

Data: 27/05/2010

Versione: 01

Modifiche: Appendice 1

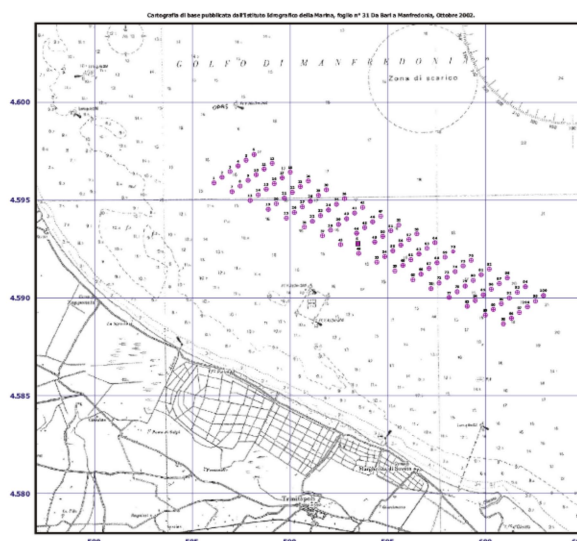
File: PR001-07 - PARCO EOLICO GOLFO DI MANFREDONIA \_Allegato R\_rev1.doc

Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:
Co.N.I.S.Ma. – Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie – Università di Milano Bicocca	Prof. Cesare Corselli Dr. Antonio Terlizzi	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:** CARATTERIZZAZIONE BATIMETRICA, MORFOLOGICA E BIOLOGICA DEI FONDALI NELL’AREA DELLA “CENTRALE EOLICA OFF-SHORE GOLFO DI MANFREDONIA”



**Responsabile Scientifico:**

Revisioni			
Versione	Data	Totale Pagine	Modifiche
01	27/05/2010	51	Appendice 1
00	09/07/2009	47	Versione Originale



**CoNISMa**

Gruppo di Ricerca

Dott. Antonio Terlizzi, ULR Lecce, Responsabile Scientifico  
Dott. Stanislao Bevilacqua, ULR Lecce, Responsabile di Progetto

Staff tecnico e collaboratori

Dott. Paolo D'ambrosio, Elaborazione dati Biocenotici  
Dott. Paolo Esposito, ULR Napoli, Acquisizione dati Geofisici  
Dott. Francesco Terlizzi, ULR Napoli, Elaborazione dati Geofisici  
Sig. Christian Vaglio, ULR Lecce, Tecnico di laboratorio



**Dip.to Scienze Geologiche e Geotecnologiche – Università di Milano Bicocca**

Gruppo di Ricerca

Prof. Cesare Corselli, Responsabile Scientifico  
Dott. Alessandra Savini, Responsabile di Progetto

Staff tecnico e collaboratori

Dott. Chiara Tassarolo, Elaborazione dati Geofisici



**Hanno collaborato:**

Dott. Giuseppe Guarnieri, Antheus s.r.l.  
Dott.ssa Elisabetta Vierucci, Antheus s.r.l.  
Dott. Fausto Pizzolante, Antheus s.r.l.

## Indice della Relazione

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>MATERIALI E METODI.....</b>	<b>5</b>
2.1	AREA DI STUDIO .....	5
2.1.1	<i>Inquadramento geologico-strutturale e geomorfologico .....</i>	<i>6</i>
2.1.2	<i>La piattaforma adriatica continentale pugliese.....</i>	<i>10</i>
2.1.3	<i>Assetto geomorfologico.....</i>	<i>11</i>
2.1.4	<i>Aspetti morfologici.....</i>	<i>13</i>
2.2	METODOLOGIE DI INDAGINE .....	14
2.2.1	<i>Campagna oceanografica.....</i>	<i>15</i>
2.2.2	<i>Rilevamenti video.....</i>	<i>18</i>
2.3	ELABORAZIONE DATI .....	19
2.3.1	<i>Geomorfologia e batimetria .....</i>	<i>19</i>
2.3.2	<i>Mappa biocenotica .....</i>	<i>20</i>
2.3.3	<i>Rilevamenti video.....</i>	<i>21</i>
<b>3</b>	<b>RISULTATI.....</b>	<b>22</b>
3.1	ANALISI MORFOBATIMETRICA.....	22
3.2	CARATTERI GEOMORFOLOGICI .....	23
3.3	DINAMICA MORFOEVOLUTIVA .....	25
3.4	RILEVAMENTI VIDEO .....	33
3.5	CARATTERIZZAZIONE BIOCENOTICA.....	38
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>APPENDICE 1 "INDAGINE PRELIMINARE PER LA CARATTERIZZAZIONE DI UN'AREA DI FONDALE INTERESSATA DALL'INSTALLAZIONE DI UN CAMPO EOLICO OFF-SHORE NEL SETTORE COSTIERO DI MANFREDONIA (FOGGIA) .....</b>	<b>48</b>
6.1	INTRODUZIONE .....	48
6.2	AREA DI STUDIO .....	48
6.3	ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI.....	49
6.4	RISULTATI E CONCLUSIONI.....	50

## 1 Introduzione

Questa relazione contiene la descrizione dei principali aspetti fisiografici, geologico-strutturali, geomorfologici e biocenotici riconosciuti in un settore della fascia costiera adriatica della Puglia ed integra l'allestimento della *Carta Morfobatimetrica*, alla scala 1:25.000, e della *Carta Biocenotica*, alla scala 1:30.000, dei fondali marini di un'area ubicata nel Golfo di Manfredonia. Lo studio è finalizzato alla caratterizzazione ambientale della suddetta area per l'individuazione di aree potenzialmente idonee ad ospitare un impianto eolico off-shore. Gli elementi descritti risultano sia dall'analisi critica della letteratura scientifica a carattere geologico, geomorfologico ed ambientale, sia da rilievi batimetrici, sonografici ed osservazioni dirette e campionamenti del fondo marino.

Come previsto dal piano di attività per la caratterizzazione morfobatimetrica sono state effettuate una serie di campagne oceanografiche e di campionamento per l'acquisizione di:

- prospezioni geofisiche marine utili alla caratterizzazione geomorfologica e batimetrica dell'area indagata;
- rilevamenti video e in immersione utili alla caratterizzazione biocenotica dell'area indagata;

L'elaborazione dei dati acquisiti ha portato alla creazione dei seguenti prodotti cartografici:

- Mappa batimetrica (Allegato A)
- Mappa delle pendenze (Allegato B)
- Mappa geomorfologica (Allegato C)
- Mappa biocenotica (Allegato D)
- Mappa degli habitat di interesse conservazionistico (Allegato E)

In allegato alla presente relazione, oltre alle elaborazioni cartografiche suddette, è fornito 1 DVD contenente le clip dei rilevamenti video effettuati in corrispondenza dei punti di posizionamento degli aerogeneratori, e un 1 CD-ROM contenente:

- un file in formato \*.PDF e uno in formato \*.doc della presente relazione
- le mappe prodotte in formato A0 a bassa risoluzione (\*.PDF), media risoluzione (\*.TIFF a 100 dpi) e alta risoluzione (\*.TIFF a 300 dpi)
- i file vettoriali in formato \*.shp e \*.dwg inerenti la cartografia batimetrica, geomorfologica e biocenotica



## 2 Materiali e Metodi

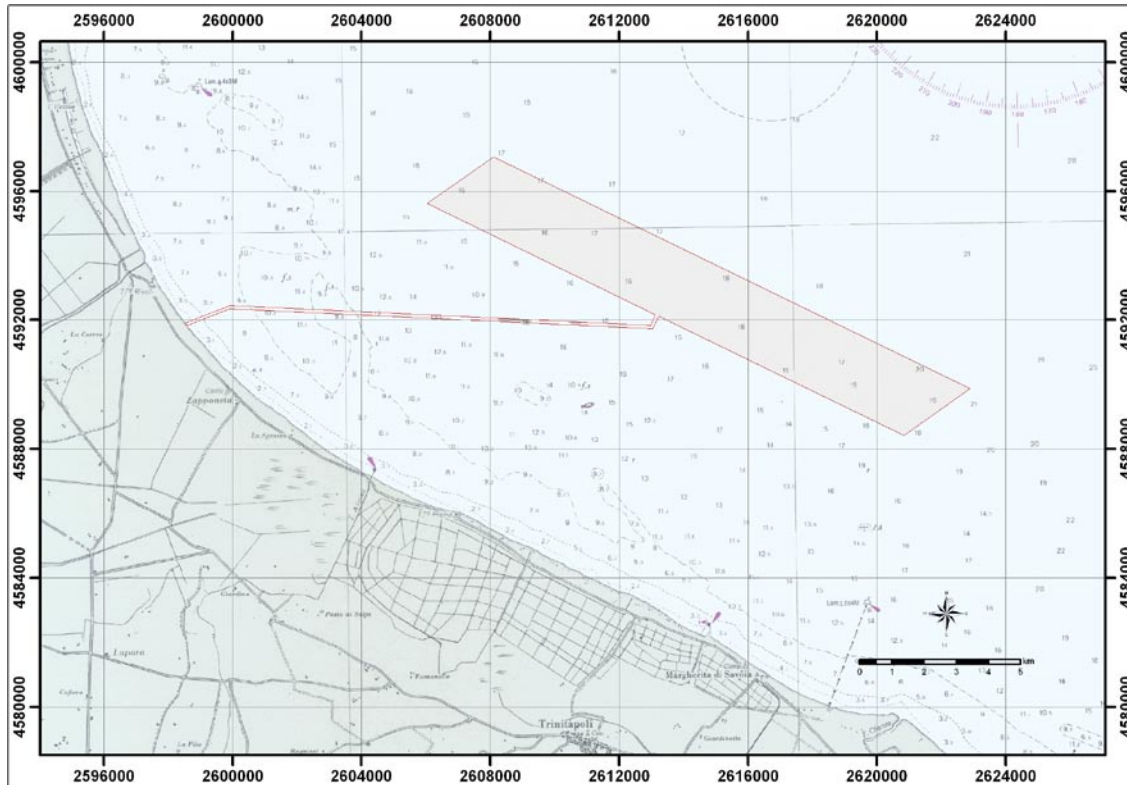
### 2.1 Area di studio

L'area di indagine è situata nel Golfo di Manfredonia, antistante il tratto di costa tra Zapponeta e Margherita di Savoia. L'area oggetto di studio è costituito da uno specchio acqueo a forma di rettangolo situato a circa 5 miglia nautiche dalla costa e da un corridoio che collega il rettangolo in corrispondenza di un tratto di costa a nord di Zapponeta (Fig. 1). In dettaglio il rettangolo è delimitato dalla congiungente dei seguenti punti GPS (gg pp ss):

- 1. N 41° 31' 13.3", E 16° 03' 20.6";
- 2. N 41° 27' 13.5", E 16° 13' 54.6";
- 3. N 41° 26' 27.4", E 16° 12' 25.4";
- 4. N 41° 30' 27.1", E 16° 01' 51.4";

e si estende per una lunghezza di circa 2.5 chilometri verso il largo e di circa 16.5 chilometri parallelamente alla costa, ricoprendo una superficie totale di circa 3621 ettari. Il corridoio, lungo circa 15 chilometri e largo 100 metri, è delimitato dalla congiungente dei seguenti punti GPS (gg pp ss), ricoprendo una superficie totale di circa 150 ettari:

- 1. N 41° 28' 31.0, E 16° 06' 59.1";
- 2. N 41° 28' 18.4, E 16° 06' 50.7";
- 3. N 41° 28' 43.3, E 15° 57' 25.3";
- 4. N 41° 28' 26.9, E 15° 56' 27.9";
- 5. N 41° 28' 29.5", E 15° 56' 25.2";
- 6. N 41° 28' 46.5", E 15° 57' 24.6";
- 7. N 41° 28' 21.6", E 16° 06' 48.7";
- 8. N 41° 28' 32.4", E 16° 06' 55.2";



**Fig. 1.** Il settore marino-costiero adriatico della Puglia in cui ricade la zona di progetto posta al largo della costa di Manfredonia (stralcio del Foglio n°31 – Da Bari a Manfredonia, scala 1:100.000, ed. 1990, Istituto Idrografico della Marina, 1/2004, mod.).

### 2.1.1 Inquadramento geologico-strutturale e geomorfologico

L'area in studio è ubicata lungo la costa adriatica pugliese a sudest di Manfredonia, tra la foce del Torrente Aloisa (nordovest) e l'abitato di Margherita di Savoia (sudest), al piede delle ultime propaggini dell'altopiano murgiano (Fig. 2). Il territorio pugliese corrisponde più o meno alla microplacca apula, situata al bordo sud-occidentale della placca adriatica, tra la catena appenninica – dalla quale la separa l'avanfossa bradanica – e le Dinaridi, oltre il Mar Adriatico.

La regione pugliese mostra una struttura geologica uniforme, dislocata da una serie di faglie, anche trascorrenti, che la suddividono in cinque distinte unità fisiografiche a comportamento in parte differente: il Gargano, il Tavoliere, le Murge, la piana di Taranto e Brindisi ed il Salento. Alla base s'individua un basamento cristallino variscano su cui poggiano circa 6 km di calcari, a loro volta ricoperti da lembi delle formazioni plio-pleistoceniche delle Calcareni di Gravina e delle Argille subapenniniche (Ricchetti, 1980; Ciaranfi et al., 1988).

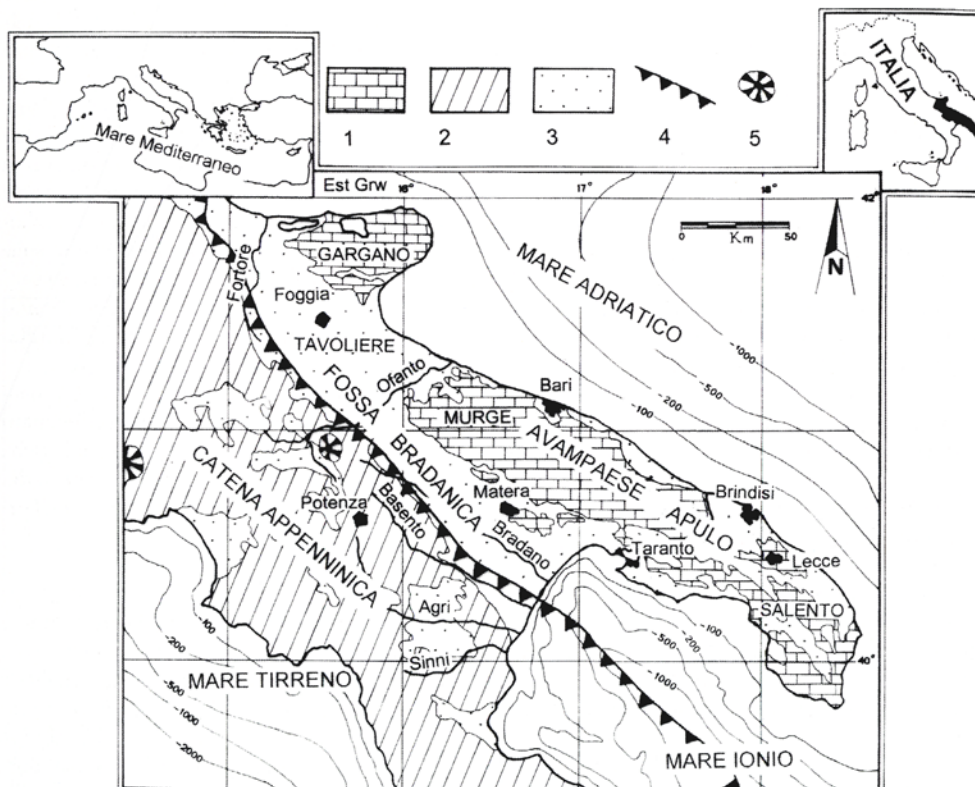
In sintesi, l'area in esame è attestata su un'impalcatura carbonatica d'età cretacea (Fig. 3) che costituisce gran parte della struttura geologica dell'intera regione pugliese (Ciaranfi et al., 1988). I depositi carbonatici, costituiti da calcari e dolomie stratificati di ambiente di piattaforma, potenti oltre 4000 m, affiorano in zona con uno spessore di soli 100 m (Ricchetti & Nuovo, 1988).

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

Il substrato carbonatico, emerso dopo il Cretacico, è ammantato in maniera discontinua da depositi terrigeni, prevalentemente calcarenitici, messi in posto nel corso di varie fasi trasgressive succedutesi tra la fine del Pliocene medio ed il Pleistocene (Palmentola & Vignola, 1980).

Il lungo periodo di emersione dei depositi carbonatici mesozoici ha prodotto una spinta carsificazione, analogamente a quanto osservato da Abbazzi et al. (1996) nei calcari affioranti nella provincia di Foggia, ricoperti da depositi del Pleistocene medio.

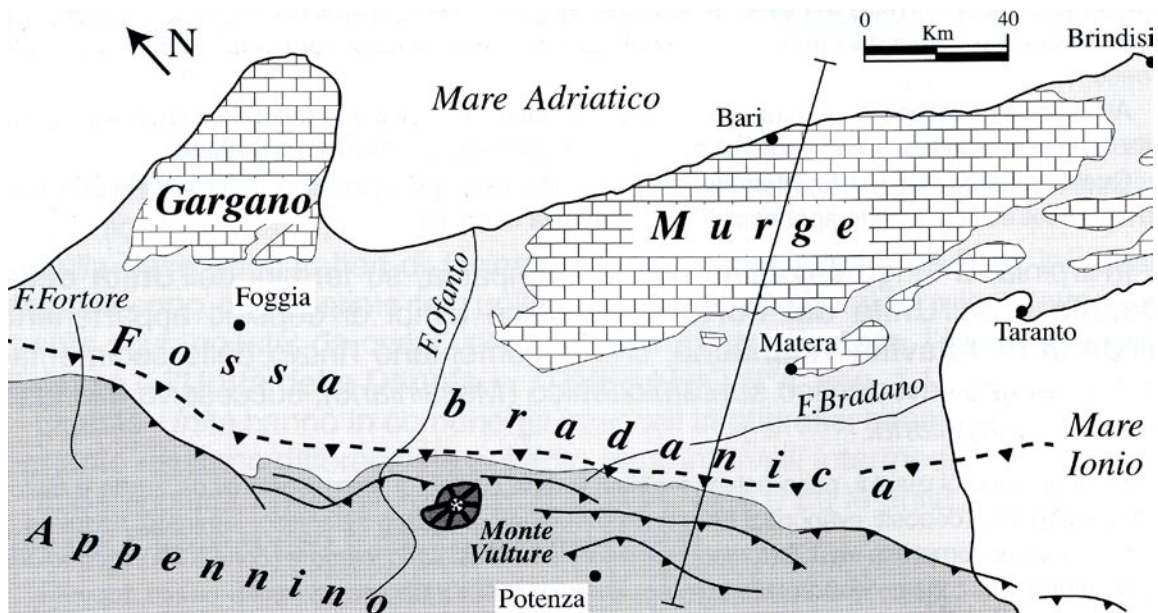
Durante il Pliocene la tettonica distensiva ha controllato la sedimentazione, individuando alti e bassi morfostrutturali e formando una successione di depositi di ambienti gradualmente meno profondi (Capuano et al., 1996). Gli effetti di queste fasi tettoniche hanno determinato l'assetto geomorfologico, isolando un ampio pilastro tettonico allungato in direzione NW-SE, in seguito segmentato in aree a differente dislocazione (rilievi del Gargano, delle Murge e del Salento; Largaiolli et al., 1969). La sommersione della Penisola Salentina è durata dalla fine del Pliocene medio fino alla fase terminale del Siciliano (Palmentola & Vignola, 1980).



