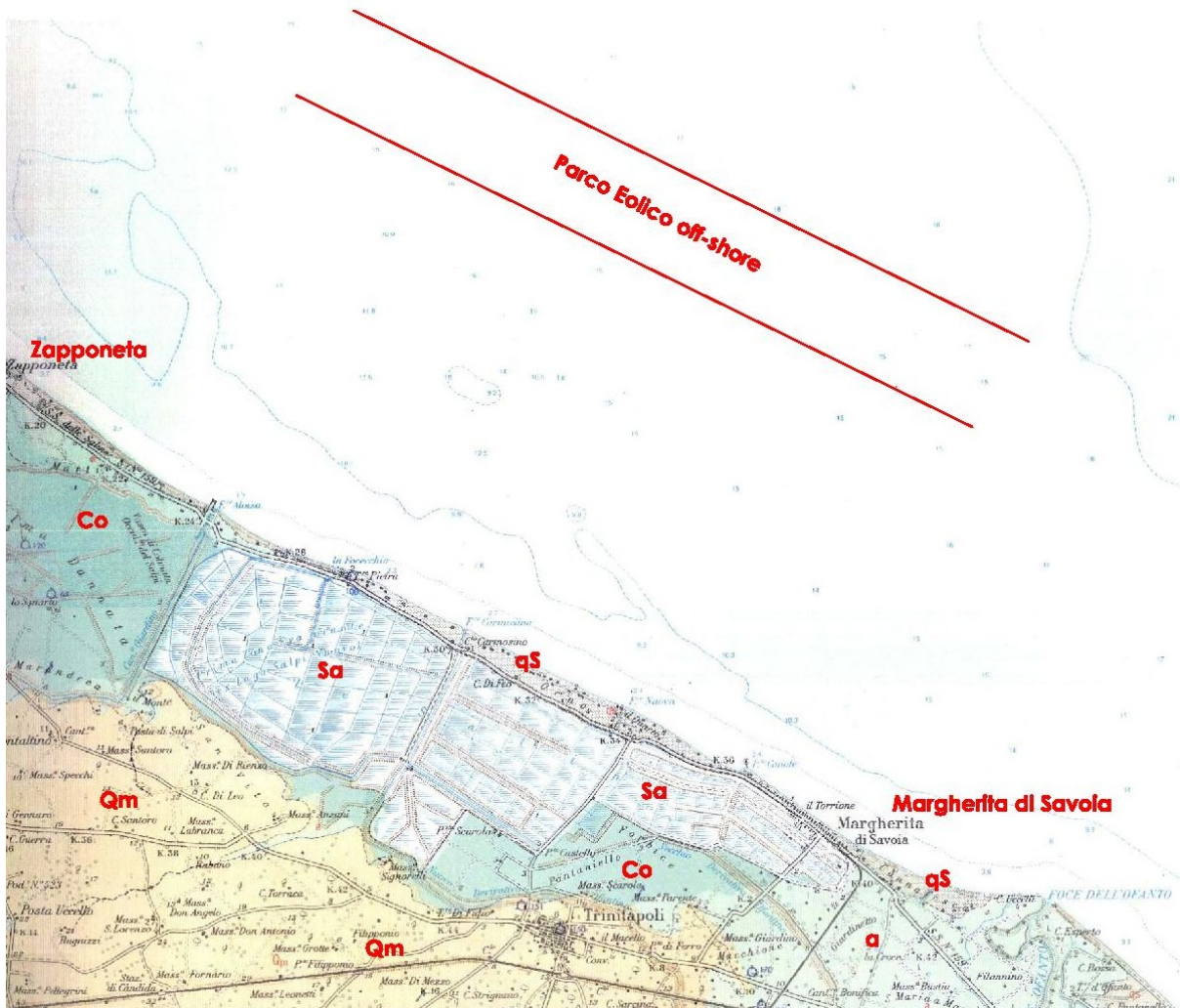


Figura 5.1: Stralcio della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000 (Foglio 165). qS) Spiagge attuali; dune costiere; a) Depositi alluvionali recenti ed attuali; Qm) Sabbie gialle; Co) Aree di bonifica per colmata; Sa) Saline.

Il parco eolico, pur collocato off-shore, si colloca in una porzione di mare relativamente vicina alla linea di costa. Non si può escludere che i sedimenti che ne costituiscono il fondale abbiano una genesi almeno in parte di natura continentale.

L'estesa piana alluvionale che, dall'area di Foggia, si allarga verso la costa, potrebbe aver raggiunto in epoche più o meno recenti e in occasione di evidenti episodi regressivi del livello marino, il sito in esame. Non si può escludere che, con variazioni lungo la verticale non quantificabili con i dati ad oggi in possesso, i fondali marini in esame possano vedere la presenza di orizzonti anche a sedimentazione continentale.

