



AUTORITÀ PORTUALE DI MESSINA
PIANO REGOLATORE PORTUALE DI MESSINA

**ASPETTI DI PIANIFICAZIONE E STUDI DI
SETTORE (TREMESTIERI)**

MAGGIO 2007

progetto

IDROTEC s.r.l. (capogruppo)

ing. Franco Grimaldi, ing. Ferruccio Fontana, ing. Alberto Rigoni, ing. Francesca Magri

VIOLA INGEGNERI & ARCHITETTI ASSOCIATI

ing. Paolo Viola, arch. Marco Olivieri, arch. Daniela Gerosa, arch. Elena Camporini, arch. Giovanna Bertelà

BONIFICA s.p.a.

ing. Franco Bocchetto, ing. Antonio Nastasi



ufficio tecnico A.P.

ing. Francesco Di Sarcina

segretario generale

avv. Mario Chiofalo

presidente

ing. Vincenzo Garofalo



F

INDICE

1.	PREMESSE, METODOLOGIA.....	6
2.	QUADRO CONOSCITIVO.....	7
2.1.	<i>Premesse</i>	<i>7</i>
2.2.	<i>Opere esistenti, circoscrizione di pertinenza dell’Autorità.....</i>	<i>7</i>
2.3.	<i>Traffico</i>	<i>13</i>
2.4.	<i>Condizioni meteomarine</i>	<i>16</i>
2.5.	<i>Caratteristiche geologiche e geotecniche</i>	<i>18</i>
2.6.	<i>Caratteristiche morfologiche e sedimentologiche del litorale.....</i>	<i>21</i>
2.6.1.	Litorale in studio ed unità fisiografica.....	21
2.6.2.	Caratteristiche morfologiche, opere esistenti e dinamica costiera nell’unità fisiografica	22
2.6.3.	Bacini idrografici e apporto solido fluviale	23
2.6.4.	Caratteristiche sedimentologiche del litorale.....	24
2.7.	<i>Agibilità nautica</i>	<i>32</i>
2.8.	<i>Agitazione interna agli approdi esistenti.....</i>	<i>32</i>
2.9.	<i>Batimetria</i>	<i>35</i>
2.10.	<i>Dinamica del litorale</i>	<i>39</i>
2.10.1.	Fonti di informazione e modelli utilizzati.....	39
2.10.2.	Evoluzione recente del litorale	40
2.10.3.	Studio con modello matematico dell’evoluzione recente.....	46
2.10.4.	Tendenze evolutive in assenza di interventi.....	54
3.	INDIRIZZI ED OBIETTIVI.....	57
4.	IPOSTESI ALTERNATIVE e SOLUZIONE PREFERIBILE.....	60
4.1.	<i>Premesse</i>	<i>60</i>
4.2.	<i>Parametri di riferimento</i>	<i>61</i>

4.3.	<i>Considerazioni sui requisiti (accosti e navi) per il servizio di traghettiamento</i>	63
4.4.	<i>Ipotesi schematiche alternative</i>	66
4.5.	<i>Confronto delle alternative, soluzione preferibile</i>	68
5.	PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO	79
6.	AGIBILITA' NAUTICA	82
7.	ASPETTI MORFOLOGICI E MARITTIMI	84
7.1.	<i>Impatto sul litorale</i>	84
7.2.	<i>Fondale e dragaggi</i>	86
7.3.	<i>Tipologia delle principali opere marittime</i>	87
7.4.	<i>Considerazioni conclusive</i>	90
8.	ASPETTI FUNZIONALI, AREE A TERRA, COLLEGAMENTI	99
8.1.	<i>Assetti funzionali</i>	99
8.2.	<i>Potenzialità di traffico per il traghettiamento dello Stretto</i>	101
8.3.	<i>Proprietà delle aree, aspetti catastali</i>	102
8.4.	<i>Organizzazione delle aree a terra, viabilità, collegamenti</i>	103
8.5.	<i>Possibilità di ulteriori sviluppi</i>	106
8.6.	<i>Sfocio di corsi d'acqua, trasporto solido</i>	107
9.	RIFERIMENTI	112