**Fig. 2.** Schema geologico semplificato della Puglia. Legenda: 1) calcari mesozoici; 2) unità della catena appenninica; 3) coperture sedimentarie plio-quaternarie; 4) fronte dei sovrascorrimenti della catena appenninica; 5) edifici vulcanici (da Mastronuzzi et al., 2001 mod.).

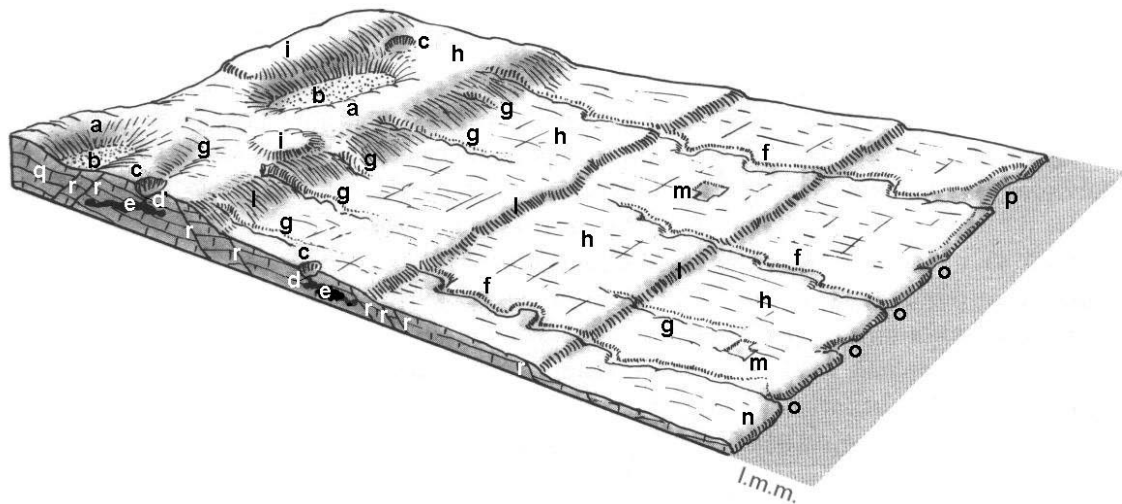
A partire dal Pleistocene medio iniziò la fase conclusiva dell'evoluzione geodinamica del territorio pugliese, caratterizzata da un sollevamento discontinuo e differenziato dell'intero sistema che determinò un progressivo ritiro del mare, con migrazione delle linee di riva, fino a raggiungere l'attuale posizione (Ricchetti, 1999).

Infatti, mentre il settore centro-adriatico continuava ad essere influenzato da fenomeni di subsidenza, l'avampaese apulo e la fossa bradanica subivano un sollevamento discontinuo (0.2-0.5 mm/anno: Ricchetti et al., 1994; Doglioni et al., 1996). Gli effetti di quest'ultima fase, unitamente alle fluttuazioni glacioeustatiche, sono testimoniati dalla presenza di numerosi terrazzi posti a varie altezze lungo i pendii e talora all'interno delle valli fluviali, i quali nell'insieme conferiscono al paesaggio costiero un tipico assetto a gradinata (Fig. 4; da Sestini, 1963, mod.) che si ripete anche in ambiente sottomarino prossimale (De Pippo et al., 2004).



**Fig. 3.** Schema geologico semplificato del territorio garganico e salentino, al margine della fossa bradanica, in cui ricade il settore costiero di Manfredonia, con le aree di affioramento delle successioni carbonatiche delle unità bradaniche plio-pleistoceniche (grigio chiaro), appenniniche (grigio scuro) ed apule meso-cenozoiche (mattonato) (da Dazzaro & Rapisardi, 1999 mod.).

In particolare, nel Salento sono state osservate le tracce di almeno 10 paleolinee di riva dislocate tra circa 180 e 2-3 m s.l.m. (Ciaranfi, 1999), riferibili all'intervallo di tempo compreso tra 800 e 20 ka BP. Tali indicatori morfologici sono rappresentati da superfici d'abrasione marina su cui sono conservati lembi di depositi marino-costieri pleistocenici (Boenzi & Ricchetti, 1999; De Pippo et al., 2004). Dal Pleistocene medio la regione pugliese fu nuovamente sollevata a seguito della riattivazione di antiche faglie con orientamento NW-SE. La combinazione tra sollevamento e tettonica disgiuntiva ha contribuito a delineare l'attuale morfologia del paesaggio, caratterizzata da lunghe dorsali asimmetriche (Serre Salentine) separate da depressioni subpianeggianti.



**Fig. 4.** Stereogramma schematico dell'altopiano murgiano, in Puglia, dal tipico assetto a gradinata: a) depressione di genesi tettono-carsica (dolina); b) depositi del fondo della dolina, in prevalenza argilloso-siltosi rubefatti, d'età pleisto-olocenica; c) rocce carbonatiche mesozoiche; d) inghiottitoio carsico; e) cavità carsica ipogea; f) corso d'acqua subrettilineo epigenetico; g) traccia di paleocorso d'acqua relitto; h) terrazzo d'abrasione marina; i) lembo di superficie spianata di genesi complessa, di età pleistocenica (paleosuperficie); l) scarpata di faglia o di linea di faglia; m) cave di coltivazione in rocce carbonatiche; n) falesia costiera bassa modellata nelle rocce carbonatiche; o) cala subtriangolare allo sbocco in mare di un corso d'acqua; p) cala con spiaggia a tasca (pocket beach) sabbioso-ciottolosa, alimentata da un corso d'acqua; q) stratificazione delle rocce carbonatiche, in genere con giacitura a franapoggio o ad ondulazione sinclinalico-anticlinalica; r) faglia (da Sestini, 1963, mod.).

Lungo la fascia costiera brindisina le unità mesozoiche e plio-pleistoceniche sono ammantate da sottili spessori di depositi marini bioclastici che costituiscono le panchine dei terrazzi marini medio-pleistocenici – olocenici (Selli, 1962; Ricchetti, 1967 e 1972; Palmentola, 1987; Ciaranfi et al., 1994; Mastronuzzi et al., 2001).

I terrazzi marini, presenti a varie quote lungo il versante adriatico delle Murge e lungo l'intera Penisola Salentina, sono disposti secondo una gradinata estesa da circa 120 m s.l.m. fino al livello marino attuale, in conseguenza dell'interazione fra il sollevamento tettonico regionale con tassi differenziati (Doglioni et al., 1996) e le fluttuazioni glacioeustatiche quaternarie. I più antichi tra i depositi terrazzati contengono vulcanoclastiti ascrivibili alle prime fasi eruttive del Monte Vulture, mentre quelli più recenti presentano ricche faune ad ospiti caldi senegalesi che consentono di attribuirli allo stadio MIS 5 (Tirreniano). Infine, tali terrazzi marini sono dissecati da incisioni, talora fino al basamento locale ed anche abbastanza profonde (localmente denominate *gravine* nel lato ionico e lame in quello adriatico), che nell'insieme formano un reticolo idrografico poco sviluppato (Mastronuzzi & Sansò, 1993).

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

La costa, orientata in direzione nordovest-sudest, è modellata in parte sui depositi fluvio-marini della bassa valle del F. Ofanto ed in parte sulla Calcarenite di Gravina ed è caratterizzata alle spalle (sudovest) da una serie di superfici d'abrasione marina, la più alta delle quali è posta a ridosso del ripido pendio che raccorda l'altopiano murgiano ed il promontorio garganico alla piana costiera.

Sulle superfici spianate ubicate a quote più basse sono presenti sedimenti di spiaggia e depositi eolici di duna e retrodunari. I depositi di spiaggia hanno uno spessore di circa 2 m, sono di natura calcarenitica con clasti biogenici e granuli silicatici; inoltre, sono privi di macrofossili e a luoghi risultano intensamente bioturbati da crostacei ed anellini. Tali sedimenti sono organizzati in lamine a basso angolo di riposo e talora poggiano su un livello discontinuo di suolo contenente clasti di rocce del substrato, mentre altrove giacciono direttamente su una piattaforma d'abrasione marina.

Alla sommità dei depositi di spiaggia, invece, è presente un orizzonte di suolo rubefatto, spesso alcuni decimetri, a cui seguono i depositi eolici di un cordone dunare, abbastanza cementati, di colore marrone chiaro e formati in prevalenza da granuli quarzosi e – nella parte bassa – da pirosseni e granati provenienti dal Monte Vulture (Mastronuzzi et al., 2001).

Alla sommità dei depositi di spiaggia, invece, è in genere presente un orizzonte di suolo rubefatto, spesso alcuni decimetri, a cui seguono i depositi eolici di un cordone dunare, abbastanza cementati, di colore marrone chiaro e formati in prevalenza da granuli quarzosi e – nella parte bassa – da pirosseni e granati provenienti dall'edificio vulcanico del Monte Vulture (Mastronuzzi et al., 2001).

Alle spalle della duna sono presenti depositi sabbiosi continentali giallo-rossastri di ambiente dulcicolo retrodunare, con spessore di circa 4 m e ricchi di pisoliti e noduli di manganese.

Il cordone dunare è disseccato da incisioni prodotte da corsi d'acqua, estese da monte fino in mare, il cui alveo è ricoperto da depositi colluviali. Nel colmamento di alcuni di tali alvei sono stati riconosciuti tre differenti livelli contenenti resti di mammalofauna e gasteropodi polmonati sovrapposti ad un livello di breccie di versante, le cui età radiometriche C14 sono rispettivamente di circa 11201  $\pm$ 370, 9926  $\pm$ 300 e 3389  $\pm$ 70 anni BP.

Due dune più recenti, di cui la più antica con un'altezza fino a circa 7 m, la più recente e meglio conservata alta fino a circa 10 m ed in appoggio sulla precedente, sono state datate rispettivamente 6900  $\pm$ 90 e 2190  $\pm$ 90 anni BP. Quest'ultimo cordone dunare appare in molti punti intensamente eroso dall'azione del mare che ne ha inciso una piccola ripa ed in alcuni punti è stato completamente smantellato (Mastronuzzi et al., 2001).

### **2.1.2 La piattaforma adriatica continentale pugliese**

La morfologia delle aree di piattaforma continentale di questo settore pugliese è caratterizzata da un'alternanza di zone a fisiografia più regolare, ricoperte da sedimenti a

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

tessitura da ruditica a psammitica fine, e da zone morfologicamente più articolate per la presenza di affioramenti del substrato roccioso, caratterizzato sia da alti sia da bassi morfostrutturali relitti e da alcune incisioni sottomarine che lo dissecano.

Fino ad una profondità di circa 30-40 m gli affioramenti rocciosi si alternano a sedimenti a granulometria medio-grossolana (sabbie medie e ghiaie), presenti soprattutto all'interno delle cale. Il substrato roccioso affiora o risulta sub-affiorante in corrispondenza di rilievi sommersi che spesso rappresentano il prolungamento a mare delle morfostrutture presenti sulla terraferma.

Il controllo tettonico e le coeve o successive fluttuazioni glacioeustatiche del livello marino nell'arco di tempo intercorso tra il Pleistocene medio-superiore e l'Olocene medio hanno controllato la genesi e l'evoluzione degli alti morfostrutturali (De Pippo et al., 2004).

Il bordo esterno della piattaforma continentale si rinviene a profondità comprese tra circa -90 e -110 m, con valori medi intorno a -100 m. A luoghi il margine appare frastagliato per la presenza di alcune testate di canyons sottomarini che si sviluppano lungo la scarpata continentale. Il bordo della piattaforma in genere risulta in arretramento per segmenti più o meno lunghi a causa di processi erosivi attivi lungo la parte superiore della scarpata, soprattutto in corrispondenza di alcune testate di canyons sottomarini che catturano i sedimenti in transito lungo la spiaggia sommersa e/o quelli direttamente apportati dai corsi d'acqua (F. Ofanto), sebbene scarsi. Tuttavia, al margine della piattaforma – oltre che quelle erosive – sono presenti anche geometrie di progradazione ed aggradazione, per lo più relitte.

### **2.1.3 Assetto geomorfologico**

Il settore costiero di Manfredonia (Figg. 2 e 3), ubicato nel versante meridionale adriatico e nella parte sud-orientale del Promontorio del Gargano, si sviluppa fra il margine meridionale del tavoliere pugliese a nord e l'altopiano murgiano a sud, nel tratto di mare prospiciente la piana costiera dell'Ofanto, tra le foci del T. Aloisa (nordovest) e del F. Ofanto (sudest).

L'evoluzione morfologica di questo settore costiero è strettamente connessa alle oscillazioni del livello del mare, in conseguenza di fenomeni glacioeustatici e neotettonici (Bosi et al., 1996), che hanno determinato intense azioni erosive sui depositi dell'Unità Bradanica a partire dal Pleistocene medio. Nell'area in studio sono pertanto presenti lembi di depositi calcarenitici infrapleistocenici disposti parallelamente all'attuale linea di costa, con spessori contenuti entro i 10 m, in accordo con Ricchetti & Nuovo (1988). Su tali terreni sono presenti depositi dunari calcarenitici attribuibili probabilmente al Pleistocene superiore. Tale successione, rinvenuta a circa +50 m, consente comunque di ricostruire la presenza di un'antica linea di riva sollevata a seguito di eventi tettonici; tali depositi raggiungono anche quote di oltre +60 m. Nella zona retrostante, invece, s'individua un'area subpianeggiante (+50 m) ascrivibile ad un'antica palude retrodunare, tuttora sede di episodici allagamenti.



**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

In prossimità della costa, tra +15 e +20 m, sono presenti altri depositi marini calcarenitici e biocalcarenitici, probabilmente suprapleistocenici e comunque più recenti dei precedenti; anche in tal caso è possibile ricostruire la presenza di una paleolinea di riva caratterizzata da una falesia costiera alta circa 10 m. Su questi depositi poggiano cordoni dunari, in gran parte smantellati (Torre Canne). Al di sopra dell'attuale livello del mare sono invece assenti le tracce di ulteriori fluttuazioni positive del livello marino in epoca storica.

I lembi di terrazzi marini subpianeggianti sono tra di loro raccordati da ripide scarpate con sviluppo parallelo all'attuale linea di costa e quote pressoché uniformi in tutta l'area, sebbene con pendenze differenti. Lungo le scarpate sono presenti incisioni che, talvolta, dissecano le superfici dei terrazzi fino alla base e si prolungano anche lungo i versanti dei rilievi collinari. Tali incisioni costituiscono gli elementi di un paleorivolo idrografico subparallelo e ad andamento cataclinale, di cui non sono più evidenti gli spartiacque. Le paleolinee di drenaggio giungono fino al mare solo in corrispondenza delle superfici topograficamente più basse, mentre terminano laddove sono presenti i cordoni dunari attuali. Questo particolare assetto del reticolo idrografico, indotto sia dal modellamento carsico (le reti di drenaggio individuano bacini endoreici con spartiacque non ben delineati), sia dalle numerose oscillazioni del livello marino per cause tettono-climatiche durante il Pleistocene e l'Olocene, favorisce la raccolta ed il ristagno delle acque superficiali nelle aree subpianeggianti in occasione di intense piogge.

Molto diffuse, soprattutto in corrispondenza di lineamenti tettonici, sono le morfologie di genesi carsica, sia ipogee sia epigee; tra queste, sono comuni le depressioni chiuse, estese alcune decine di metri, con forma a conca (doline) o a canale. Le aree depresse presenti lungo la costa si sono formate in seguito allo sbarramento di insenature ad opera di cordoni litoranei che hanno favorito anche la formazione di alcuni stagni retrodunari.

Sedimenti attuali di spiaggia emersa e di duna sono presenti in forma di depositi carbonatici che ricoprono strette fasce all'interno delle cale. Gli originari cordoni dunari, alle cui spalle sono presenti aree depresse retrodunari, mostrano un'altezza massima di circa 10 m e sono interessati da modificazioni antropiche per scopi turistico-residenziali e fenomeni d'erosione sia areale sia lineare.

L'entroterra che sottende le baie è caratterizzato da spiagge sabbiose limitate da cordoni dunari attuali, da falesie alte solo qualche metro in corrispondenza dei promontori e da una serie di terrazzi marini più o meno ampi, lembi di paleofalesie e di spiagge fossili (*beach rocks*) *sensu* Paskoff & Sanlaville (1983).

Le superfici spianate presentano depressioni morfologiche, spesso interessate da fenomeni di alluvionamento a seguito di intense precipitazioni. Alcune di queste, di solito le più estese, sono ubicate in prossimità della costa e sono state interessate nell'ultimo cinquantennio da interventi di bonifica e da attività agricola. Sono inoltre riconoscibili le tracce di reticoli idrografici, talvolta antichi e ben incisi, ma in genere senza evidenti linee spartiacque. L'assenza di deflusso superficiale a vantaggio di quello profondo è da correlare invece all'elevata permeabilità per fessurazione e carsismo del complesso carbonatico di base.



**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

L'analisi geomorfologica condotta nelle aree emerse e sommerse di questo settore costiero ha consentito di definire che i tratti salienti dell'attuale fisiografia e la morfologia dei fondali antistanti sono riconducibili alla mutua interazione tra l'azione di modellamento operata da processi tettono-carsici, prevalenti nel passato (Zecca, 1975; Grassi et al., 1982; Abbazzi et al., 1996), i fenomeni eustatici tardopleistocenici-olocenici (Mastronuzzi et al., 1989; Mastronuzzi & Palmentola, 2001), l'erosione per opera del moto ondoso ed infine i processi dinamici litoranei, sia recenti sia attuali.

**2.1.4 Aspetti morfologici**

Il settore marino al largo di Manfredonia, esposto alle mareggiate e ai venti spiranti del I (NE) e II (SE) quadrante, mostra una linea di costa articolata, caratterizzata da un'elevata irregolarità fisiografica (De Pippo et al., 2003; D'Alessandro et al., 2006) per la presenza di insenature e deboli prominenze che nell'insieme rendono poco frastagliata la costa (Fig. 2).