Sulla base dell'esame dei dati geologici disponibili, ed in particolare di un estratto più ampio della già citata Carta Geologica d'Italia, Foglio 164 (riportato in Figura 5), per l'area in esame si può prospettare la seguente sequenza stratigrafica (a partire dal fondale), da considerarsi comunque puramente indicativa:

- Un primo orizzonte di depositi olocenici di fondale, teneri/sciolti, dell'ordine di qualche metro di spessore.
- Depositi continentali di origine alluvionale, formati da terreni granulari e/o fini, secondo le locali condizioni. Tali depositi sono presenti nell'antistante pianura alluvionale del foggiano, che si estende fino al mare. Sulla base dell'estrapolazione dei dati geologici relativi alla costa, si ritiene che i depositi in questione possano raggiungere, nell'area a mare, uno spessore dell'ordine di 10-20 m.
- Sabbie calcaree, anche cementate. Non è possibile pronunciarsi sullo spessore di tali depositi, che potrebbe presentarsi anche molto esigui.
- Argille Calabriane, limoso-sabbiose nella parte più superficiale (dell'ordine di qualche decina di metri) e poi più francamente argillose.

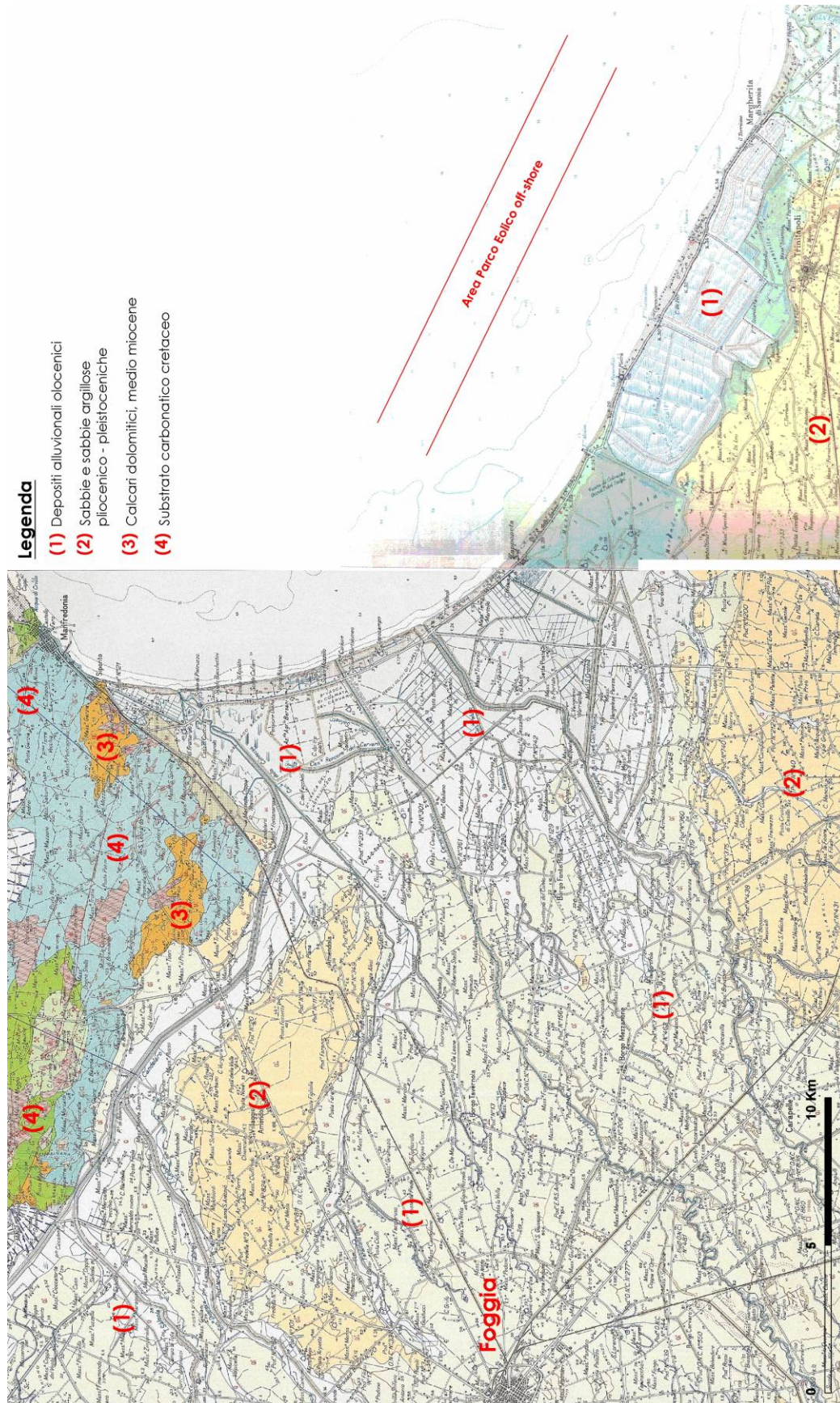


Figura 5: stralcio della Carta Geologica d'Italia, fogli n. 164 e 165 (modificato e fuori scala)

5.2 Il fondale marino

L'area marina tra il Gargano e il Canale di Otranto costituisce la continuazione della piattaforma Apula, sul cui margine occidentale si accavallano le unità appenniniche e che, verso oriente (ossia verso mare), passa rapidamente ad un'area bacinale, a sua volta sormontata dal complesso delle Dinaridi.