FIGURE

Fig. 2.1	Porto di Tremestieri. Stato di fatto.....	11
Fig. 2.2	Porto di Tremestieri. Sezioni tipiche delle opere esistenti	12
Fig. 2.3	Porto di Tremestieri. Andamento mensile movimentazione mezzi commerciali pesanti	14
Fig. 2.4	Porto di Tremestieri. Andamento mensile movimentazione auto e passeggeri	15
Fig. 2.5	Porto di Tremestieri. Ubicazione dei punti di campionamento	25
Fig. 2.6	Bacini idrografici, 102: bacino T.te Fiumedinisi - Capo Peloro.....	26
Fig. 2.7a	Reticolo idrografico ambito di Messina.....	27
Fig. 2.7b	Reticolo idrografico ambito di Tremestieri	28
Fig. 2.7c	Corsi d'acqua nel bacino idrografico di riferimento e relativi valori del trasporto solido	29
Fig. 2.8	Caratteristiche granulometriche - Coastal Engineering Manual, Part III: Coastal Sediment Processes	30
Fig. 2.9	Tremestieri: parametri di trasporto caratteristici dei sedimenti utilizzati nella modellazione matematica	31
Fig. 2.10	Porto di Tremestieri. Agitazione ondosa all'interno degli approdi esistenti .	34
Fig. 2.11	Porto di Tremestieri. Rilievo batimetrico del marzo 2007	36
Fig. 2.12	Tremestieri. Profili A e B da rilievo batimetrico del marzo 2007.....	37
Fig. 2.13	Tremestieri. Profili C e D da rilievo batimetrico del marzo 2007	38
Fig. 2.14	Tremestieri: evoluzione del litorale	43
Fig. 2.15	Tremestieri: confronto linee di costa 1976-1985 e 1985-1998.....	44
Fig. 2.16	Tremestieri: confronto linee di costa 1998-2002 e 2002-2007.....	45
Fig. 2.17	Tremestieri: ubicazione del profilo trasversale utilizzato per il calcolo del trasporto longitudinale.....	48
Fig. 2.18	Tremestieri: sezione utilizzata per il calcolo del trasporto longitudinale	49
Fig. 2.19	Tremestieri: output del modello matematico per il calcolo del trasporto solido longitudinale nelle sezioni di calcolo.....	50

Fig. 2.20	Tremestieri: bilancio dei sedimenti	51
Fig. 2.21	Tremestieri: confronto sezioni rilievi batimetrici 2002 2007	52
Fig. 2.22	Tremestieri: confronto sezioni rilievi batimetrici 2002 2007	53
Fig. 4.1	Tremestieri. Alternativa 1	72
Fig. 4.2	Tremestieri. Alternativa 2	73
Fig. 4.3	Tremestieri. Alternativa 3	74
Fig. 4.4	Tremestieri. Alternativa 4	75
Fig. 4.5	Tremestieri. Alternativa 5	76
Fig. 4.6	Tremestieri. Alternativa 6	77
Fig. 4.7	Tremestieri. Alternativa 7	78
Fig. 5.1	Tremestieri. Agitazione ondosa in corrispondenza dei nuovi accosti, direzione 50°N	80
Fig. 5.2	Tremestieri. Agitazione ondosa in corrispondenza dei nuovi accosti, direzione 150°N	81
Fig. 7.1	Tremestieri – Tratti del litorale a diverso comportamento.....	93
Fig. 7.2	Tremestieri – Planimetria di riferimento dei profili trasversali	94
Fig. 7.3	Tremestieri – Profili trasversali in presenza delle nuove opere.....	95
Fig. 7.4	Tremestieri – Tratto terminale del nuovo molo di sopraflutto. soluzione con <i>cofferdams</i>	96
Fig. 7.5	Tremestieri – Sezioni tipiche indicative delle opere di difesa a scogliera....	97
Fig. 7.6	Tremestieri – Sezione tipica indicativa delle nuove banchine	98
Fig. 8.1	Tremestieri – Assetti funzionali alternativi della nuova darsena	109
Fig. 8.2	Tremestieri – Proprietà delle aree	110
Fig. 8.3	Tremestieri – Ipotesi di organizzazione della viabilità e dei piazzali.....	111

ALLEGATI al presente volume

Rapporto CETENA s.p.a. n° 9748, aprile 2007

1. PREMESSE, METODOLOGIA

Il presente rapporto è dedicato alla descrizione delle motivazioni del disegno di Piano relative al nuovo polo portuale di Tremestieri, delle alternative considerate e delle verifiche – specie di ordine tecnico e funzionale – svolte sulla soluzione complessivamente considerata preferibile e quindi adottata nel PRP.