Tale irregolarità geometrica o frammentazione delle forme diminuisce gradualmente procedendo dalla linea di riva (l.m.m.) fino alla profondità di circa -30 m, probabilmente per la presenza di estese coperture di sedimenti siltoso-sabbiosi di fondo mobile che mascherano il substrato roccioso di natura carbonatica. Si segnala che il grado di irregolarità di questo settore costiero appare simile a quello medio calcolato per l'intera costa pugliese ( $DF = 1.05 \pm 0.01$ : D'Alessandro et al., 2006), caratterizzata da falesie articolate dall'alternanza di promontori ed esigue baie, talora con spiagge sabbioso-ciottolose di fondo cala (pocket beach).

Pertanto, gli aspetti morfologici suggeriscono che l'evoluzione del paesaggio costiero in certi momenti è stata controllata dalle oscillazioni glacioeustatiche, con blandi fenomeni tettonici manifestatisi tra il Pliocene ed il Pleistocene. In tempi più recenti, invece, il modellamento è stato governato soprattutto da processi di dinamica litoranea (Mastronuzzi et al., 2001; D'Alessandro et al., 2006).

L'analisi critica della letteratura scientifica a carattere geologico-ambientale, geomorfologico e dinamico-evolutivo, basata sull'interpretazione di rilievi morfobatimetrici, ha permesso di mettere in evidenza e correlare gli aspetti morfologici delle aree sommerse ed emerse del tratto costiero in esame (Figg. 2 e 3).

I fondali prospicienti la costa sono in prevalenza costituiti alla base da rocce carbonatiche cretache ricoperte da lembi di calcareniti suprapleistoceniche e talvolta da sottili e ristretti trottoirs algali e da sedimenti attuali (Ambrosano et al., 1986), in genere sabbiosi bioclastici. I bioclasti sono presenti a ridosso della costa (Viel et al., 1986) e talora sono prevalenti all'interno delle baie.

Il disegno costiero è caratterizzato da estesi litorali sabbiosi, con a monte una ripa d'erosione corrispondente all'orlo di un terrazzo marino che borda un'ampia piana costiera terrazzata, a formare baie semicircolari o subellittiche delimitate da promontori poco pronunciati; inoltre, sono

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

presenti anche radi affioramenti rocciosi, sia emersi sia subaffioranti. La costa è dissecata da incisioni, allineate ortogonalmente, che talvolta si prolungano anche in ambiente sommerso, sebbene colmate da sedimenti marini; il loro sbocco è talora caratterizzato da morfologie riconducibili ad esigui conoidi detritici in prevalenza sabbiosi (Fig. 5).

I sedimenti del fondo marino sono costituiti per lo più da sabbie fini depositate su un substrato calcarenitico, a luoghi affiorante dal fondo e spianato alla sommità.

## 2.2 Metodologie di indagine

Nell'ambito del progetto TREVI, che prevede lo studio conoscitivo dei fondali presenti in corrispondenza di aree da adibire alla posa in opera di campi eolici off-shore, è stata prevista la caratterizzazione morfologico-batimetrica di un'area localizzata nel Mar Adriatico meridionale, tra circa -10 e -30 m di profondità e prospiciente l'abitato di Manfredonia.

Tale area è stata indagata nel marzo 2009 attraverso l'esecuzione di una campagna oceanografica condotta a bordo della N/O *Universitatis* (Fig. 5), le cui attività hanno principalmente interessato l'acquisizione di rilevamenti ecometrici tramite ecoscandaglio multifascio Reson SeaBat 8125.

L'area suddetta che, secondo il progetto, includerà cento aerogeneratori collocati secondo una griglia approssimativa di una griglia approssimativa di 17 x 6 punti-aerogeneratore, è stata ispezionata tramite rilevamenti video remote sensing e in immersione per identificare le biocenosi presenti in nell'area, ed in particolare, in corrispondenza dei punti-aerogeneratore. Tali informazioni sono state utilizzate per integrare le prospezioni effettuate durante la campagna oceanografica, al fine di strutturare la cartografia biocenotica dell'area indagata.

I dati acquisiti e processati in questo lavoro sono stati restituiti su cartografie tematiche di dettaglio elaborate secondo i seguenti parametri geodetici:

- Datum: Roma 1940;
- Proiezione: Gauss Boaga Est;
- Meridiano Centrale: 15°00'00";
- Falso Est: 2520000;
- Fattore di scala: 0.9996.

Come base cartografica è stata utilizzata la cartografia nautica dell'Istituto Idrografico della Marina.



**Fig. 5.** La N/O *UNIVERSITATIS* con cui sono stati condotti i rilievi ecometrici.

### **2.2.1 Campagna oceanografica**

I principali strumenti di indagine impiegati durante la campagna oceanografica sono i seguenti:

- 1) Ecoscandaglio multifascio Reson SeaBat 8125 (rilievo batimetrico e morfologico)

Il Multibeam Reson 8125 (Fig. 6) è un sistema con frequenza operativa di 455 kHz ed un'apertura del fascio di 120°, per un minimo di 1° di larghezza longitudinale ed è adatto a rilevare fondali fino a -120 m di profondità. Il fascio consiste in 240 singoli beam (elementi fisici del ricevitore) spazati fisicamente di 0.5°. La progettazione del sistema supera i requisiti di accuratezza richiesti dagli standard pubblicati dall'International Hydrographic Organization (IHO) nel volume S-44, 4° edizione dell'Aprile 1998; alle profondità previste per l'indagine in oggetto è in grado di offrire una risoluzione a scala metrica.

La precisione delle misurazioni effettuate e registrate dal sistema sono garantite dalla corretta calibrazione effettuata attraverso la misura della velocità del suono lungo la colonna d'acqua (per le profondità richieste) e la calibrazione del sensore di moto-girobussola impiegato.

Il sistema di acquisizione dati Multibeam 8125 è stato montato su di un palo posto a dritta dell'imbarcazione, opportunamente fissato ed immobilizzato. Le attività di calibrazione del

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

posizionamento del sistema rispetto agli assi x, y e z sono state effettuate in seguito a tutte le operazioni di rimozione e fissaggio effettuate durante la campagna.



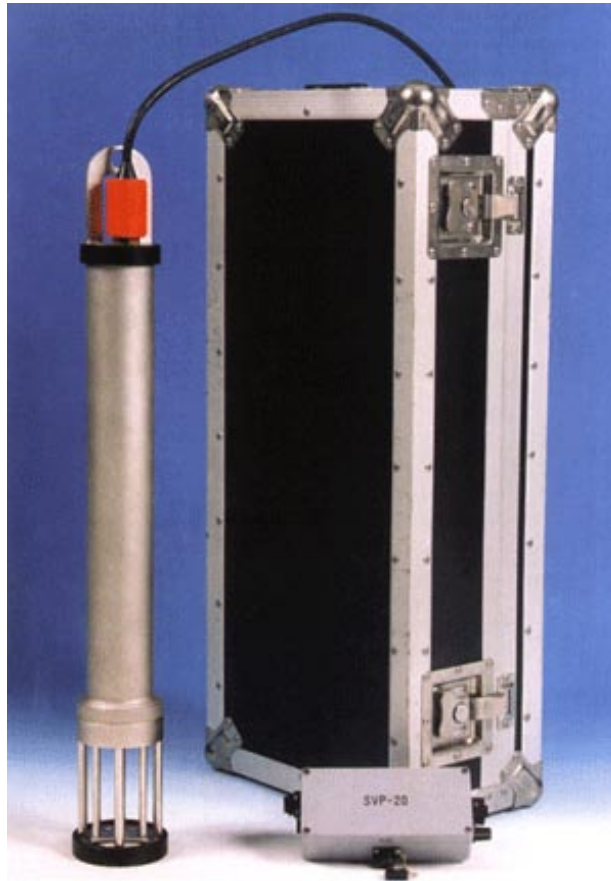
**Fig. 6.** Il sistema Multibeam Reson seabat 8125.

2) Sistema integrato girobussola e sensore di moto OCTANS IXSEA®

L'Octans è una combinazione unica di girobussola con incorporato un sensore di moto, certificato IMO, strumentazioni essenziali nei survey idrografici per garantire l'accuratezza geometrica del rilievo. Le sue uscite sono il rollio, il beccheggio, il moto oscillatorio, la compensazione dell'onda, la velocità, l'accelerazione e l'orientazione reale.

3) Profilatore di velocità del suono NAVITRONIC® SVP15

La sonda SVP15 (Fig. 7) misura dati relativi alla velocità del suono, profondità e temperatura lungo la colonna d'acqua. Opera misurando direttamente la velocità del suono facendo uso di tecnologia sonica, in un range compreso tra 1350 e 1600 m/s con una risoluzione di 0.1 m/s e un'accuratezza di  $\pm 0.10$  m/s, fino a -200 m di profondità. Durante le giornate di rilievo sono stati effettuati differenti profili di velocità del suono lungo la colonna d'acqua, fino ad una profondità di -30 m.



**Fig. 7.** Profilatore di velocità del suono NAVITRONIC SVP25.

Tutta la strumentazione impiegata appartiene alla dotazione del CoNISMa.

Il posizionamento ed il coordinamento di tutte le operazioni di bordo svolte è avvenuto attraverso l'impiego del software di navigazione PDS2000 interfacciato ad un sistema di posizionamento GPS differenziale, con correzione della posizione via satellite (sistema SkyFix). Il PDS2000 è un software idrografico di ultima generazione che riunisce in un unico pacchetto le diverse funzioni attinenti al ciclo di produzione di rilievi idrografici (programmazione e progettazione del rilievo, navigazione ed acquisizione dati, filtraggio ed elaborazione dati, ecc.), nonché quelle relative alla determinazione delle condizioni di qualità alle quali devono corrispondere i dati registrati durante il rilievo.

Il software di navigazione interfacciato con tutta la strumentazione di bordo assicura la precisa georeferenziazione di ciascun dato acquisito nel sistema di coordinate WGS84, con la precisa localizzazione della strumentazione all'interno della geometria della nave.

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

Per la visualizzazione e l'archiviazione di tutte le misure effettuate è stata impiegata la proiezione UTM, WGS84 - Fuso 33N. I dati sono stati acquisiti seguendo rotte programmate perpendicolarmente all'andamento batimetrico, distanziate tra loro tra circa. 60 e 100 m, per permettere una corretta sovrapposizione di dati lungo rotte parallele.

L'attività di bordo si è svolta per tutte le 24 ore delle giornate di rilievo. Le cattive condizioni meteo incontrate durante la campagna hanno portato all'interruzione dei lavori per circa 3 giorni, ma è stato in ogni caso terminato il rilievo batimetrico programmato nelle aree di lavoro.

**2.2.2 Rilevamenti video**

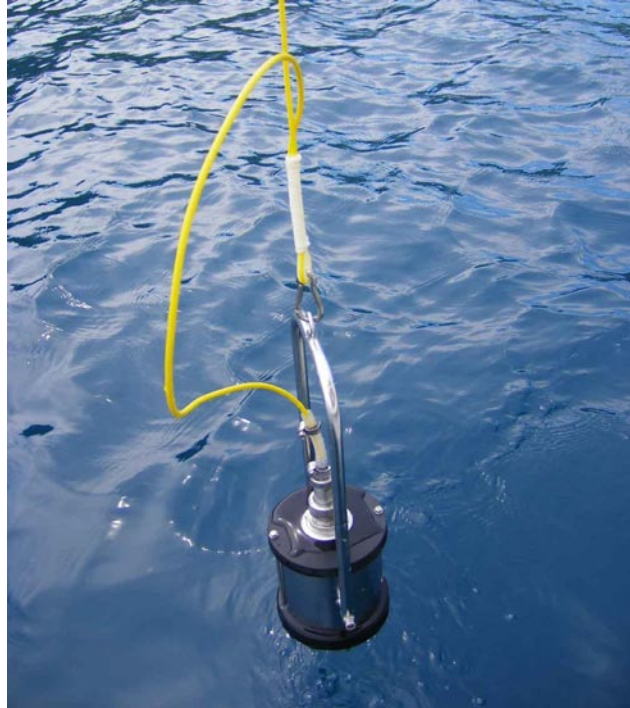
I rilevamenti video all'interno del campo eolico nel Golfo di Manfredonia sono stati condotti mediante l'uso di una video-camera filoguidata *Global Vision 200* (Fig. 8). Questo sistema è dotato di una camera subacquea filoguidata, con cavo da 200 m, e ha permesso un'acquisizione video delle caratteristiche del fondale precisa, garantendo contemporaneamente una versatilità e velocità particolarmente idonee alla conduzione dei rilevamenti in un'area di grande estensione, caratterizzata da scarsa visibilità e fondali infangati.

L'operatore a bordo, durante ogni rilevamento, oltre a registrare i dati rilevati dallo strumento, annotava le coordinate geografiche (Longitudine e Latitudine) e le profondità che venivano visualizzate sul display degli strumenti montati sulla plancia di comando dell'imbarcazione. Tali rilevamenti hanno costituito la fase di acquisizione dei dati bionomici per la caratterizzazione biologica dei fondali presenti nell'area.

In corrispondenza di ciascun punto di installazione dei pali per gli aerogeneratori, inoltre, è stato compiuto un rilevamento video puntiforme in immersione in apnea tramite l'utilizzo di una video-camera SANYO completa di scaphandatura, per identificare gli habitat presenti. Tali rilevamenti diretti in immersione, oltre a ispezionare direttamente i punti di ancoraggio degli aerogeneratori, hanno integrato le informazioni video effettuate in remote-sensing per la costruzione della mappa biocenotica.

Le categorie degli habitat riscontrati sono state definite secondo la nomenclatura e lo schema di classificazione stabilito dal RAC-SPA (*Regional Activity Centre for Specially Protected Areas*).

Le operazioni sono state condotte tra Marzo e Aprile 2009 con l'ausilio di uno *zodiac* dotato di ecoscandaglio *singlebeam* e GPS, che ha permesso spostamenti rapidi nella vasta area del campo in ogni condizione di mare.



**Fig. 8.** Telecamera filoguidata Global Vision (200 m), usata per i rilevamenti video all'interno dei campi eolici.

## 2.3 Elaborazione dati

### 2.3.1 Geomorfologia e batimetria

Tutti i dati derivati dall'acquisizione tramite ecoscandaglio multifascio Reson8125, sono stati processati in via preliminare a bordo della N/O *Universitatis* e successivamente nei laboratori di cartografia digitale marina del Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie dell'Università degli Studi di Milano Bicocca. Si sono utilizzati software idonei (modulo di processing PDS2000®) per la pulizia dei dati relativamente agli eventuali artefatti prodotti chiaramente da disturbi del segnale in ricezione. Dai dati processati si è poi estrapolato un formato ASCII di punti x, y, z per la creazione di DTM (Modelli Digitali del Terreno) utili alla rappresentazione morfometrica dell'area indagata con una risoluzione pari a 5x5 m (dimensioni della cella del modello). Tali formati di dati permettono la creazione di viste tridimensionali dell'area investigata, di carte batimetriche e la misura di tutti i connotati morfometrici dell'area investigata.

È stato inoltre condotta un'analisi delle pendenze. Tale studio permette di evidenziare il grado di ripidità della superficie studiata. La mappa delle pendenze è stata elaborata a partire dal DEM (modello di elevazione digitale) ad alta risoluzione (3 metri) dell'area di indagine. L'analisi è stata realizzata utilizzando un apposito algoritmo (*Slope*) del pacchetto *Spatial Analyst* di *ArcGis*.

### **2.3.2 Mappa biocenotica**

I dati bionomici raccolti nella fase di acquisizione sono stati ordinati all'interno di un database. Tale procedura ha consentito di:

- convertire l'archivio cartaceo dei dati acquisiti sul campo in un archivio digitale;
- controllare la qualità dei dati nel delicato processo di immissione.

La trasformazione di coordinate geografiche-metriche dei dati acquisiti è avvenuta utilizzando un preciso e accurato algoritmo di conversione (*Traspunto*) che ha il vantaggio di trasformare, mediante una semplice procedura, file contenenti numerosi punti (Travaglini, 2004).

La matrice di coordinate, una volta inserita all'interno del software GIS, è stata convertita in uno strato informativo vettoriale puntuale (*layer*). All'interno del layer ogni punto è fornito di un codice che lo identifica in maniera chiara ed univoca. Sfruttando la possibilità di creare relazioni semplici e/o complesse tra i *layer* vettoriali del GIS e i database alfanumerici, le informazioni raccolte e digitalizzate durante la fase di acquisizione in situ vengono conseguentemente associate ad ogni punto, ovvero:

- profondità;
- tipologia di habitat;
- valore conservazionistico dell'habitat;
- substrato.

L'elaborazione della mappatura degli habitat è stata eseguita spazializzando e rappresentando i dati secondo la tipologia di habitat. La procedura di poligonizzazione dei dati puntuali è avvenuta mediante interpretazione a video del *raster hillshade* ottenuto dal modello di elevazione digitale (DEM) ad alta risoluzione (3 metri).

La carta tematica degli habitat di interesse conservazionistico è stata ottenuta evidenziando i poligoni degli habitat secondo l'attributo dell'importanza conservazionistica di ciascun habitat. Il valore conservazionistico è stato definito secondo il metodo di valutazione introdotto da Bardat et al. (1997), che identifica il grado d'importanza in base a diversi criteri: vulnerabilità, valore naturalistico, rarità, valore estetico e valore economico. In base a questo metodo, ogni habitat, può essere classificato come (Relini, 2002):

- Determinante (D): indispensabile per la conservazione;
- Rimarchevole (R): meritevole di particolare attenzione e gestione;
- Non ritenuto importante (NR): molto diffuso, poco vulnerabile e di scarso valore naturalistico, estetico ed economico.



### **2.3.3 Rilevamenti video**

Il campionamento video ha permesso di ottenere dei brevi filmati del fondale in corrispondenza dei punti di posizionamento degli aerogeneratori nei due campi eolici, per un totale di 100 rilevamenti video. Le immagini sono state analizzate per l'identificazione degli habitat presenti. Per ciascun punto è stata, inoltre, registrata la profondità. Le registrazioni video sono state successivamente montate eliminando sequenze disturbate da interferenze o con scarsa visibilità e evidenziando i tratti salienti in videoclip esemplificative, corredate dalle informazioni principali, della durata media di circa 10 secondi. Le videoclip così ottenute sono state incorporate in due documenti filmati separati, uno per ciascun campo, inclusi in un DVD.