La successione stratigrafica caratteristica dei fondali marini nel settore del Golfo di Manfredonia di interesse per il progetto è caratterizzata da un elevato spessore di depositi fini pliocenico – quaternari, direttamente a contatto con il sottostante substrato Miocenico (a marne dominanti) e Cretacico (a prevalenza calcareo dolomitica).

Lo spessore della coltre pliocenico – quaternaria cresce allontanandosi dalla costa (dove risulta minimo), per arrivare in mare aperto, dove tale spessore può superare i 400 m (Colantini et al. 1990).

In Figura 6 sono illustrate le stratigrafie semplificate ottenute dallo scavo di pozzi di grande profondità (rispettivamente pozzo A e pozzo B), destinati alla ricerca di idrocarburi nell'area al largo del Golfo di Manfredonia.

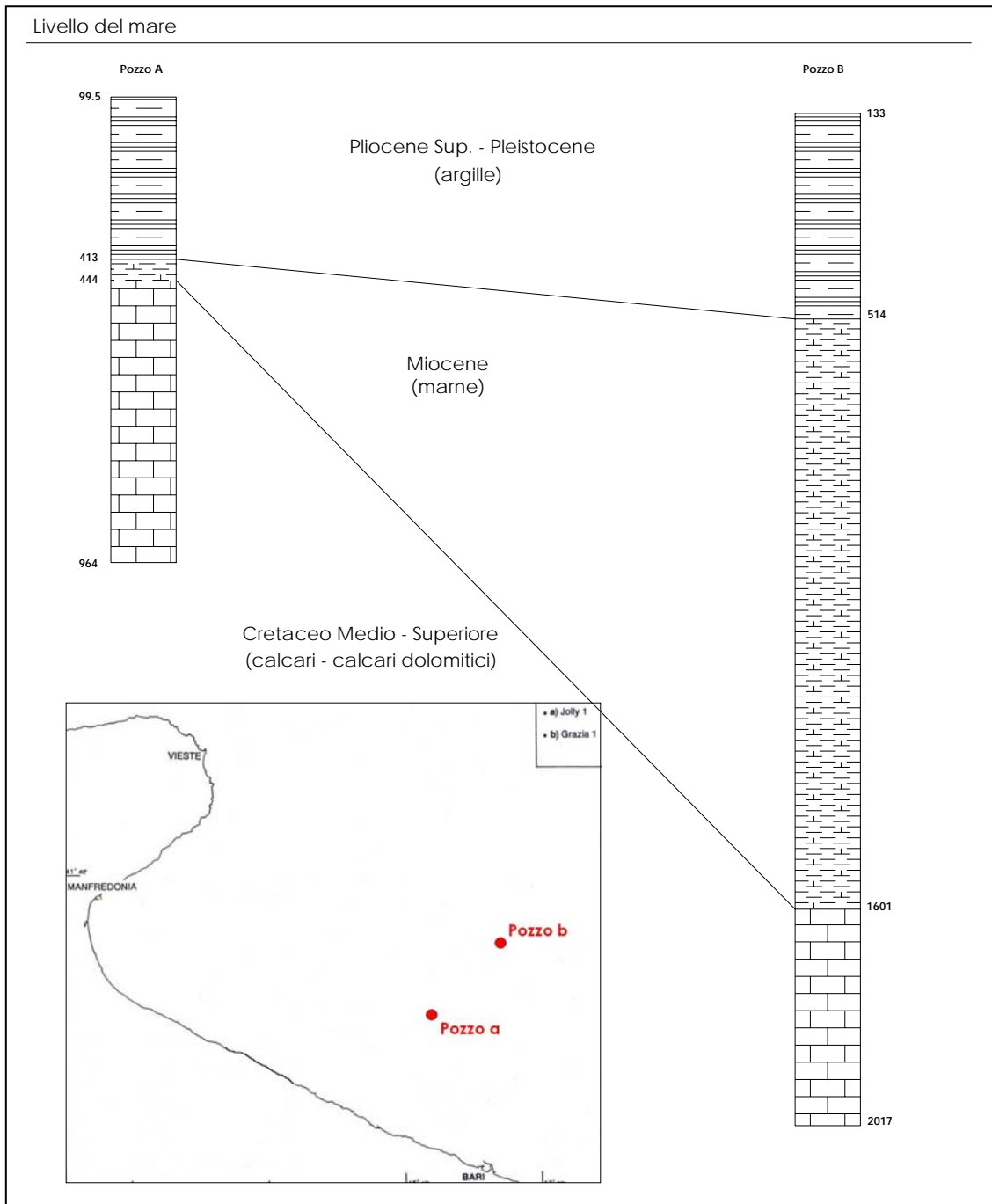


Figura 6: stratigrafia ed ubicazione dei Pozzi A e B ([5] modificato).

Dalla stratigrafia dei due pozzi di figura 5.2 è possibile desumere quanto segue:

- l'orizzonte argilloso pliocenico – pleistocenico superficiale mantiene uno spessore notevole in entrambi i sondaggi (413 m di profondità nel pozzo A e 514 m nel pozzo B);
- un sottostante orizzonte costituito da marne mioceniche, caratterizzate da uno spessore ridotto nel pozzo A (circa 30 m); nel pozzo B tale strato raggiunge una potenza superiore ai 1000 m dove le marne sono state rilevate fino ad una profondità di 1600 m circa;

- al di sotto delle unità mioceniche entrambi i sondaggi hanno incontrato i calcari basali, testimonianza dell'antica piattaforma apula.

I depositi pliocenico – pleistocenici superficiali sono il risultato di una sedimentazione caratteristica di una ridotta profondità del fondale. Ad orizzonti marcatamente fini, si alternano orizzonti più grossolani, sabbiosi se non ghiaiosi. La continuità e la pezzatura di tali livelli più grossolani decresce allontanandosi dalla costa (dove risulta più marcato l'apporto continentale), in direzione del mare aperto.

Un contributo importante alla caratterizzazione geologico – strutturale di questo settore sud adriatico è fornito dal già citato articolo di Colantoni et al. (1990) che, sulla base di rilievi sismici a riflessione e della stratigrafia dei citati pozzi perforati per la ricerca di idrocarburi, definisce l'assetto stratigrafico e strutturale di questo settore sud garganico. In particolare, l'analisi delle indagini sismiche ha permesso di individuare un "substrato acustico" ed una soprastante copertura. Un netto riflettore (Riflettore B), di chiara natura erosiva, marca il tetto del substrato e l'inizio della copertura, a sua volta divisa in due unità a comportamento sismico diverso e divise da un evidente riflettore (Riflettore A), anch'esso di probabile origine erosionale. Il riflettore A costituisce la base dell'unità sismica superficiale (pliocenico -quaternaria), suddivisa a sua volta da un riflettore di minore importanza ("R1") nelle sequenze "Ib", profonda (di spessore compreso tra i 200 e i 350 ms) e "Ia", più superficiale (di spessore prossimo ai 100 – 120 ms).

Al fine di evidenziare l'andamento delle superfici delimitanti le principali unità sismiche, si riportano di seguito (rispettivamente Figura 7 e Figura 8) la carta della profondità del tetto del substrato acustico (a determinare la sommità dei carbonati mesozoici) e la carta della profondità del Riflettore A (indicante la profondità della base Plio – Quaternaria), sempre tratte da [5].

In particolare, la carta presentata in Figura 7 illustra la profondità del substrato; è posta in particolar evidenza la zona fortemente tettonizzata corrispondente al lineamento strutturale sud garganico (linea Gondola). La zona di faglia, con andamento E-W, separa due depressioni ad andamento sub parallelo, in corrispondenza delle quali il substrato raggiunge la profondità massima di 1600 ms. Il substrato risale quindi verso sud e in direzione del promontorio garganico, mentre si approfondisce velocemente verso est nord-est in direzione del bacino adriatico.

La carta presentata in Figura 8 evidenzia l'approfondimento del "Riflettore A", ossia la superficie che separa la copertura nelle unità sismiche superiore e inferiore. Risulta ben evidente la zona interessata dall'attività della faglia sud-garganica la quale determina la separazione di due depressioni chiuse ad andamento prevalentemente E-W, dove l'orizzonte "A" pur eroso (nella zona di faglia), raggiunge profondità di 600 – 700 ms. La superficie tende quindi ad approfondirsi verso E-NE.