Al fine di creare un supporto informativo all'indagine cartografica, è stato impostato un database contenente, per ogni punto-aerogeneratore, le informazioni principali: coordinate geografiche, profondità, tipo di biocenosi identificata e rilevanza ASPIM.

## 3 Risultati

### 3.1 Analisi morfobatimetrica

L'analisi morfobatimetrica di questa porzione di piattaforma continentale adriatica pugliese, estesa tra le foci del T. Aloisa e del F. Ofanto, ha permesso di distinguere due settori, sulla base dei differenti caratteri morfologici, delle profondità registrate (cfr. allegato A, *Mappa Batimetrica*), delle acclività (cfr. allegato B, *Mappa delle Pendenze*), delle rispettive estensioni areali e distanze dalla linea di costa:

- a) un settore nord-occidentale;
- b) un settore sud-orientale.

Il settore nord-occidentale (a), di maggiore estensione ed ubicato sia al largo sia al traverso del segmento costiero compreso tra le località La Sgrossa presso Zapponeta, a nordovest, e gli abitati di Trinitapoli e Margherita di Savoia, a sudest (Fig. 2), mostra valori di pendenza generalmente bassi ( $\sim 0.06\%$ , pari a  $\sim 0.03^\circ$ ) e lineamenti morfologici poco pronunciati. Quest'area nella parte sud-occidentale forma un unico settore con profondità comprese tra circa -15.5 e -17 m, con un graduale aumento delle quote in direzione SW-NE ed un andamento sinuoso delle isobate che indica una morfologia del fondo debolmente ondulata e a luoghi gibbosa. Nella parte mediana, invece, si registrano profondità leggermente più elevate, variabili tra -16 e -18 m circa, con un progressivo e normale incremento in direzione SW-NE. Inoltre, è presente un esteso gradino morfologico sub-rettilineo tra -16 e -18 m circa, con altezza variabile da 0.5 a 2 m, orientato in direzione NW-SE per circa 4 km. Tale gradino nella zona più settentrionale è orientato in direzione NNW-SSE per circa 1 km e presenta un'altezza di circa 0.5 m; nella zona più meridionale, invece, la morfologia risulta più articolata e l'altezza pari a 1.5-2 m nel tratto marginale in cui l'orientamento è in direzione N-S.

Intorno ai 16 m circa di profondità s'individua una serie di brevi incisioni sottomarine sub-parallele, marcate da concavità verso il largo delle isobate, orientate prevalentemente in direzione SW-NE e a disposizione radiale, che dissecano trasversalmente le prime e bordano le seconde. Verosimilmente tali morfologie sono l'espressione di un controllo eustatico in età tardo-quaternaria piuttosto che strutturale. Oltre i -16 m, dove è presente il gradino morfologico, e fino a circa -18 m di profondità il fondo marino è caratterizzato da estese superfici spianate sub-pianeggianti, con radi e circoscritti alti morfologici che si elevano al massimo per 0.5 m dal fondale. Tali superfici rappresentano terrazzi marini deposizionali formati da depositi sabbioso-

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

limosi con componente bioclastica più o meno abbondante, modellati nel tardo-quadernario e ammantati da sedimenti olocenici.

Il settore sud-orientale (b), di minore estensione e posto sia al largo sia al traverso del segmento di costa compreso fra gli abitati di Trinitapoli, ad nordovest, e Margherita di Savoia, a sudest, presenta invece caratteristiche morfobatimetriche diverse. Infatti, la maggior parte del fondale marino della zona meridionale appare più articolata ed ondulata, con profondità variabili tra -18 e -21.5 m circa e pendenze basse ( $\sim 0.27\%$ , pari a  $\sim 0.12^\circ$ ). Inoltre, si registra un rapido aumento dell'acclività ( $\sim 1\%$ , pari a  $\sim 0.45^\circ$ ) ai margini di due estese superfici sub-pianeggianti, allungate ed orientate circa in direzione N-S e NNW-SSE, presenti nella zona settentrionale di questo settore. Tali superfici si elevano per circa 2-3 m dal fondo marino e presentano la sommità spianata rispettivamente a -17 m circa quella ubicata più a nordovest, estesa per circa 1.6 km, e a circa -16.5 m quella posta più a SE, estesa per 1.8 km. Queste morfologie rappresentano i lembi di terrazzi d'abrasione marina modellati sul substrato carbonatico sub-affiorante nel tardo-quadernario, tuttora ricoperti da sedimenti sabbiosi da medi a fini, con elementi bioclastici più o meno abbondanti.

Ai bordi dei terrazzi marini sono presenti gradini morfologici e piccole scarpate digradanti verso ovest ed est, dissecate da alcune brevi incisioni sottomarine sub-rettilinee e sub-parallele tra di loro, con orientamento medio in direzione NE-SW e S-N. Anche in tal caso l'assetto morfologico del fondo marino è molto verosimilmente il risultato di un controllo prevalentemente eustatico in epoca tardo-quadernaria anziché strutturale.

Infine, la zona a sudest dei terrazzi marini mostra una morfologia del fondo marino da debolmente ondulata a sub-pianeggiante tra circa -18.5 e -21.5 m, ma a luoghi più articolata tra -18 e -20 m circa, con acclività variabili da basse a medie per la presenza di lembi relitti.

### 3.2 Caratteri geomorfologici

Dall'analisi morfobatimetrica di dettaglio si evince la presenza di morfologie ascrivibili a lembi di terrazzi d'abrasione marina alle profondità comprese tra circa -16 e -18 m (cfr. allegato C, *Mappa Geomorfologica*). Questi terrazzi marini sono la testimonianza di soste sufficientemente lunghe del livello del mare avvenute sia nel corso dell'abbassamento connesso all'ultima epoca glaciale pleistocenica (Würm), sia durante la risalita eustatica postglaciale (Pirazzoli, 1981; 1993), terminata poco prima dell'Olocene (trasgressione versiliana) e dei successivi due massimi picchi climatici caldi dell'Olocene medio (circa 5.5 ka BP) e superiore (circa 3.3 ka BP).

Tali superfici terrazzate, attualmente posizionate a varie profondità e quote rispetto all'attuale livello medio del mare e tra di loro correlabili, sono state rimodellate sia in ambiente subacqueo sia subaereo, nonché dislocate ed in parte smembrate da blandi eventi tettonici, pertanto risultano poligeniche e polifasiche. Il controllo strutturale, tra l'altro, si riflette anche nella presenza di affioramenti rocciosi, costituiti da rocce carbonatiche prevalentemente di età

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

cretacica, ed alti morfostrutturali impostati su substrato sub-affiorante ricoperto da una coltre sedimentaria sabbioso-limosa. Inoltre, i terrazzi d'abrasione marina sono ricoperti anche da un sottile drappo di sedimenti sabbiosi olocenici. Il raccordo tra le superfici spianate poste a diverse quote è rappresentato da un pendio regolare ed è sede di accumulo di sabbie ghiaiose e sabbie fini a componente bioclastica.

Di seguito si fornisce una descrizione geomorfologica del settore marino (Figg. 1 e 2), in funzione sia della fisiografia costiera e dell'andamento batimetrico, sia dei caratteri geomorfologici e sedimentologici subacquei. In particolare, sono descritte le caratteristiche generali dei fondali ed i principali lineamenti morfologici, integrando i risultati dell'indagine morfobatimetrica con i dati delle osservazioni subacquee.

Dal punto di vista morfologico questa zona si sviluppa in continuità con la piattaforma costiera prossimale, con cui forma un unico settore esteso fino a circa -22 m di profondità. Nella zona sud-orientale, morfologicamente più articolata, s'individuano i lembi di due superfici terrazzate del medesimo ordine, poste a circa -16.5/-17 m di profondità. Queste superfici, ricoperte da sedimenti sabbiosi a tessitura da grossolana a fine, sono separate da piccole scarpate più o meno ripide, digradanti verso ovest ed est, con fisiografia da subrettile a debolmente sinusoidale, che rappresentano lembi di paleofalesie sommerse ed in parte sepolte. Il piede della scarpata più settentrionale (nordovest), con andamento sub-rettilineo, è posto a circa -19 m ed è mediamente orientato in direzione N-S, ad indicare un blando controllo strutturale. Alla base di questa scarpata sono presenti circoscritti cumuli detritici, in prevalenza sabbioso-ghiaiosi con bioclasti.

Inoltre, si osservano alcuni circoscritti alti morfostrutturali mammellonari, poco rilevati dal fondo marino, la cui sommità spianata a circa -18 e -19 m rappresenta lembi di terrazzi d'abrasione marina di un altro ordine – probabilmente precedente – modellati sul substrato roccioso sub-affiorante ed ammantati da depositi sabbioso-limosi.

Sono presenti alcune brevi incisioni sottomarine tra di loro sub-parallele, con orientamento NE-SW e a configurazione radiale nel settore nord-occidentale e S-N in quello sud-orientale. Tali incisioni dissecano i terrazzi marini ed incidono trasversalmente le scarpate marginali. Nell'insieme, la disposizione, l'assenza di confluenza e l'orientamento delle incisioni sottomarine con alveo a fondo piatto costituiscono la forma relitta e discontinua di un paleoreticolo idrografico a *pattern* radiale impostato sul paleodelta eroso di un corso d'acqua principale – probabilmente il F. Ofanto, la cui paleofoce era ubicata più al largo ed a nordovest dell'attuale – ed a *pattern* sub-parallelo sul substrato roccioso, sviluppatosi in ambiente subaereo sui litotipi sedimentari e carbonatici e successivamente sommerso, oggi obliterato dalle coperture deposizionali o eliso da fenomeni erosivi.

Il settore nord-occidentale, invece, con profondità tra circa -15 e -18 m, mostra una morfologia più regolare che rappresenta un'estesa e quasi continua superficie spianata alla quota di -16/-18 m, formata da depositi sabbioso-limosi e sabbie bioclastiche oloceniche caratterizzate talora da *ripples* con lunghezza d'onda decimetrica. Questo ampio terrazzo

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

deposizionale è solcato da rade e brevi incisioni, per lo più orientate in direzione S-N, che confluiscono verso deboli depressioni. Inoltre, a sudovest si rileva la presenza di un gradino morfologico sub-rettilineo, orientato in direzione media NW-SE, che rappresenta il margine settentrionale di un terrazzo marino con sommità spianata a circa -16 m, il cui piede è posto a circa -17 m.

L'orientamento dei gradini e delle scarpate evidenzia un blando controllo strutturale, connesso alla presenza di antichi lineamenti tettonici in prevalenza con orientamento in direzione NW-SE e N-S e subordinatamente NNW-SSE, oltre che un generale e prevalente modellamento riconducibile a fenomeni glacioeustatici per la presenza di forme relitte di genesi marina, tra i quali i lembi di terrazzi d'abrasione marina, alcune paleofalesie ed alti morfostrutturali.

### **3.3 Dinamica morfoevolutiva**

Sulla base dei rilievi batimetrici e degli aspetti geomorfologici subacquei è stato possibile ricostruire l'evoluzione morfologica dell'area. La costa mostra una morfodinamica caratterizzata dallo sviluppo di falesie e ripe, con piccole baie e promontori, e dalla progressiva genesi di forme relitte emerse e sommerse (affioramenti rocciosi, lembi di paleofalesie e terrazzi marini, spiagge fossili) a spese dei promontori, oggi ubicati nell'entroterra, all'interno delle cale ed in ambiente sottomarino.

In accordo con Mastronuzzi et al. (2001) e De Pippo et al. (2004) questo modellamento è connesso alla mutua interazione spazio-temporale tra più fattori, fenomeni e processi morfodinamici, quali la presenza di varie litologie costiere con differente resistenza all'erosione e le rapide oscillazioni verticali tettono-eustatiche.

La ricostruzione delle tappe morfoevolutive fa ritenere che nel corso del Siciliano la regione emerse, frammentandosi per l'attivazione di faglie ad andamento NE-SW e NW-SE; il successivo ribassamento verso mare durò fino a circa 85 ka BP. L'esposizione subaerea nel Siciliano attivò un'estesa carsificazione dei calcari in corrispondenza dei lineamenti tettonici, processo molto frequente anche in altre zone pugliesi. Le depressioni carsiche corrisponderebbero alle attuali cale e baie delimitate verso mare da lembi carbonatici mesozoici relitti, sormontati dalle calcaretilti del Pleistocene medio, più o meno allineate lungo la direzione che caratterizza l'antica linea di costa. Le forme relitte riconoscibili dall'analisi morfologica dei fondali marini confermano che la costa presenta elementi di un modellamento antico connesso a prevalenti processi tettono-carsici e subordinatamente all'azione del mare.

La presenza di depositi dunari medio-olocenici indicherebbe che la porzione più ampia di piattaforma continentale adriatica che sottende l'area sia rimasta emersa per tutto l'Olocene. Infatti, nell'area indagata sono presenti depositi marini con età medio-pleistocenica, trasgressivi sui calcari mesozoici del substrato, sormontati da depositi eolici olocenici.

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

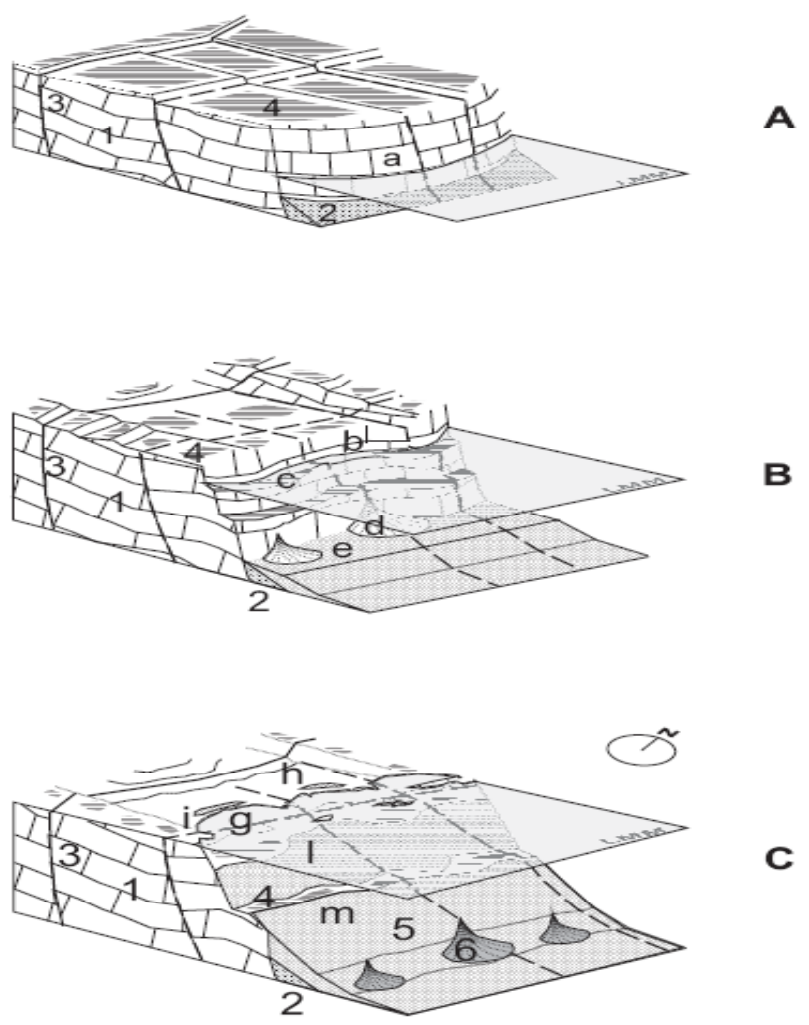
Alla base, invece, la successione è costituita da calcari bioclastici del Pleistocene medio (300 ka BP), cui seguono depositi di spiagge a tasca (*pocket beach*) a fauna banale (80 ka BP), talora ricoperti da depositi dunari d'epoca greco-romana, medievale e recenti, in fase di smantellamento.

I lembi di paleofalesie, terrazzi marini emersi e talora spiagge fossili, presenti a quote comprese tra +2 e oltre +60 m, sono stati dislocati dagli eventi tettonici quaternari. Inoltre, in accordo con quanto osservato in alcune zone costiere tirreniche (Cinque et al., 1995; De Pippo et al., 1998; De Pippo & Donadio, 1999), la genesi dei terrazzi marini e delle loro forme accessorie (solchi di battente, pozze di scogliera), attualmente sommersi a profondità comprese tra circa -6 e -30 m e modellati nell'arco del Pleistocene, è verosimilmente poligenica e distinta: policiclica e forse polifasica, ovvero pre- e sin-tettonica, oltre che glacioeustatica, per quelli posti oltre i -20 m; in prevalenza glacioeustatica postglaciale e subordinatamente tardo- e post-tettonica, ovvero più recente, per quelli presenti a profondità minori.

L'insieme delle informazioni litostratigrafiche e geomorfologiche hanno consentito di ricostruire l'articolata dinamica morfoevolutiva del settore costiero di Manfredonia a partire dal Pleistocene. In particolare, il modello evolutivo del settore costiero prossimo al Promontorio del Gargano (Fig. 9), a nord di Manfredonia, individua la presenza di una costa a falesia nel Pleistocene inferiore-medio, a prevalente controllo strutturale.

Successivamente, nel Pleistocene medio-superiore si registra un arretramento della costa con genesi di una falesia degradata o di linea di faglia, la formazione di terrazzi d'abrasione marina, conoidi di deiezione ed accumulo di depositi sabbioso-ciottolosi al piede in seguito all'interazione tra sollevamento tardo-neotettonico e risalita del livello marino postglaciale.

Nel Pleistocene superiore-Olocene: si sviluppa una falesia bassa concava, caratterizzata da ampie baie con sviluppo di cordoni dunari tra l'epoca greco-romana ed il recente, attualmente in fase smantellamento, e da cordoni litorali attuali. Le scarpate sommerse rappresentano i lembi di paleofalesie pleistoceniche, in parte sepolte da coperture sedimentarie recenti in prevalenza costituite da depositi sabbiosi.



**Fig. 9.** Schema dell'evoluzione morfologica pleisto-olocenica del settore costiero a nord di Manfredonia, a ridosso del Promontorio del Gargano. A) Pleistocene inferiore-medio: costa a falesia (a); B) Pleistocene medio-superiore: arretramento della costa con genesi di una falesia degradata o di linea di faglia (b), genesi di terrazzi d'abrasione marina (c), conoidi di deiezione (d) ed accumulo di depositi sabbioso-ciottolosi al piede della falesia (e), a seguito dell'interazione tra sollevamento tardo-neotettonico e rapida risalita del livello marino postglaciale; C) Pleistocene superiore-Olocene: genesi di una falesia bassa concava (f), caratterizzata da ampie baie (g) con sviluppo di dune (h) tra l'epoca greco-romana ed il recente, in fase smantellamento, e da cordoni litorali attuali (i); i gradini morfologici e le scarpate sommerse rappresentano i lembi di paleofalesie pleistoceniche in parte sepolta da sedimenti sabbiosi recenti (1), di cui la prossimale (-16 m) risulta discontinua e sub-affiorante, mentre quelle distali (-16.5/-17 m) sono meglio conservate (m). Legenda: 1) rocce carbonatiche mesozoiche e quaternarie; 2) depositi sabbiosi pleisto-olocenici; 3) faglia: certa (tratto pieno), sepolta o presunta (tratteggiata); 4) terrazzo marino; 5) paleofalesia sommersa; 6) paleoconoide.