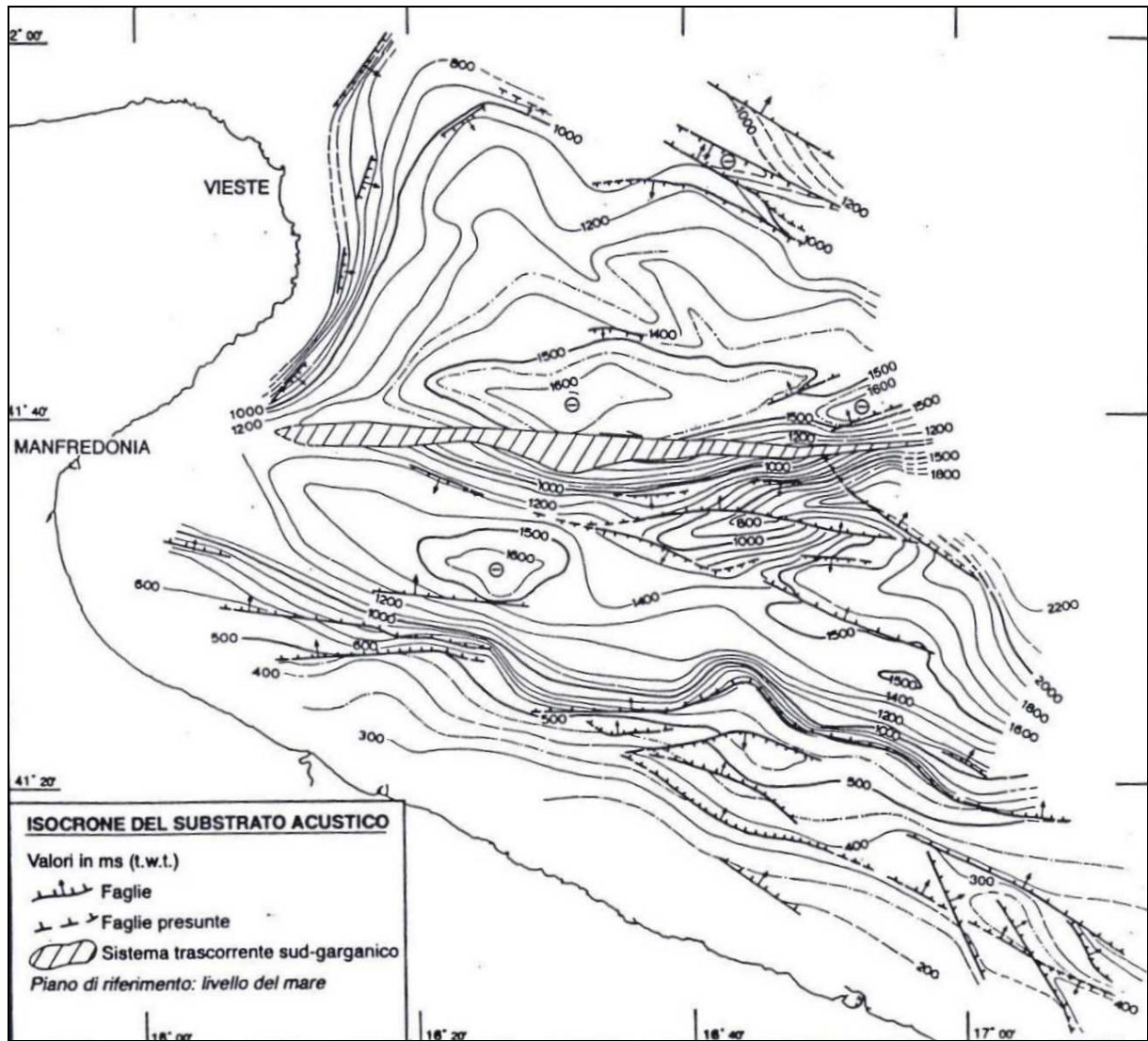


Figura 7: isocrone in ms (profondità) del substrato – sommità dei carbonati mesozoici [5]

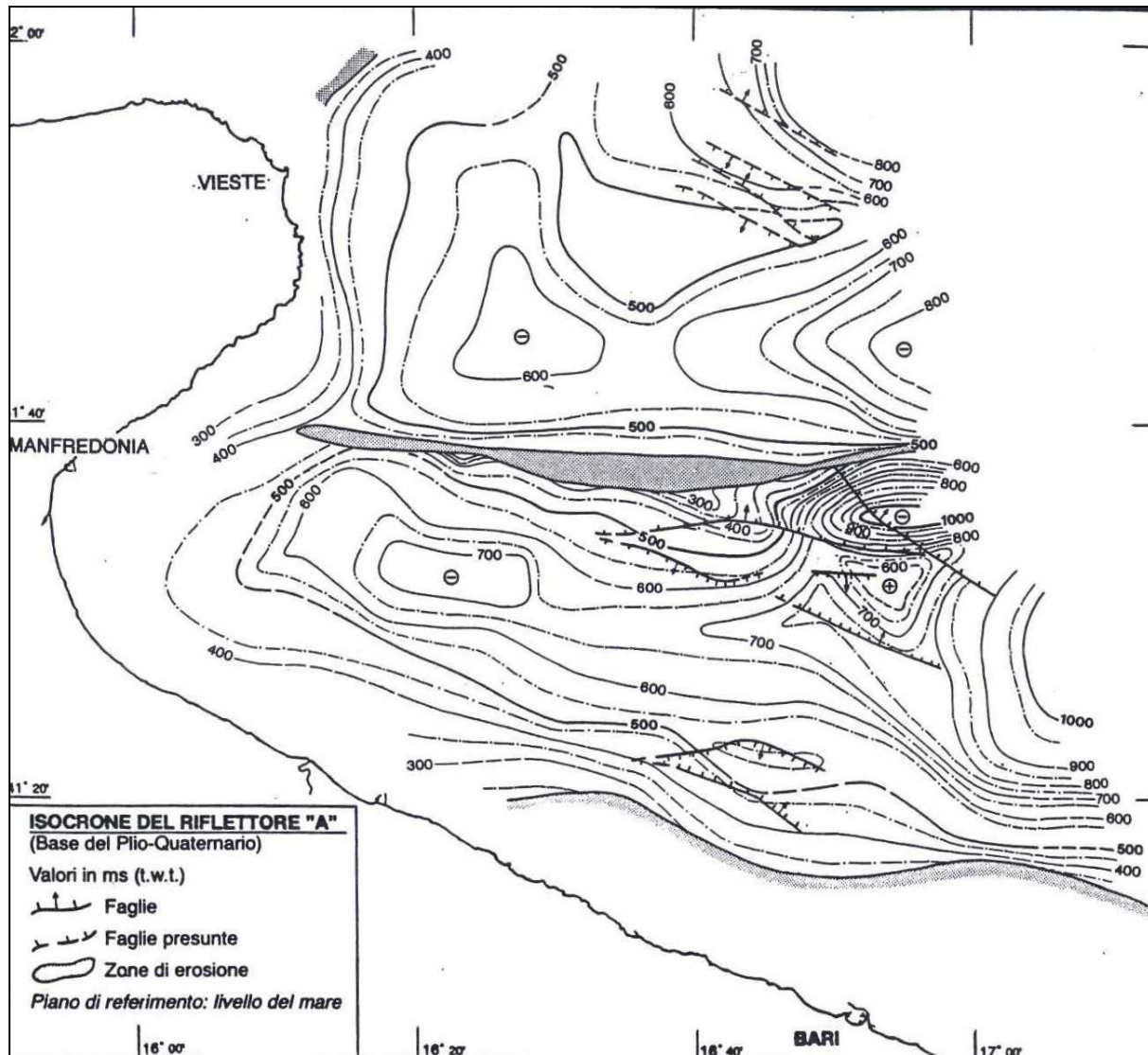


Figura 8: isocrone in ms (profondità) del riflettore A – profondità della base del Plio - Quaternario [5].

6 Caratterizzazione Geotecnica Preliminare

6.1 Caratterizzazione stratigrafica

Non si hanno a disposizione indagini o prove direttamente eseguite in corrispondenza dei terreni che ospiteranno le previste strutture. Inoltre, si ritiene che le più vicine indagini a mare disponibili, ed in particolare le indagini eseguite a suo tempo per il porto di Manfredonia, ed i due sondaggi denominati A e B citati in Colantoni et al (1990) non possano riferirsi all'area in questione, almeno per ciò che riguarda gli aspetti più strettamente geotecnici.

Infatti:

- la stratigrafia dell'area del porto di Manfredonia risulta dominata dalla presenza di una spessa coltre superficiale (fino a 30 m) di terreni teneri normalconsolidati. Si ritiene probabile che tali sedimenti siano il risultato della deposizione marina degli strati superficiali erosi provenienti dal vicino massiccio garganico, pressoché sovrastante l'abitato di Manfredonia. Tale situazione non risulta pertinente per l'area in questione;
- i sondaggi A e B, pur utili per una comprensione della configurazione tettonica e geologica, risultano essere troppo distanti dall'area in questione, e relativi a fondali e distanze dalla costa troppo diverse. Inoltre, esse fornirebbero indicazioni non cautelative per la progettazione preliminare.

Allo stato attuale delle conoscenze, si è quindi deciso di rifarsi ai dati forniti dalla Carta Geologica d'Italia, Fogli 164 e 165 (vedi Figura 5), sulla base dei quali, per l'area in esame, si può prospettare la seguente sequenza stratigrafica (a partire dal fondale):

- la relativa vicinanza alla costa, unita alla presenza di diversi corsi d'acqua che sfociano lungo il litorale, suggerisce la possibile presenza di depositi olocenici di fondale, teneri/sciolti, dell'ordine di qualche metro di spessore;
- depositi continentali di origine alluvionale, formati da terreni granulari e/o fini, secondo le locali condizioni. Tali depositi sono presenti nell'antistante pianura alluvionale del foggiano, che si estende fino al mare, e solcata da diversi corsi d'acqua che hanno appunto dato origine a tali depositi. Sulla base dell'estrapolazione dei dati geologici relativi alla costa, si ritiene che i depositi in questione possano raggiungere, nell'area a mare, uno spessore dell'ordine di 10-20 m;
- sabbie calcaree, anche cementate; non è possibile pronunciarsi sullo spessore di tali depositi, che potrebbe presentarsi anche molto esiguo;

- argille Calabriane, limoso-sabbiose nella parte più superficiale (dell'ordine di qualche decina di metri) di e poi più francamente argillose;
- il substrato calcareo si trova a profondità non di interesse progettuale (qualche centinaio di metri).