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

L'evoluzione morfologica a partire dal Tirreniano del settore costiero a sud di Manfredonia (Fig. 10) e della piana costiera dell'Ofanto, invece, è in accordo con il modello proposto da Mastronuzzi et al. (2001). A quest'epoca, durante una prima fase (Fig. 10a), risale probabilmente la formazione di un terrazzo marino con copertura sedimentaria su cui giacciono i depositi eolici di una duna antica.

L'assenza di fossili e la presenza nei depositi di spiaggia di minerali provenienti dall'edificio vulcanico del M. Vulture suggerisce che questa si sia formata a partire dal Pleistocene medio in due successivi momenti nell'arco del Tirreniano (Fig. 10b). In epoca post-tirreniana, inoltre, si sono depositi sedimenti fluviali, i più antichi d'età würmiana ed i più recenti medio-olocenici, negli alvei che dissecano trasversalmente il cordone dunare tirreniano.

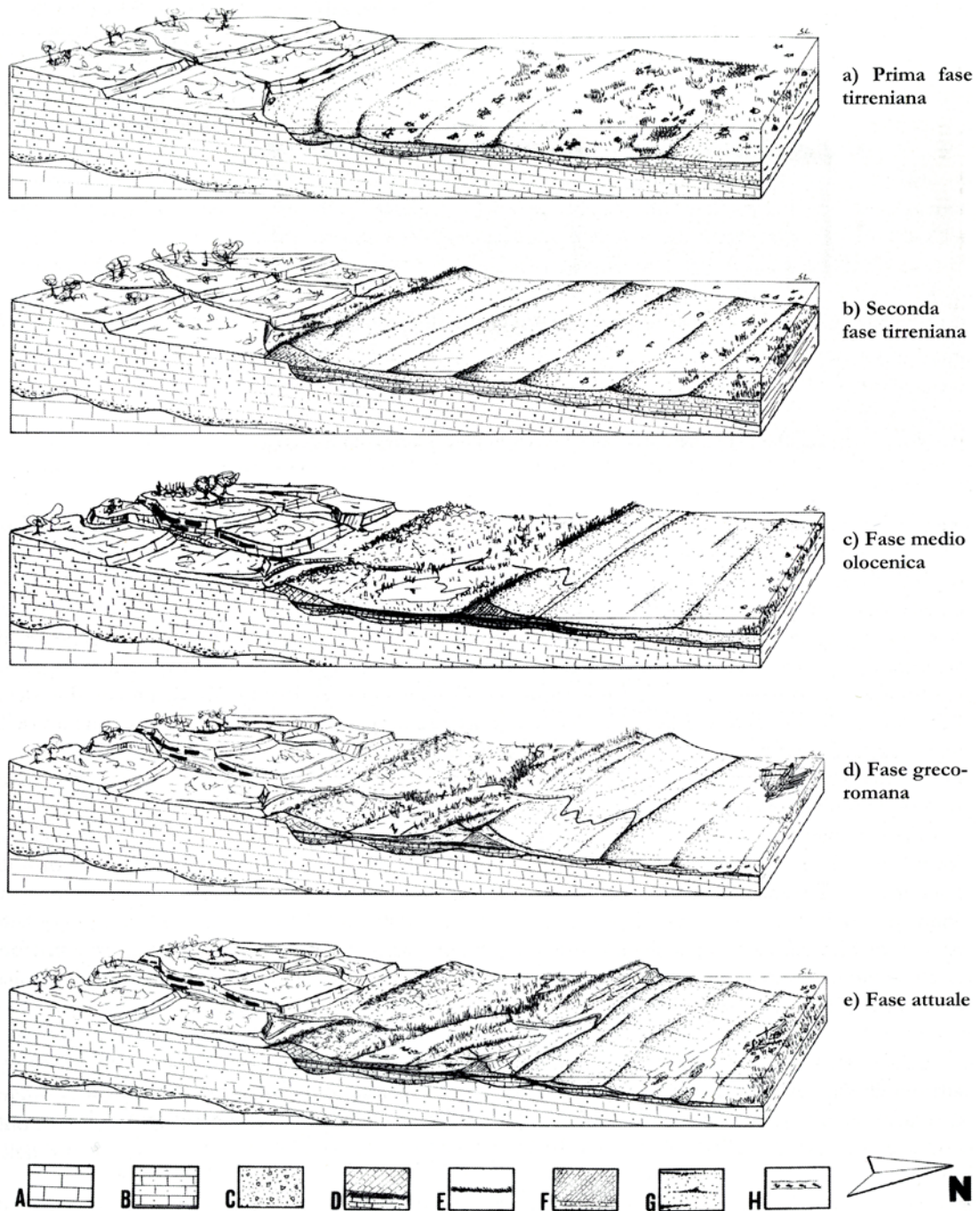
In una terza fase (Fig. 10c) si depositarono sedimenti di spiaggia ed eolici di seconda generazione e si sviluppò un cordone dunare poco al di sopra dell'attuale livello marino, attribuibili in base a datazioni radiometriche e geoarcheologiche all'Olocene medio (circa 6000 anni BP). La linea di riva, prossima a quella attuale, delimitava una spiaggia più ampia di quella odierna.

Infine, durante una quarta fase (Fig. 10d), estesa fino al presente, caratterizzata inizialmente da un livello marino più basso dell'attuale e da un'estesa spiaggia, si sviluppò una duna di terza generazione con intercalati livelli di suolo, ascrivibili in base alle datazioni all'epoca greco-romana (circa 2500 anni BP). Attualmente in diversi punti tali depositi eolici poggiano sui sedimenti dunari medio-olocenici. L'apporto di sedimenti fluvio-torrentizi in mare e la loro distribuzione per opera del moto ondoso e delle correnti marine ha contribuito allo sviluppo di un'estesa spiaggia sommersa (Fig. 10e), al graduale colmamento delle depressioni sottomarine ed al parziale ricoprimento dei lembi di terrazzi d'abrasione marina posti più al largo.

In allegato la mappa batimetria (Allegato A, Fig. 11), la mappa geomorfologia (Allegato C, Fig. 12) e la mappa delle pendenze (Allegato B, Fig. 13). La mappa delle pendenze (espressa in gradi) in scala di visualizzazione 1:30000. La mappa mostra le porzioni di territorio suddivise in sei ranghi individuati da un apposito gradiente di colorazione. La carta tematica evidenzia che l'area di indagine risulta essere molto pianeggiante con valori di pendenza massimali di 20-30 gradi, distribuiti in aree limitate situate in direzione centro sud dell'area di indagine.

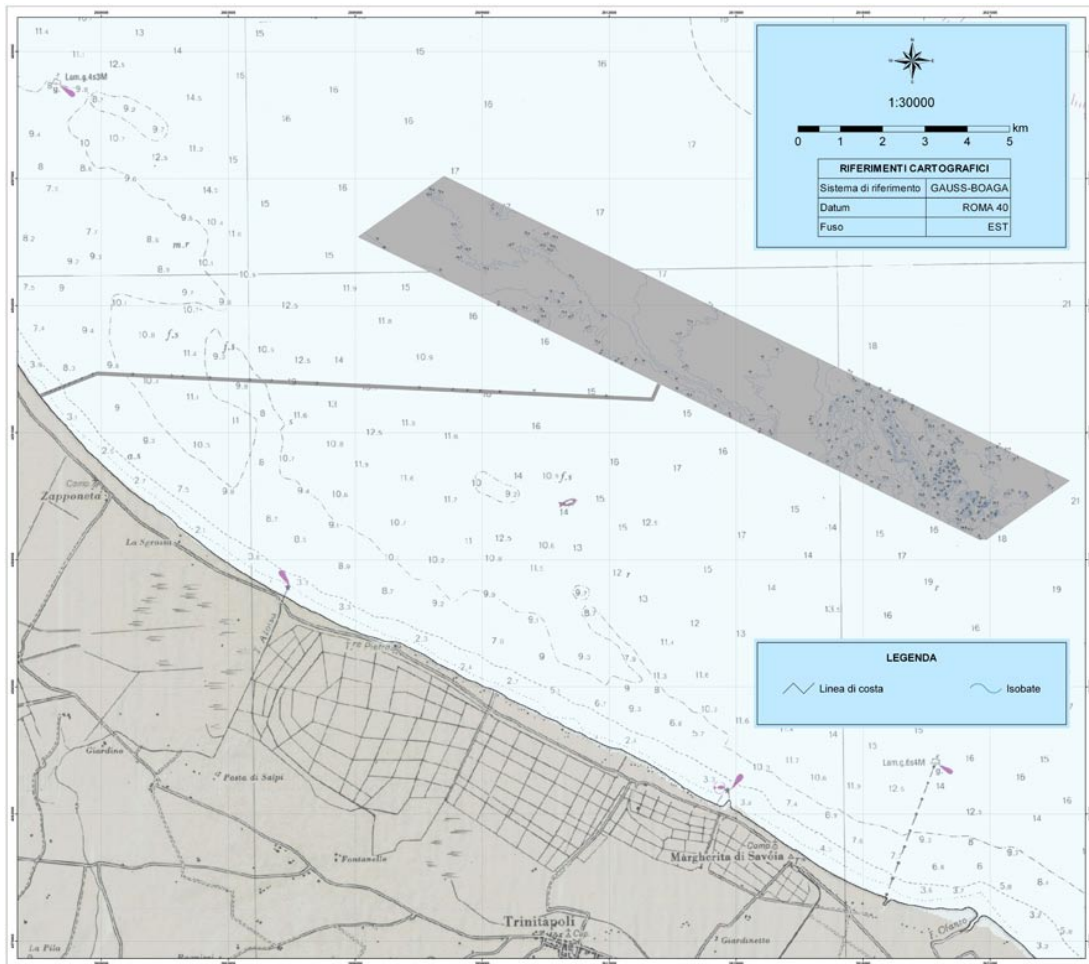


**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**



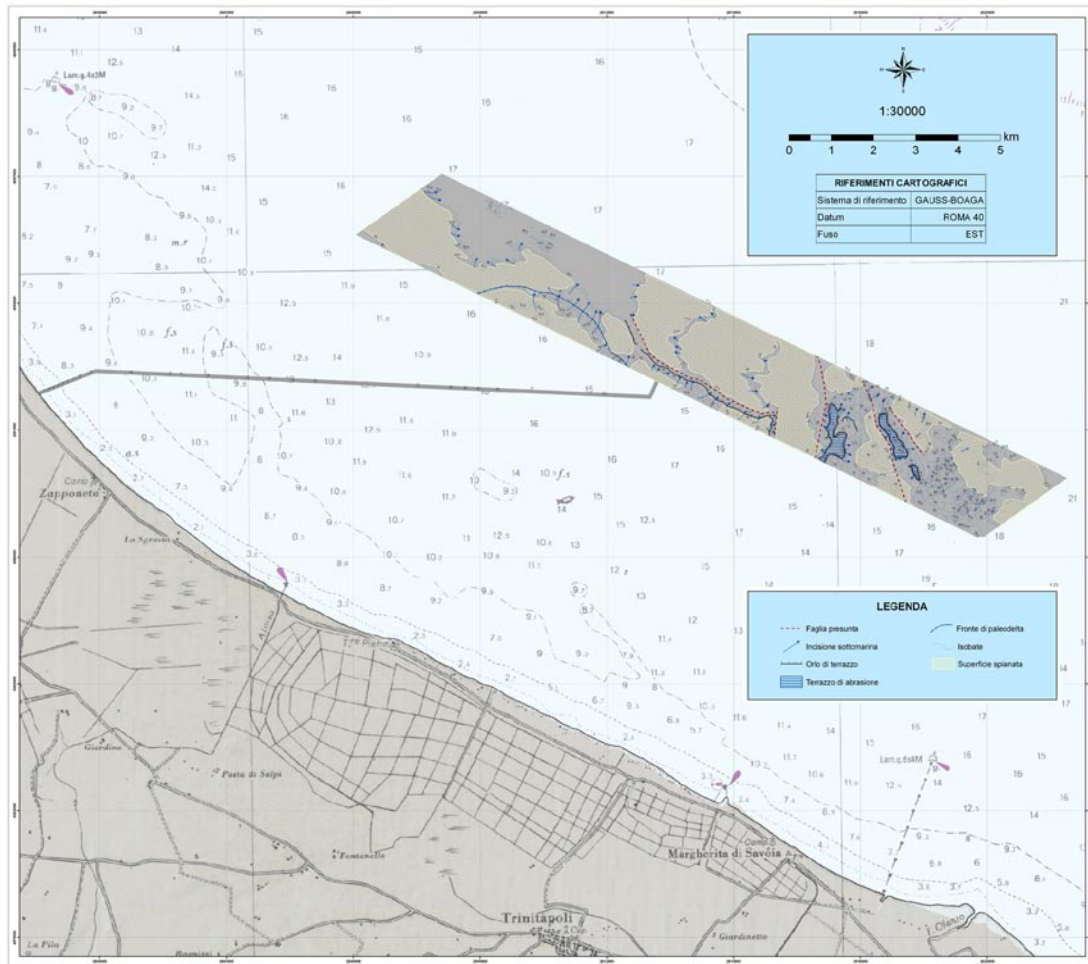
**Fig. 10.** Schema dell'evoluzione morfologica pleisto-olocenica del settore marino-costiero a sud di Manfredonia (da Mastronuzzi et al., 2001 mod.). Legenda: A) calcari mesozoici; B) Calcarenite di Gravina; C) paleosuolo; D) spiaggia, suolo e duna d'età tirreniana; E) paleosuolo; F) spiaggia e duna medio-olocenica; G) duna d'età greco-romana; H) depositi retrodunari.

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**



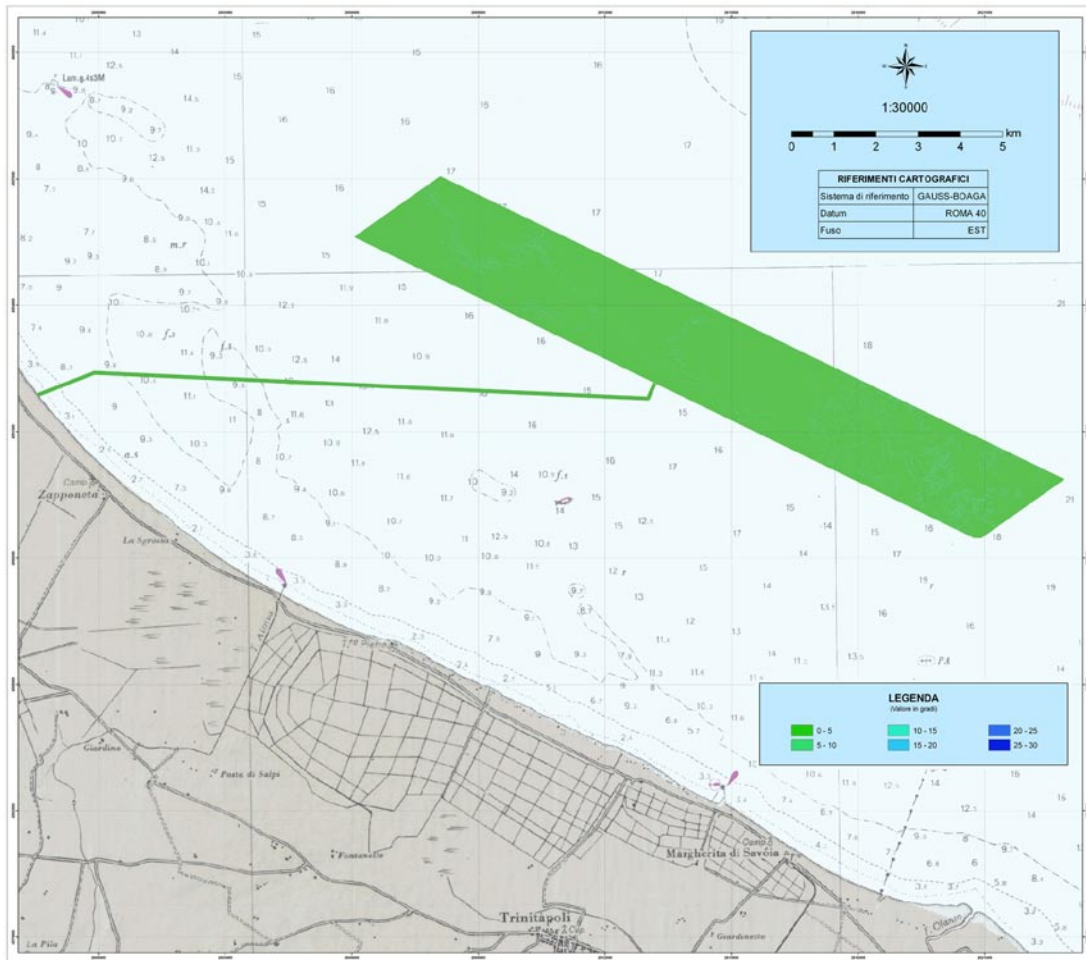
**Fig. 11.** Mappa del rilievo batimetrico nell'area indagata.

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**



**Fig. 12.** Mappa geomorfologica del fondale nell'area indagata.

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**



**Fig. 13.** Mappa delle pendenze del fondale nell'area indagata.



### 3.4 Rilevamenti video

L'area di fondale individuata per il posizionamento del campo eolico nel Golfo di Manfredonia presenta una profondità media di circa 19 m. Le ispezioni video, sia in remote-sensing sia in immersione, non hanno rilevato elementi di interesse storico-culturale e/o archeologico nell'area indagata. La porzione più a sud del campo degrada da una profondità di 16-17 m fino ad un massimo di circa 21 m. La restante porzione degrada lentamente dai 15-16 m ai 18 m. In quest'ultima porzione i fondali sono caratterizzati principalmente da biocenosi del detritico e dei fanghi costieri, mentre nella prima porzione dalle biocenosi del coralligeno (*sensu* Peres & Picard, 1964). In Tabella 1 sono riportate le biocenosi che caratterizzano i punti di ancoraggio dei supporti degli aerogeneratori. Circa l'80% dei pali di sostegno degli aerogeneratori ricade in punti di fondale caratterizzati da biocenosi classificate come "non rimarchevoli" dal Protocollo ASPIM<sup>1</sup>, mentre il restante 20% risulta caratterizzato da biocenosi "determinanti" secondo lo stesso Protocollo. In Figura 14 sono schematizzate le informazioni circa le biocenosi presenti nel campo eolico, in corrispondenza di ciascun punto-aerogeneratore. Nel DVD "Rilevamenti Video" allegato alla presente relazione viene riportato un documento filmato riassuntivo.

**Tabella 1.** Nella tabella sono riportate per ogni punto-aerogeneratore (come identificati in Fig. 11) le coordinate geografiche secondo il sistema di Gauss-Boaga (X, Y), la profondità del fondale e le biocenosi presenti in corrispondenza di ogni punto e la classificazione degli biocenosi secondo il protocollo ASPIM1. NR = Non Rimarchevole; D = Determinante.

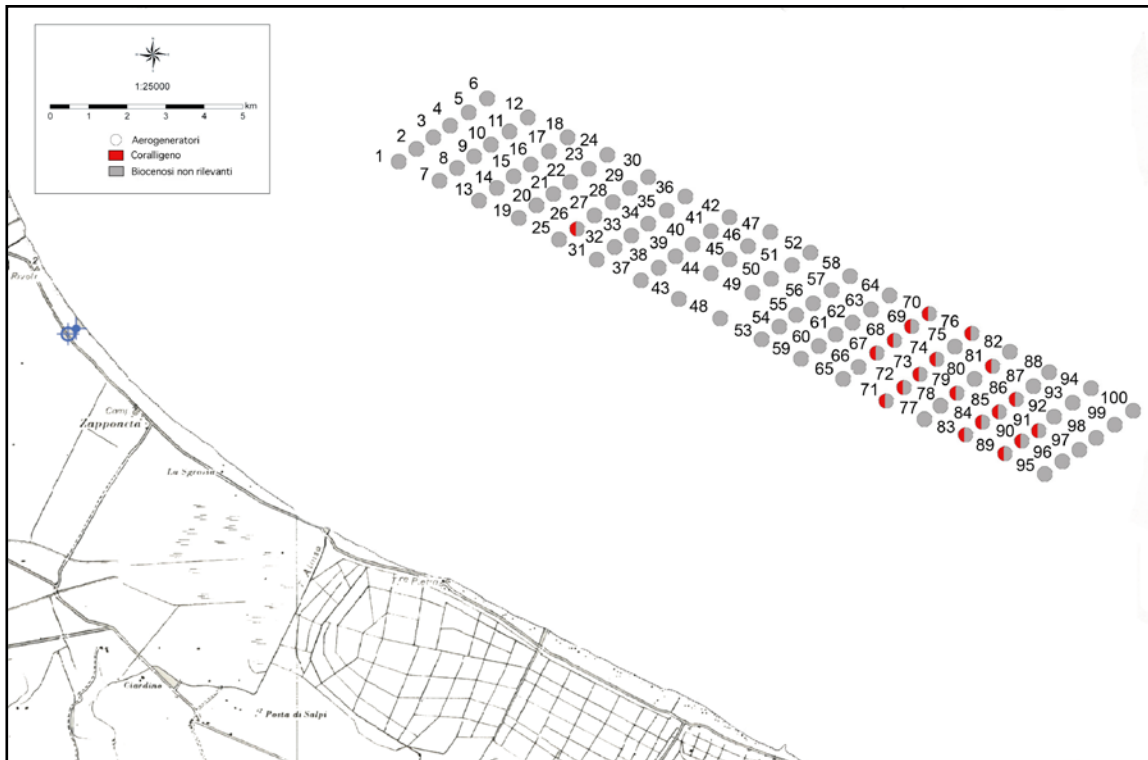
Aerogeneratore	X	Y	Profondità (m)	Biocenosi	Classificazione
1	2606047	4595620	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
2	2606457	4595910	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
3	2606867	4596199	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
4	2607277	4596489	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
5	2607687	4596779	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
6	2608097	4597069	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
7	2606972	4595170	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
8	2607382	4595460	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
9	2607792	4595750	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
10	2608202	4596040	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
11	2608612	4596330	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
12	2609022	4596619	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
13	2607897	4594719	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
14	2608307	4595009	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
15	2608717	4595299	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
16	2609127	4595589	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
17	2609537	4595880	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
18	2609947	4596169	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

19	2608822	4594270	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
20	2609232	4594560	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
21	2609642	4594849	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
22	2610052	4595139	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
23	2610462	4595429	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
24	2610872	4595719	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
25	2609747	4593820	-15	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
26	2610157	4594109	-16	Fanghi e Coralligeno	D
27	2610567	4594399	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
28	2610977	4594689	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
29	2611387	4594979	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
30	2611797	4595269	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
31	2610672	4593369	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
32	2611082	4593660	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
33	2611492	4593949	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
34	2611902	4594239	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
35	2612312	4594529	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
36	2612722	4594819	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
37	2611597	4592919	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
38	2612007	4593209	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
39	2612417	4593499	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
40	2612827	4593789	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
41	2613237	4594079	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
42	2613647	4594369	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
43	2612522	4592469	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
44	2613342	4593049	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
45	2613752	4593339	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
46	2614162	4593629	-17	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
47	2614572	4593919	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
48	2613447	4592019	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
49	2614267	4592599	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
50	2614677	4592889	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
51	2615087	4593179	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
52	2615497	4593469	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
53	2614372	4591569	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
54	2614782	4591859	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
55	2615192	4592149	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
56	2615602	4592439	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
57	2616012	4592729	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
58	2616422	4593019	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
59	2615297	4591119	-16	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
60	2615707	4591409	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
61	2616117	4591699	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
62	2616527	4591989	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

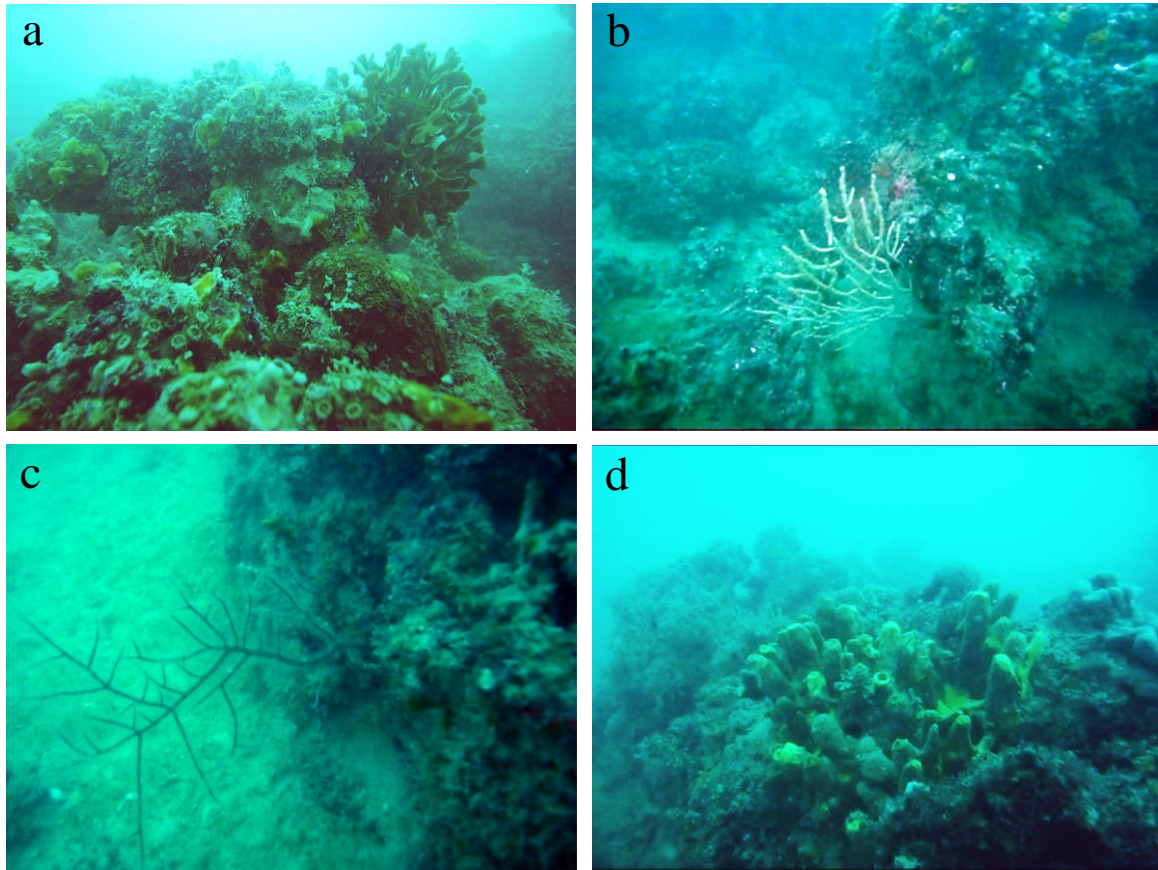
63	2616937	4592279	-19	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
64	2617347	4592569	-19	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
65	2616222	4590669	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
66	2616632	4590959	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
67	2617042	4591249	-19	Fanghi e Coralligeno	D
68	2617452	4591539	-18	Fanghi e Coralligeno	D
69	2617862	4591829	-19	Fanghi e Coralligeno	D
70	2618272	4592119	-20	Fanghi e Coralligeno	D
71	2617147	4590219	-17	Fanghi e Coralligeno	D
72	2617557	4590509	-17	Fanghi e Coralligeno	D
73	2617967	4590799	-18	Fanghi e Coralligeno	D
74	2618377	4591089	-19	Fanghi e Coralligeno	D
75	2618787	4591379	-20	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
76	2619197	4591669	-21	Fanghi e Coralligeno	D
77	2618072	4589769	-18	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
78	2618482	4590059	-19	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
79	2618892	4590349	-17	Fanghi e Coralligeno	D
80	2619302	4590639	-20	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
81	2619712	4590929	-21	Fanghi e Coralligeno	D
82	2620122	4591219	-20	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
83	2618997	4589319	-18	Fanghi e Coralligeno	D
84	2619407	4589609	-19	Fanghi e Coralligeno	D
85	2619817	4589899	-18	Fanghi e Coralligeno	D
86	2620227	4590189	-21	Fanghi e Coralligeno	D
87	2620637	4590479	-21	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
88	2621047	4590769	-21	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
89	2619922	4588869	-19	Fanghi e Coralligeno	D
90	2620332	4589159	-20	Fanghi e Coralligeno	D
91	2620742	4589449	-21	Fanghi e Coralligeno	D
92	2621152	4589739	-21	Fanghi Terrigeni Costieri	D
93	2621562	4590029	-21	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
94	2621972	4590319	-21	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
95	2620847	4588419	-20	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
96	2621257	4588709	-20	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
97	2621667	4588999	-21	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
98	2622077	4589289	-21	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
99	2622487	4589579	-22	Fanghi Terrigeni Costieri	NR
100	2622897	4589869	-22	Fanghi Terrigeni Costieri	NR

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**


**Figura 14.** Schema riassuntivo delle biocenosi presenti in corrispondenza dei punti di ancoraggio dei pali di supporto degli aerogeneratori nel campo eolico previsto nel Golfo di Manfredonia. Le biocenosi del Coralligeno sono classificate come "determinanti" dal Protocollo ASPIM.

Nel corso delle operazioni sono state rilevate nell'area di indagine facies a grandi briozoi ramificati<sup>1</sup> e il madreporario *Cladocora caespitosa*<sup>2</sup> (Fig. 15a), la presenza di gorgonacei del genere *Eunicella*<sup>1</sup> (Fig. 15b), e di esacoralli del genere *Antipathes*<sup>1,4,5</sup> (Fig. 15c), la cospicua presenza del porifero *Aplysina*<sup>2,3</sup> (Fig. 15d).





**Fig. 15.** Alcuni esemplari di specie tutelate dalla normativa nazionale e comunitaria rinvenute nell'area di indagine: (a) facies a grandi briozoi ramificati (*Pentapora fascialis*) e *Cladocora caespitosa*; (b) gorgonacei del genere *Eunicella*; (c) esacoralli del genere *Antipathes*; (d) il porifero *Aplysina aerophoba*.

<sup>1</sup>Protocollo relativo alle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo – ASPIM – Monaco, 24/11/1996; Protocollo della nuova Convenzione di Barcellona, 10/06/1995, legge 175 del 25/05/1999 (G. U. 140 del 17/06/1999).

<sup>2</sup>Specie protetta dal Protocollo relativo alle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo – ASPIM – (Annesso II), Monaco, 24/11/1996; Protocollo della nuova Convenzione di Barcellona, 10/06/1995, legge 175 del 25/05/1999 (G. U. 140 del 17/06/1999).

<sup>3</sup>Specie protette dalla Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, Ap. 2, (Berna, 19/09/1979), legge n. 503 del 05/08/1981 (G. U. n. 250 del 11/09/1981); emendamenti annessi II e III, entrati in vigore il 07/03/1997 (G. U. n. 212 del 11/09/1997).

<sup>4</sup>Specie protette dalla Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, Ap. 3, (Berna, 19/09/1979), legge n. 503 del 05/08/1981 (G. U. n. 250 del 11/09/1981); emendamenti annessi II e III, entrati in vigore il 07/03/1997 (G. U. n. 212 del 11/09/1997).

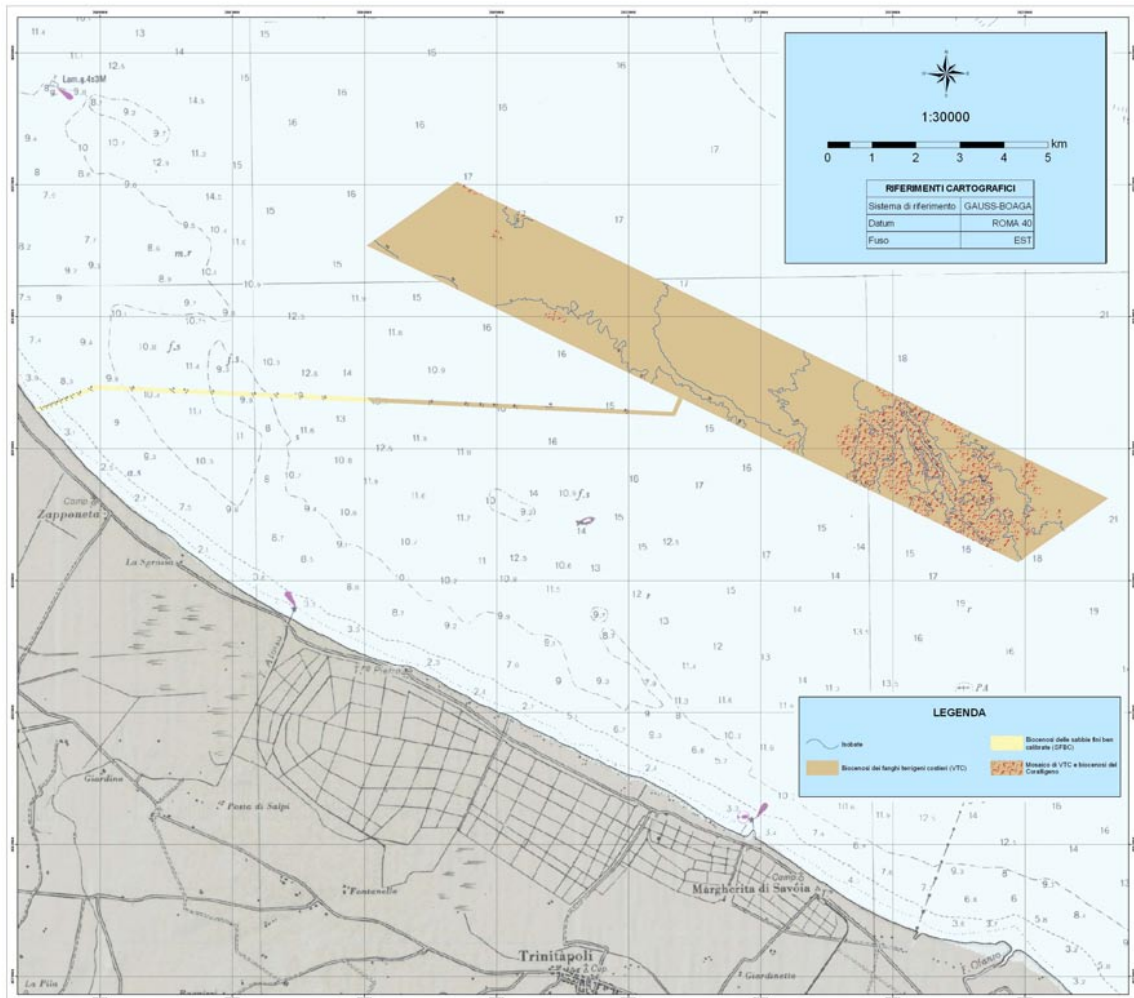
<sup>5</sup>Specie protette dalla Protette anche Convenzione di Washington – CITES sul commercio internazionale delle specie minacciate di estinzione (1973), ratificata dall'Italia nel 1975 (legge n. 874, 19/12/1975, entrata in vigore per l'Italia il 31/12/1979, legge n. 150 del 07/09/1992, legge n. 59 del 13/03/1993).

### 3.5 Caratterizzazione biocenotica

L'area di fondale indagata presenta un'ampia omogeneità rispetto alla distribuzione delle biocenosi presenti. All'interno del perimetro del campo eolico la maggior parte del fondale risulta caratterizzato da fanghi terrigeni costieri, mentre nella porzione meridionale, circa un terzo del totale, il fondale è caratterizzato da un mosaico costituito da fanghi terrigeni costieri intervallati da formazioni concrezionate coralligene spesso infangate (Allegato D, Fig. 16). Per quanto riguarda il corridoio di collegamento della stazione a mare con la terraferma, il fondale degrada lentamente senza particolari discontinuità e risulta caratterizzato per circa la metà della lunghezza, approssimativamente fino alla batimetrica compresa tra i 14 e i 10 m, da biocenosi dei fanghi terrigeni costieri e successivamente da biocenosi delle sabbie fini ben calibrate (Fig. 16). Le biocenosi dei fanghi sono caratterizzate principalmente da molluschi della specie *Corbula gibba*, dei generi *Turritella*, *Abra*, *Nucula* e *Tellina* (Panetta et al., 2007), da echinodermi del genere *Astropecten*, echiuridi della specie *Bonellia viridis*, antozoi del genere *Cerianthus* e crostacei dei generi *Goneplax* e *Macropipus*. Le biocenosi del coralligeno sono caratterizzate da una cospicua componente a rodoficee incrostanti (*Lithophyllum*, *Mesophyllum*, *Neogoniolithon*, *Lithothamnion*, *Peyssonnelia*), briozoi ramificati (*Pentapora fascialis*, *Myriapora truncata*, *Smittina cervicornis*) che formano vere e proprie facies e una cospicua presenza di poriferi del genere *Aplysina*. Altri taxa riscontrati sono i gorgonacei del genere *Eunicella*, raramente poriferi del genere *Axinella*, e più comunemente *Haliclona*, *Chondrosia*, *Ircinia*.