Tale ipotesi di successione stratigrafica rimane ovviamente da verificare attraverso indagini specifiche.

6.2 Caratterizzazione geotecnica

In assenza di dati, i principali parametri geotecnici possono essere preliminarmente definiti sulla base della natura geologica dei terreni prima individuati.

Per calcoli di predimensionamento, si potranno assumere i seguenti parametri geotecnici di tentativo:

sedimenti superficiali:

se di natura argillosa:

- $\gamma = 16-17 \text{ kN/m}^3$ peso di volume
- $C_u = 0.22 \sigma'_{v_i}$ con un valore minimo di 5 kPa, essendo σ'_{v_i} la tensione verticale efficace; resistenza al taglio non drenata

se di natura sabbiosa:

- $\gamma = 16-17 \text{ kN/m}^3$ peso di volume
- $\phi' = 30^\circ-32^\circ$ angolo di resistenza al taglio
- $k_h = 8000 \text{ kN/m}^3$ modulo di reazione iniziale per il calcolo dei pali soggetti a carico orizzontale

depositi di origine alluvionale

se di natura argillosa:

- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ peso di volume
- $C_u = 80 \text{ kPa}$ resistenza al taglio non drenata

se di natura sabbiosa:

- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ peso di volume
- $\phi' = 30^\circ-32^\circ$ angolo di resistenza al taglio
- $k_h = 8000 \text{ kN/m}^3$ modulo di reazione iniziale per il calcolo dei pali soggetti a carico orizzontale

sabbie (cementate)

- $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ peso di volume
- $\phi' = \geq 38^\circ$ angolo di resistenza al taglio
- $k_h = 15000 \text{ kN/m}^3$ modulo di reazione iniziale per il calcolo dei pali soggetti a carico orizzontale

argille di base

- $\gamma = 18-19 \text{ kN/m}^3$ peso di volume
- $c_u = 200 \text{ kPa}$ resistenza al taglio non drenata

7 Inquadramento sismico dell'area

Scopo del presente paragrafo è fornire un inquadramento generale sulla classificazione sismica della porzione di territorio di interesse, come disposto dalla seguente normativa in vigore:

- Ordinanza 20/03/2003 n. 3274, Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. Gazzetta ufficiale 08/05/2003 n. 105.
- Ordinanza 02/10/2003 n. 3316, Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica». Gazzetta ufficiale 10/10/2003 n. 236.
- Decreto 21/10/2003, Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica». Gazzetta ufficiale 29/10/2003 n. 252.
- Ordinanza 03/05/2005 n. 3431, Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica». (proroga di tre mesi della ordinanza 3274). Gazzetta ufficiale 10/05/2005 n. 107
- *Ordinanza PCM 3519 (28/04/2006)*, Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone. Gazzetta Ufficiale n.108 del 11/05/2006).
- Deliberazione della Giunta Regionale n.153 (2/3/2004), L.R. 20/00 - O.P.C.M. 3274/03 – Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e delle tipologie di edifici ed opere strategici e rilevanti Approvazione del programma temporale e delle indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi sugli stessi.
- Norme Tecniche per le Costruzioni, bozza del 24 aprile 2007.

I comuni affacciati sul litorale prospettante la zona del Parco Eolico in progetto risultano classificati secondo la Del. Giunta Regionale n.153 del 2/3/2004 in Zona Sismica 2, con una accelerazione di riferimento su suolo rigido (periodi di ritorno $T_R = 475$ anni) pari a 0.25g. Tale valore risulta sicuramente cautelativo, tenuto conto delle risultanze dello Studio di Pericolosità Sismica per il territorio italiano emanato in Allegato 1b all'ordinanza della PCM n. 3519 del

28/4/2006 (quindi più recente rispetto alla Delibera Regionale). Infatti, sulla base della mappa di pericolosità sismica aggiornata (della quale viene riportato uno stralcio in Figura 9, tratto da <http://esse1.mi.ingv.it/>, sito del Progetto S1 per il completamento e gestione della mappa di pericolosità sismica), l'accelerazione di riferimento su suolo rigido per l'area oggetto dell'intervento risulta compresa tra 0.125 e 0.150g, sempre per un periodo di ritorno pari a 475 anni.