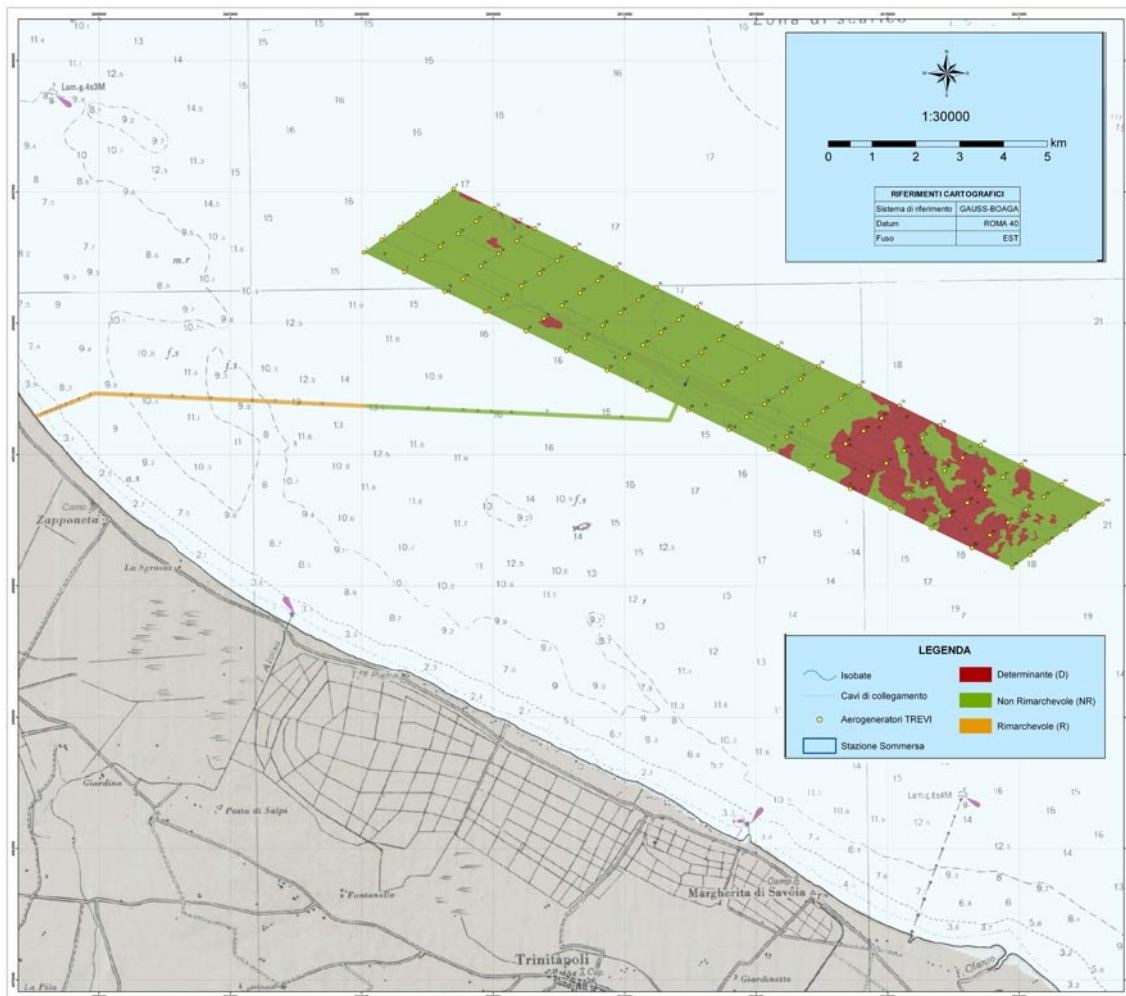
Le biocenosi dei fanghi terrigeni costieri, non rilevanti secondo il protocollo ASPIM, ricoprono un'area pari a circa 2931 ha, contro i 691 ha caratterizzati da mosaico a fanghi terrigeni e coralligeno, habitat determinante per il protocollo ASPIM (Allegato E, Fig. 17). Lungo il corridoio di collegamento le biocenosi dei fanghi terrigeni costieri coprono circa 73 ha, mentre le biocenosi delle sabbie fini ben calibrate (habitat rimarchevole secondo il protocollo ASPIM) coprono circa 77 ha.

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**



**Fig. 16.** Mappa biocenotica dell'area indagata. In marrone chiaro le biocenosi dei fanghi terrigeni costieri, il pattern a grana rossa indica invece le aree caratterizzate dalla presenza di formazioni a coralligeno, mentre in giallo le biocenosi delle sabbie fini ben calibrate.

## Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"



**Fig. 17.** Mappa degli habitat di interesse conservazionistico presenti nell'area indagata. In verde le aree caratterizzate dalla presenza di biocenosi non rilevanti, in giallo scuro le aree caratterizzate da biocenosi rimarchevoli, mentre in rosso le aree con presenza di biocenosi determinanti.

## 4 Conclusioni

In base alle disposizioni dettate dal Regolamento Regionale della Regione Puglia n. 16 del 4 ottobre 2006, in materia di impianti eolici è stata effettuata un'analisi geomorfologia e biologica dei fondali nell'area in oggetto, come previsto dall'art. 12 del suddetto regolamento. La sintesi delle diverse tipologie di analisi condotte nell'area, pur rivestendo un carattere preliminare, ha permesso di caratterizzare in modo compiuto la batimetria e la morfologia subacquea dell'area considerata consentendo anche di delinearne le caratteristiche biologiche. Alla luce di questi risultati è possibile disegnare un quadro delle principali problematiche dell'area per quanto riguarda l'uso previsto dal progetto (installazione di un campo eolico nell'area offshore e collegamento tramite elettrodotto del campo medesimo alla costa).

Vale la pena suddividere le considerazioni relative ai risultati ottenuti in funzione delle diverse destinazioni previste per le diverse zone oggetto dello studio.

Le analisi hanno mostrato che, nei fondali sottostanti la direttrice di congiungimento del campo aerogeneratori con la terraferma, non sono presenti habitat soggetti a vincoli di protezione, caratterizzati da popolamenti bentonici non costituiti da organismi elencati in liste di rischio o di protezione ed evidenziando, pertanto, condizioni ambientali compatibili con la posa del cavo di collegamento.

Per quanto riguarda il campo aerogeneratori, i rilevamenti mostrano che esso, così come attualmente individuato nel progetto, intercetta per più dell'80% habitat non rilevanti che non costituiscono un vincolo per la realizzazione dell'opera in oggetto. Tuttavia, la porzione rimanente dell'area, corrispondente a poco più del 18% dell'area individuata per il campo, insiste su fondali contraddistinti dalla presenza del coralligeno, una tipologia di habitat caratterizzata dalla presenza di specie protette da leggi nazionali ed internazionali. L'impatto dell'installazione in questa porzione di fondale, se fosse applicata una modalità di posa tradizionale dei cavi marini, non sarebbe limitato all'attività di infissione delle strutture di sostegno degli aerogeneratori, ma comprenderebbe anche quello derivante dallo scavo per l'interramento di tutti i cavi di collegamento tra gli aerogeneratori e la stazione a mare. Per evitare tale tipo di impatto, i cavi marini dovranno rimanere appoggiati al fondo, al limite vincolati con elementi di fissaggio, in accordo con le procedure già utilizzate in aree interessate da habitat a fanerogame marine quali *Posidonia oceanica*.

Nella porzione di fondale caratterizzata dalla presenza di formazioni a coralligeno è prevedibile, inoltre, un'espansione delle aree che andranno incontro a cambiamenti significativi della struttura dei popolamenti, legata al dislocamento di materiale organico costituito dagli organismi del *fouling* che inevitabilmente si formeranno sulle strutture artificiali.

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

Nella parte restante dell'area, contraddistinta dalla presenza di fondi molli, l'apporto di substrati duri determinato sia dall'eventuale posizionamento di materiale inerte (e/o altro tipo di strutture artificiali) per la stabilizzazione delle fondamenta, sia dalla produzione di materiale organico del *fouling*, potrebbe invece aumentare l'eterogeneità ambientale dei fondi incoerenti adiacenti agli aerogeneratori. Queste aree di substrato duro potrebbero costituire dei centri di aggregazione e di insediamento e reclutamento di organismi bentonici presenti nella porzione di area caratterizzata dalle biocenosi del coralligeno. Le opere di stabilizzazione delle fondamenta, quindi, se effettuate utilizzando substrati rocciosi simili a quelli presenti naturalmente nell'area, potrebbero verosimilmente portare ad un ripopolamento di specie ittiche e bentoniche di importanza commerciale e/o di valenza naturalistica ed ecologica. L'andamento della colonizzazione di tali strutture dovrebbe essere soggetta ad un monitoraggio a medio-lungo termine, per valutare l'efficacia dell'azione e determinare l'entità del ripopolamento.

In conclusione, sulla base dei risultati ottenuti nel presente studio, si ritiene che l'intervento previsto, da un punto di vista biologico, non sia da considerarsi ad alto impatto ambientale sui fondali potenzialmente interessati. Tale conclusione, tuttavia, resta vincolata ad una riduzione pari al 18% in direzione sud-est e, al fine di mantenere il numero di aerogeneratori previsti nel progetto originario, ad una estensione equivalente in direzione nord-ovest o, in alternativa in direzione nord-est (si veda Appendice 1). L'esclusione dell'area caratterizzata dal coralligeno, oltre che per motivazioni a carattere ambientale e conservazionistico è motivata anche da considerazioni di tipo logistico dovute alle condizioni più idonee all'impianto degli aerogeneratori e della stazione a mare e all'interramento dei cavi di collegamento su substrati incoerenti di natura sabbiosa-fangosa piuttosto che su substrati duri quali quelli rappresentati dal coralligeno.

In alternativa è da considerare la possibilità di mantenere la collocazione spaziale del campo prevista dal progetto, minimizzando l'impatto su habitat determinati. In tale ottica, nella porzione a sud-est, il dislocamento degli aerogeneratori dovrà subire lievi variazioni rispetto alla posizione prevista. Le operazioni di impianto degli aerogeneratori e, soprattutto, la dislocazione dei cavi di collegamento dovrà essere effettuata sotto controllo di personale specializzato, in maniera da indirizzare adeguatamente il posizionamento ed il percorso dei cavi ed escludere, a piccola scala, impatti diretti su habitat determinanti anche attraverso il posizionamento di cavi non interrati, ove gli stessi intersechino porzioni di fondo duro. La procedura di fissaggio cavi senza interrimento è resa possibile da tecnologie già utilizzate per minimizzare impatti su habitat a fanerogame marine quali, ad esempio, *P. oceanica*. All'interno delle zone caratterizzate dalla presenza di habitat determinanti, le aree direttamente disturbate dall'installazione delle strutture potranno essere ulteriormente ridimensionate evitando il più possibile operazioni di stabilizzazione delle fondazioni attraverso l'intrusione di materiale esogeno (es. ghiaie). Lo scenario descritto, che tenderebbe ad evitare, ove possibile, fondi duri e limitare l'impatto sugli stessi, renderebbe più agevole dal punto di vista logistico le operazioni di impianto e dislocamento dei cavi di collegamento.

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

Entrambe le soluzioni descritte consentirebbero di escludere totalmente, o rendere irrilevanti, complicazioni derivanti dal potenziale impatto su habitat considerati determinanti dalla normativa europea.



## 5 Bibliografia

ABBAZZI L., BENVENUTI M., BOSCHIAN G., DOMINICI S., MACINI F., MEZZABOTTA C., PICCINI L., ROOK L., VALLERI C. & TORRE D. (1996) - Revision of the Neogene and Pleistocene of the Gargano Region (Apulia, Italy). The marine and continental succession and the mammal faunal assemblages in an area between Apricena and Poggio Imperiale (Foggia). Atti 77a Riun. Estiva, Congr. Naz. Soc. Geol. It., Geologia delle Aree di Avampaese, Bari, 26-28 settembre 1994, Mem. Soc. Geol. It., 51(1), 383-402.

AMBROSANO E., FERRETTI O. & FALCINELLI F. (1986) - Tipologia geomorfologica costiera e caratterizzazione mineralogica dei sedimenti di spiaggia del litorale pugliese. In: Indagine Ambientale del Sistema Marino Costiero della Regione Puglia. Elementi per la Definizione del Piano delle Coste. ENEA, Roma, 55-67.

BARDAT J., BENSETTITI F., HINDERMEYER X., (1997). Approche méthodologique de l'évaluation d'espaces naturels – exemple de l'application de la directive habitats en France. Ecol., 28: 45-59.

BOENZI F. & RICCHETTI C. (1999) - Aspetti morfologici. In: Gli itinerari, Guide Geologiche Regionali, Puglia e Monte Vulture. Soc. Geol. It. (a cura di), BE-MA ed., Milano, 287 pp.

BOSI C., CAROBENE L. & SPOSATO A. (1996) - Il ruolo dell'eustatismo nella evoluzione geologica nell'area mediterranea. Atti 77a Riun. Estiva, Congr. Naz. Soc. Geol. It., Geologia delle Aree di Avampaese, Bari, 26-28 settembre 1994, Mem. Soc. Geol. It., 51(1), 363-382.

CAPUANO N., PAPPAFICO G. & AUGELLI C. (1996) - Ricostruzione dei sistemi deposizionali plio-pleistocenici del margine settentrionale dell'Avanfossa pugliese. Atti 77a Riun. Estiva, Congr. Naz. Soc. Geol. It., Geologia delle Aree di Avampaese, Bari, 26-28 settembre 1994, Mem. Soc. Geol. It., 51(1), 273-292.

CIARANFI N. (1999) - Le successioni plioceniche e pleistoceniche dell'avampaese. In: Gli itinerari, Guide Geologiche Regionali, Puglia e Monte Vulture. Soc. Geol. It. (a cura di), BE-MA ed., Milano, 287 pp.

CIARANFI N., PIERI P. & RICCHETTI C. (1988) - Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia Centromeridionale). Mem. Soc. Geol. It., 42, 449-460.

CIARANFI N., PIERI P. & RICCHETTI C. (1994) – Linee di costa e terrazzi marinopleistocenici nelle Murge e nel Salento: implicazioni neotettoniche. Riassunti 77° Congr. Soc. Geol. It., Bari, 170-172.



**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

CINQUE A., DE PIPPO T. & ROMANO P. (1995) - Coastal slope terracing versus relative sea level changes. Deductions based on computer simulations. *Earth Surf. Proc. Landf.*, 20, 87-103.

D'ALESSANDRO L., DE PIPPO T., DONADIO C., MAZZARELLA A. & MICCADEI E. (2006) – Fractal dimension in Italy: a geomorphological key to interpretation. *Zeit. Geomorph. N. F.*, 50, 4, 479-499.

DE PIPPO T. & DONADIO C. (1999) – Morphology, genesis and evolution of rockpools along Italian coasts. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 22, 129-141.

DE PIPPO T., DONADIO C. & SGROSSO A. (1998) - Geomorfologia sottomarina di un settore della Penisola Sorrentina (Campania). *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 21, 103-110.

DE PIPPO T., DONADIO C., MAZZARELLA A., PAOLILLO G. & PENNETTA M. (2003) - Fractal geometry applied to coastal and submarine features. *Zeit. Geomorph. N. F.*, 48, 2, 185-199.

DE PIPPO T., DONADIO C., PENNETTA M., TERLIZZI F. & VECCHIONE C. (2004) - Evoluzione morfologica del settore costiero di Porto Cesàreo (Penisola Salentina, Puglia). *Studi costieri*, 8, 37-48.

DOGLIONI C., MONGELLI E. & PIERI P. (1996) - The Puglia uplift (W Italy): an anomaly in the foreland of the Apenninic subduction due to buckling of a thick continental lithosphere. *Tectonics*, 13(5), 1309-1321.

GRASSI D., ROMANAZZI L., SALVEMINI A. & SPILOTRO G. (1982) - Grado di evoluzione e ciclicità del fenomeno carsico in Puglia in rapporto all'evoluzione tettonica. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, 17(2), 55-73.

LARGAIOLLI T., MARTINIS B., MOZZI G., NARDIN M., ROSSI D. & UNFARO S. (1969) - Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 274 - Gallipoli. *Serv. Geol. d'It.*, Roma.

MASTRONUZZI G. & SANSÒ P. (1993) – Inquadramento geologico e morfologico della Gravina di Raggio (Grottaglie, Taranto). *Itinerari Speleologici*, II, 7, 23-26.

MASTRONUZZI G., PALMENTOLA G. & RICCHETTI C. (1989) - Aspetti della evoluzione olocenica della costa pugliese. *Mem. Soc. Geol. It.*, 42, 287-300.

MASTRONUZZI G., PALMENTOLA G. & SANSÒ P. (2001) – Evoluzione morfologica della fascia costiera di Torre Canne (Puglia adriatica). *Studi costieri*, 4, 19-31.

PALMENTOLA G. & VIGNOLA V. (1980)- Dati di Neotettonica sulla penisola Salentina (Fogli 204 "Lecce", 213 "Mareggio", 214 "Gallipoli", 215 "Otranto" e 223 "Capo S. Maria di Leuca" - Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica di Italia. C.N.R., Progetto Fin. *Geodin., Sottopr. Neotettonica*, 1, 173-202.

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

PALMENTOLA G. (1987) – Lineamenti geologici e morfologici del Salento leccese. Atti Conv. "Le conoscenze geologiche del territorio talentino", Lecce, 12 dicembre 1987, Quad. Ric. Centro Studi Geotec. e d'Ing., 11, 7-23.

PANARESE P., MASTROTOTARO F., MATARRESE A. (2007) – Malacofauna dei fondi incoerenti del Golfo di Manfredonia. Boll. Malacol., 43, 1-8, 57-61.

PASKOFF R. & SANLAVILLE P. (1983). Les Côtes de la Tunisie, variations du niveau marin depuis le Tyrrhénien. Maison de l'Orient Méditerranéen, Lyon, 192 pp.

PERES J.M. & PICARD J. (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Extrait du Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume, 31(47), 5-137.

PIRAZZOLI P.A. (1981) - Le variazioni del livello del mare durante il post-giaciale. Riv. Geogr. It., LXXXVIII, 2, Firenze, 154-164.

PIRAZZOLI P.A. (1993) - Global sea-level changes and their measurements. Global and Planetary Change, 8, Elsevier Sc. Publ. B.V., Amsterdam (Holland), 135-148.

RELINI G., 2002. Aree Marine Protette e conservazione della Biodiversità nei mari italiani. Atti della Conferenza Nazionale delle Aree Naturali Protette.

RICCHETTI G. & NUOVO G. (1988) - Aspetti geologici e geomorfologici. In: Studio ecologico dell'area marina di Porto Cesareo, E. CINELLI, G. COGNETTI, M. GRASSO, S. MONELLI, E. ORLANDO & A.M. PAGLIAI (a cura di), Regione Puglia, Congedo ed., Galatina (LE), 14-23.

RICCHETTI G. (1967) – Osservazioni preliminari sulla geologia e morfologia dei depositi quaternari nei dintorni del Mar Piccolo (Taranto). Atti Acc. Gioenia di Sc. Nat. in Catania, s. 6, 123-130.

RICCHETTI G. (1972) – Osservazioni geologiche e morfologiche preliminari sui depositi quaternari affioranti nel F°203 "Brindisi". Boll. Soc. Nat. in Napoli, 81, 543-566.

RICCHETTI G. (1980) – Contributo alla conoscenza strutturale della Fossa Bradanica e delle Murge. Boll. Soc. Geol. It., 99, 421-430.

RICCHETTI G. (1999) – Inquadramento geologico. Stratigrafia. In: Gli itinerari, Guide Geologiche Regionali, Puglia e Monte Vulture. Soc. Geol. It. (a cura di), BE-MA ed., Milano, 287 pp.

RICCHETTI G., D'ALESSANDRO A., DE FINO M., LA VOLPE L., LUPERTO SINNI E., PICCARRETA G., POSENATO R. & REINA A. (1994) - Geologia delle aree di avampaese. Guida alla escursione pregressuale e alla escursione tematica sul Cretaceo murgiano. Soc. Geol. It., 77a Riun. Est., Congr. Naz., Bari, 23-25 settembre 1994, 86 pp.

SELLI R. (1962) – Le Quaternarie marin du versant Adriatique-Ionien del la péninsule italienne. Quaternaria, 6, 391-413.

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

SESTINI A. (1963) - Il Paesaggio. In: Conosci l'Italia, Touring Club Italiano, Milano, VII, 232 pp.

TRAVAGLINI, 2004. Trasformazioni tra sistemi di coordinate: software disponibili, limiti e potenzialità. Forest@, 1 (2): 128-134.

VIEL M., DAMIANI V. & SETTI M. (1986) - Caratteristiche granulometriche e composizione mineralogica dei sedimenti della Piattaforma Pugliese. In: Indagine Ambientale del Sistema Marino Costiero della Regione Puglia. Elementi per la Definizione del Piano delle Coste. ENEA, Roma, 127-146.

ZEZZA F. (1975) - Le facies carbonatiche della Puglia ed il fenomeno carsico ipogeo. Geol. Appl. e Idrogeol., 10(1), 1-54.

## **6 Appendice 1 "Indagine preliminare per la caratterizzazione di un'area di fondale interessata dall'installazione di un campo eolico off-shore nel settore costiero di Manfredonia (Foggia)"**

### **6.1 Introduzione**

Il presente studio è volto ad integrare la caratterizzazione biologica dei fondali interessati dall'installazione della centrale eolica offshore "Golfo di Manfredonia" in progetto.

A seguito dei risultati emersi dalla campagna di rilievi di dettaglio per il layout originale fornito, che hanno evidenziato la presenza di coralligeno nell'area sud-est dell'impianto, il committente ha commissionato un approfondimento volto a fornire una caratterizzazione preliminare di un'area a nord ovest del layout originale, in modo da valutare possibili alternative di progetto.

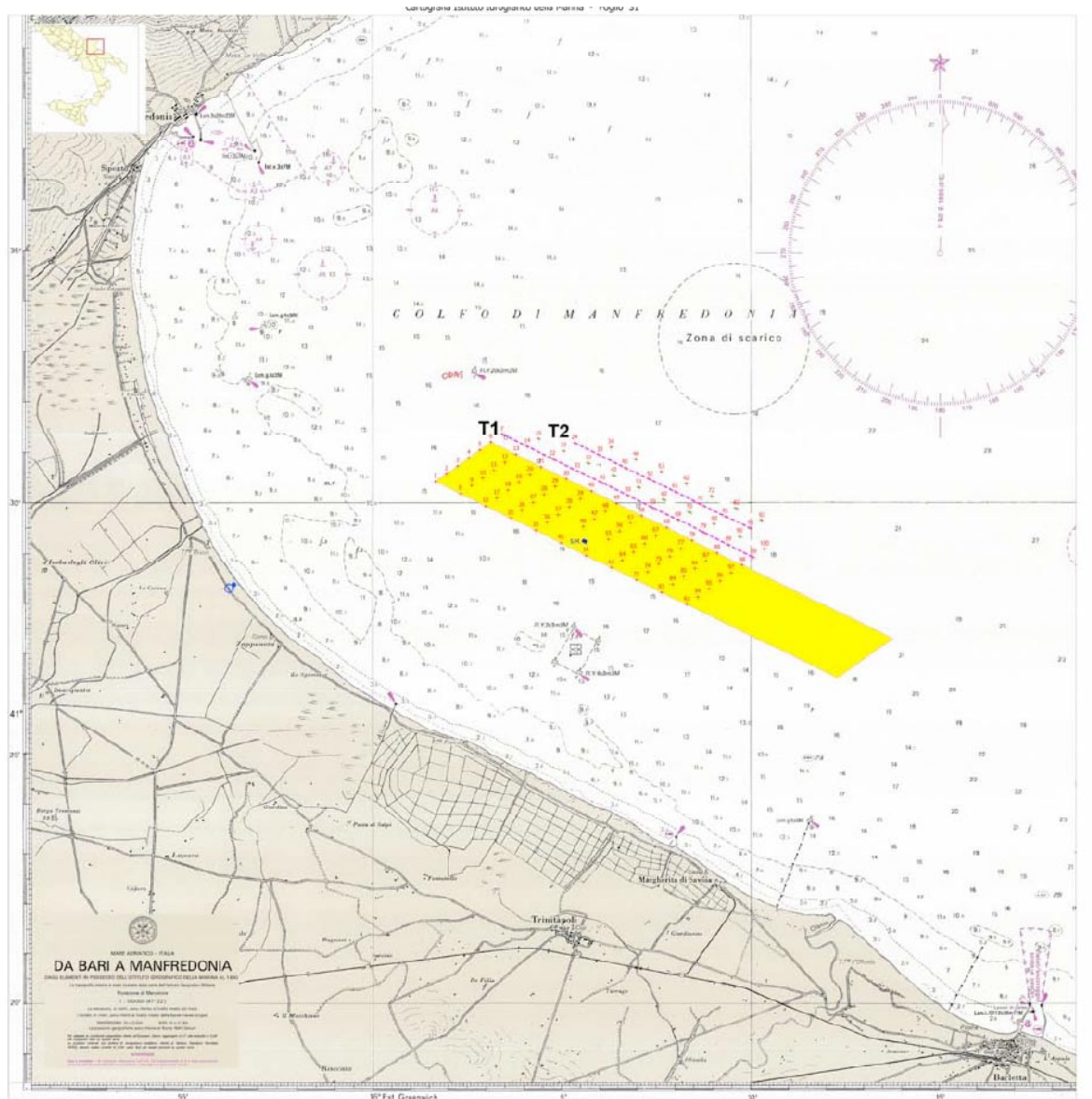
A seguito della comunicazione da parte del committente delle coordinate geografiche necessarie al compimento delle indagini viene fornito, come da contratto, e ad integrazione della relazione di dettaglio descritta nelle pagine precedenti, un prospetto biocenotico e batimetrico di massima lungo due transetti intersecanti l'area in oggetto.

### **6.2 Area di studio**

Le indagini di caratterizzazione biocenotica e batimetrica sono state effettuate lungo due transetti paralleli alla linea di costa intersecanti l'area destinata all'installazione del campo eolico (Fig. 18).

Il transetto 1 (T1) corrisponde alla congiungente delle posizioni assegnate agli aerogeneratori 7, 14, 22, 31, 41, 50, 59, 69, 79, 89, 99 (Fig. 1). T1 si trova ad una distanza minima dal porto di Margherita di Savoia (FG) di 12 km, corrispondente alla posizione dell'aerogeneratore 7 (41° 31' 25,0" N – 16° 03' 38,2" E), e ad una distanza massima di 16 km corrispondente all'aerogeneratore 99 (41° 28' 55,2" N – 16° 10' 14,7" E), con una lunghezza complessiva di 10 km.

Il transetto 2 (T2) si colloca ad una distanza di 13 km dal porto di Margherita di Savoia nel suo punto iniziale, corrispondente all'aerogeneratore 24 (41° 31' 13,5" N – 16° 05' 33,3" E), e a 15 km di distanza massima corrispondente alla posizione dell'aerogeneratore 91 (41° 29' 28,7" N – 16° 10' 10,7" E), con una lunghezza complessiva di 7 km. T2 corrisponde alla congiungente delle posizioni assegnate agli aerogeneratori 24, 33, 43, 52, 61, 71, 81, 91 (Fig. 18).

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

**Fig. 18** – Schema del campo aerogeneratori in progetto e dei transetti effettuati

### 6.3 Acquisizione ed elaborazione dati

Le operazioni di acquisizione dei dati sono avvenute in due giornate dal 4 al 5 Novembre 2009, per un totale di 18 ore di operazioni sul campo. Nelle giornate di lavoro, a causa delle ridotte condizioni di visibilità riscontrate nell'area di studio nella colonna d'acqua, e ancor più nelle immediate vicinanze del fondale, la possibilità di effettuare telerilevamenti in remote sensing per identificare le biocenosi presenti è stata scartata. In tali condizioni, un metodo di caratterizzazione più attendibile consiste nell'ispezione diretta compiuta da operatori specializzati. Tuttavia, a causa della mole di punti da esplorare, le dimensioni dei transetti, e le profondità presenti nell'area, una caratterizzazione biocenotica in immersione mediante l'ausilio di ARA precludeva la possibilità di effettuare le operazioni in sicurezza e in tempi brevi. Si è

**Caratterizzazione batimetrica, morfologica e biologica dei fondali nell'area "Centrale eolica off-shore Golfo di Manfredonia"**

optato, pertanto, per un'ispezione diretta mediante una serie di immersioni in apnea compiute da operatori professionali esperti in biologia marina.

I transetti sono stati ispezionati con rilevamenti diretti ogni 200 m circa, per un totale di 100 rilevamenti in immersione (60 per T1 e 40 per T2). In ogni rilevamento, l'operatore a bordo annotava le coordinate geografiche del punto ispezionato, la profondità e il tipo di biocenosi che l'operatore in acqua rilevava immergendosi e raggiungendo il fondale. Le categorie degli habitat riscontrati sono state definite secondo la nomenclatura e lo schema di classificazione stabilito dal RAC-SPA (Regional Activity Centre for Specially Protected Areas). Le operazioni sono state condotte con l'ausilio di uno zodiac dotato di ecoscandaglio singlebeam e GPS, che ha permesso spostamenti rapidi nella vasta area del campo.

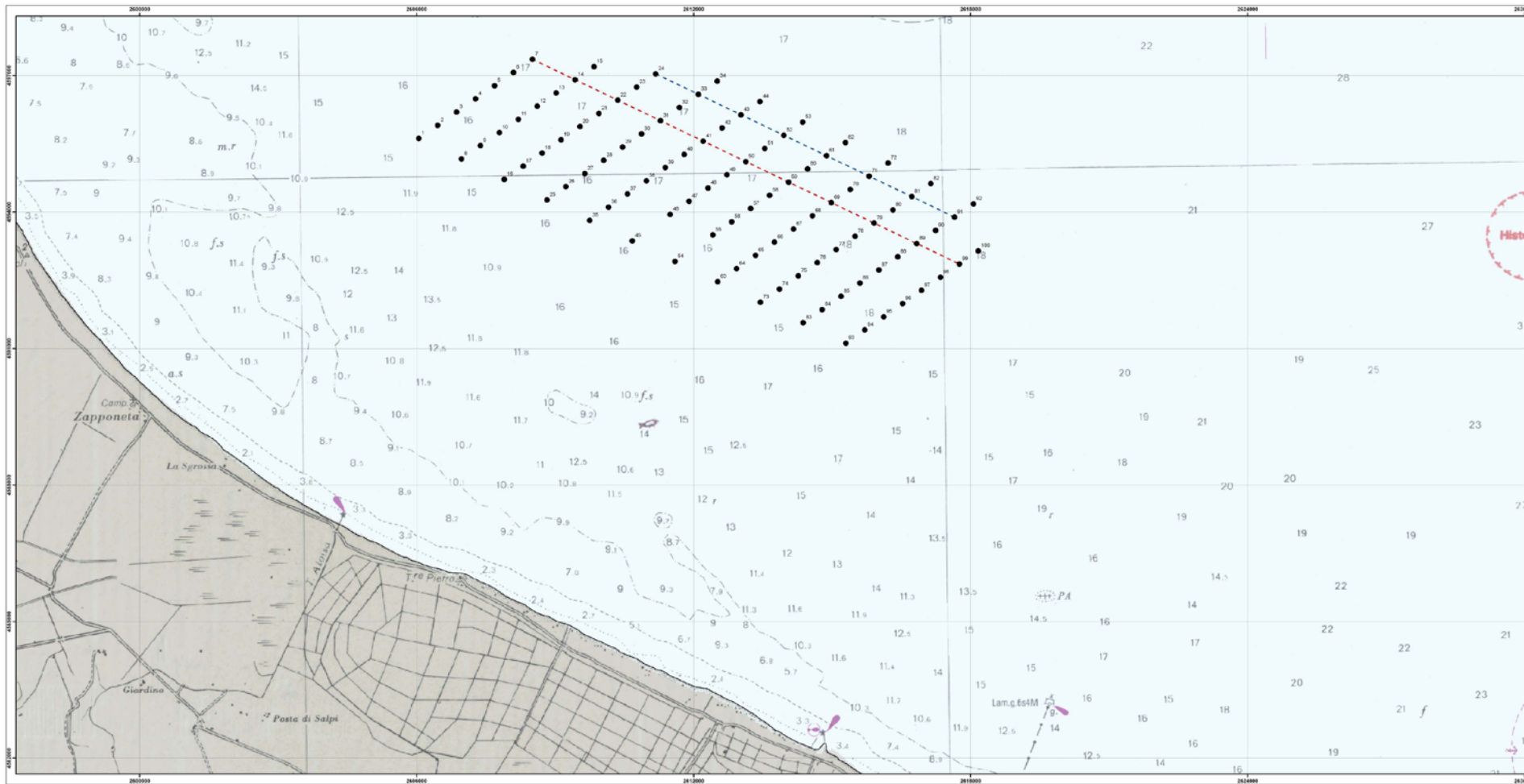
I dati ottenuti sono stati utilizzati per la produzione dei profili batimetrici dei transetti, con l'indicazione delle biocenosi presenti e della loro valenza conservazionistica in base al Protocollo ASPIM1 e ai criteri di rilevanza definiti in Relini (2002).

#### **6.4 Risultati e conclusioni**

I transetti indagati si presentano alquanto omogenei dal punto di vista del profilo batimetrico, che registra, in entrambi i transetti, un aumento della profondità in direzione sud-est (da circa -16 m a -20 m). Per quanto riguarda l'aspetto biocenotico, entrambi i transetti risultano caratterizzati dalla presenza lungo l'intera estensione di Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri, classificati come "non rimarchevoli" dal punto di vista conservazioni stico (si veda la restituzione grafica alla pagina seguente).



L'analisi mostra in definitiva che, nei fondali sottostanti i transetti, non sono presenti habitat soggetti a vincoli di protezione, caratterizzati da popolamenti bentonici non costituiti da organismi elencati in liste di rischio ed evidenziando, allo stato di conoscenza determinato dalla presente indagine, condizioni ambientali compatibili con il progetto di installazione del campo eolico nell'area individuata. Si fa presente che, essendo i risultati basati su un numero limitato di transetti, la presente relazione possiede un carattere puramente preliminare e non sufficiente ad una caratterizzazione esaustiva e dettagliata dell'area.

# TRANSETTI - Golfo di Manfredonia




**PROGETTO**

Studio di fattibilità impianto eolico off-shore: caratterizzazione morfobatimetrica e biocenotica dei fondali antistanti il settore costiero di Manfredonia (FG)





Committente: TREVI energy S.p.A.

Referente scientifico CoNISMa: Dott. Biol. Antonio Terlizzi - Università del Salento, Lecce

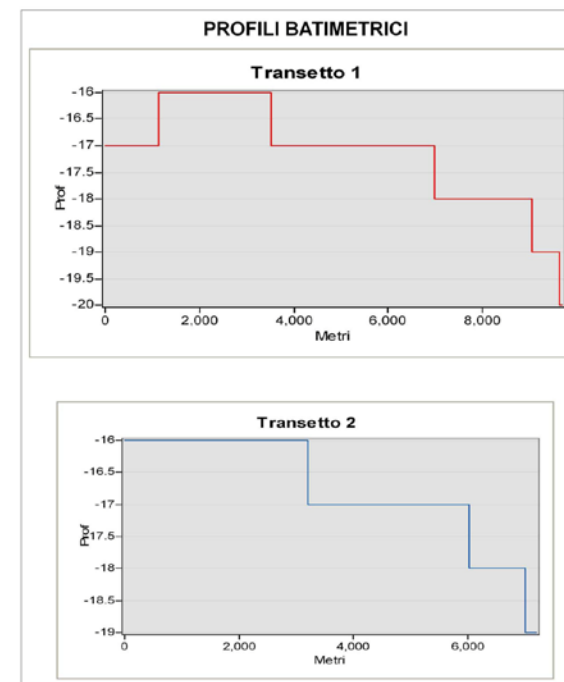


1:40000



RIFERIMENTI CARTOGRAFICI	
Sistema di riferimento	GAUSS-BOAGA
Datum	ROMA 40
Fuso	EST

SPECIFICHE	TRANSETTO 1	TRANSETTO 2
Lunghezza (Km)	10	7
Distanza min. dal porto di Margherita di Savoia (Km)	12	13
Distanza max. dal porto di Margherita di Savoia (Km)	16	15
Prof. min. (m)	-16	-16
Prof. max. (m)	-20	-19
Substrato	Molle	Molle
Biocnosi	Fanghi terrigeni costieri	Fanghi terrigeni costieri
Valenza conservazionistica	Non rimarchevole	Non rimarchevole



**LEGENDA**

● Aerogeneratori TREVI
--- Transetto 1
--- Transetto 2