A riguardo della caratterizzazione stratigrafica, in base alle considerazioni geologiche e geotecniche espresse nei capitoli precedenti, l'intervento si localizzerà verosimilmente in un sito di tipo C (fattore di sito $S=1.25$), classificazione da verificarsi a valle dell'esecuzione delle indagini geofisiche in programma.

Una considerazione importante riguardante la verifica sismica delle strutture eoliche fa riferimento alle ordinate dello spettro di risposta di spostamento per periodi di vibrazione superiori a 3-4s, ordinate che possono essere stimate sulla base degli studi più recenti in circa 10 cm, per un periodo di ritorno pari a 475 anni.

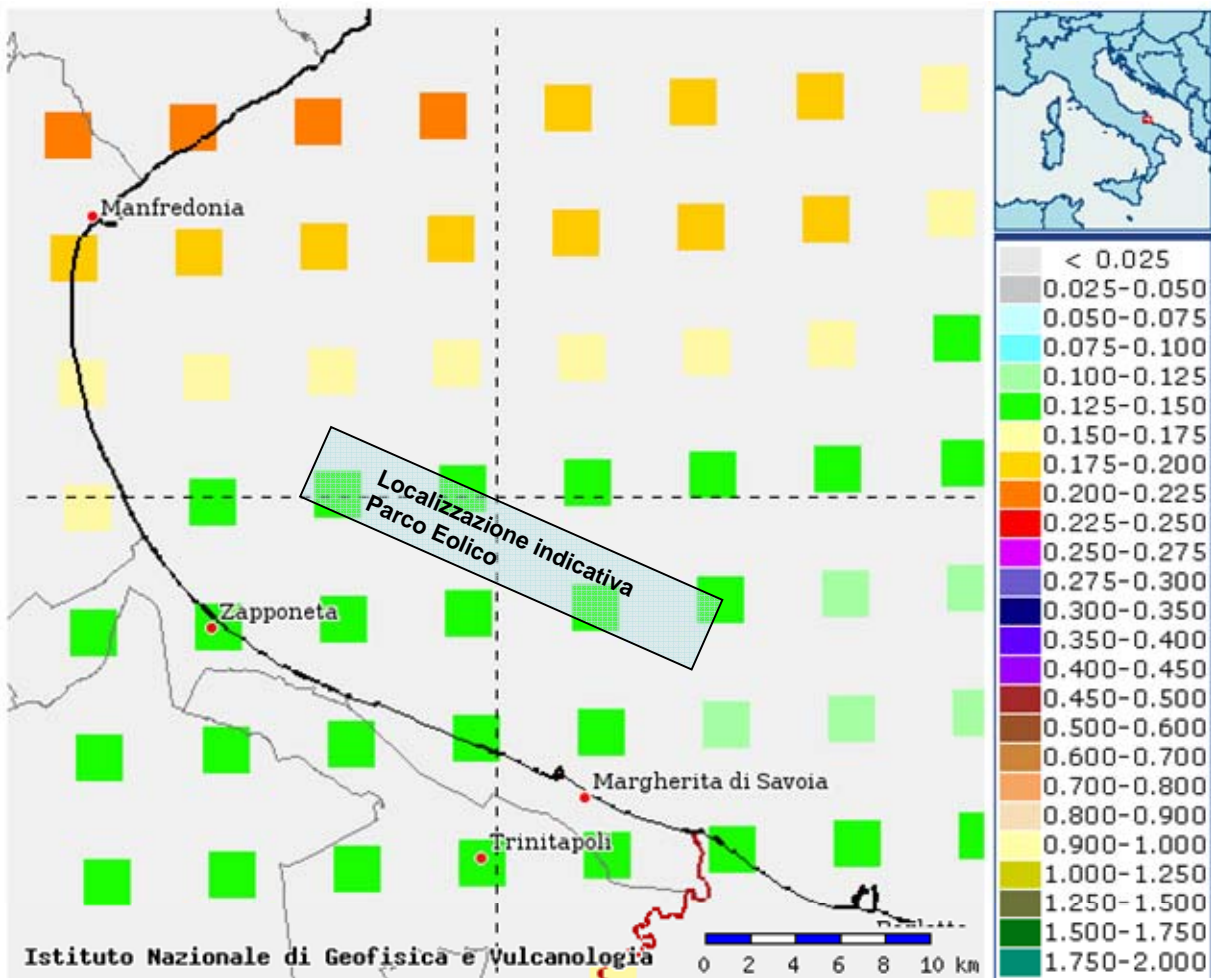


Figura 9: estratto di interesse della Mappa di Pericolosità Sismica, Allegato 1B alla Ordinanza PCM n.3519 del 28/4/2007 (elaborazione da <http://esse1.mi.ingv.it/>). Accelerazione di riferimento su suolo di tipo rigido con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Periodi di ritorno pari a 475 anni).