Per quanto riguarda la metodologia complessiva, si rimanda a quanto detto al paragrafo 2.1 dell'elaborato E "Porto di Messina: aspetti di pianificazione e studi specialistici".

2. QUADRO CONOSCITIVO

2.1. Premesse

Ad integrazione di quanto accennato al cap. 4 dell'elaborato D “Quadro conoscitivo”, nel presente capitolo si completa il quadro conoscitivo relativo a tutti gli aspetti di interesse per la località di Tremestieri, richiamando brevemente anche quanto di rilievo dagli ulteriori elaborati:

- Allegato D.1 “Studio meteomarino”.
- Allegato D.2 “Traffico marittimo: andamento, scenari ed obiettivi.

2.2. Opere esistenti, circoscrizione di pertinenza dell’Autorità

In località Tremestieri è stato recentemente completata la costruzione un nuovo approdo per navi traghetto. La realizzazione dell’opera è stata attivata con ordinanza della Protezione Civile n° 3169 del 21/12/2001 quale intervento urgente volto ad evitare l’attraversamento della città di Messina da parte di mezzi pesanti.

La localizzazione del nuovo approdo è stata definita a seguito delle indicazioni fornite dalla Commissione di esperti costituita dal Sindaco di Messina nel maggio 1999. La Commissione ha esaminato quattro diversi siti ed ha concluso – a seguito di valutazioni comparative tra diverse opzioni – che il sito di Tremestieri era da considerarsi preferibile agli altri per il traghettamento del traffico gommatto pesante, individuando provvisoriamente nel porto di Reggio Calabria il corrispondente approdo sul versante calabrese.

L’approdo – la cui entrata in esercizio è avvenuta nel marzo del 2006 – è composto da due accosti per navi-traghetto bidirezionali, della lunghezza di circa 145 e 135 m rispettivamente, protetti da una opera di difesa lunga circa 280 m orientata in direzione 30°N. Il molo è stato prolungato di circa 83 m rispetto al progetto iniziale per fornire una migliore protezione dal moto ondoso agli accosti e contrastare i fenomeni di insabbiamento verificatisi durante la costruzione.

Lo specchio acqueo ha una superficie complessiva pari a circa 17.000 m² di cui circa 12.000 circa protetti, dragati a quota –7 m del l.m.m. per permettere l’approdo di navi fino a 5 m di pescaggio.

Sia il paramento interno del molo sopraflutto che le banchinature sono stati realizzati mediante la sovrapposizione di elementi monolitici prefabbricati in cls, forati sul lato porto, per attenuare i fenomeni di riflessioni delle onde che penetrano nel bacino portuale.

Le foto che seguono, la planimetria di Fig. 2.1 e le sezioni tipiche di Fig. 2.2 illustrano le caratteristiche principali delle opere esistenti.

Gli approdi di Tremestieri sono stati ammessi alla circoscrizione territoriale di pertinenza dell'Autorità Portuale di Messina, con D.M. del 12 ottobre 2006 che, all'art. 2, recita *“La circoscrizione territoriale è costituita dalle aree demaniali marittime, dalle opere portuali e dagli antistanti specchi acquei compresi tra il torrente di Larderia, limite nord e il torrente Guidara, limite sud, e precisamente tra gli estremi individuati, sulla linea di costa, dai punti di coordinate Gauss-Boaga: A nord 4220757,0860 – est 2566001,4060 e B nord 4220120,1170 – est 2565739,3590.”*



Porto di Tremestieri, foto satellitare (anno 2006)



Porto di Tremestieri, settembre 2006

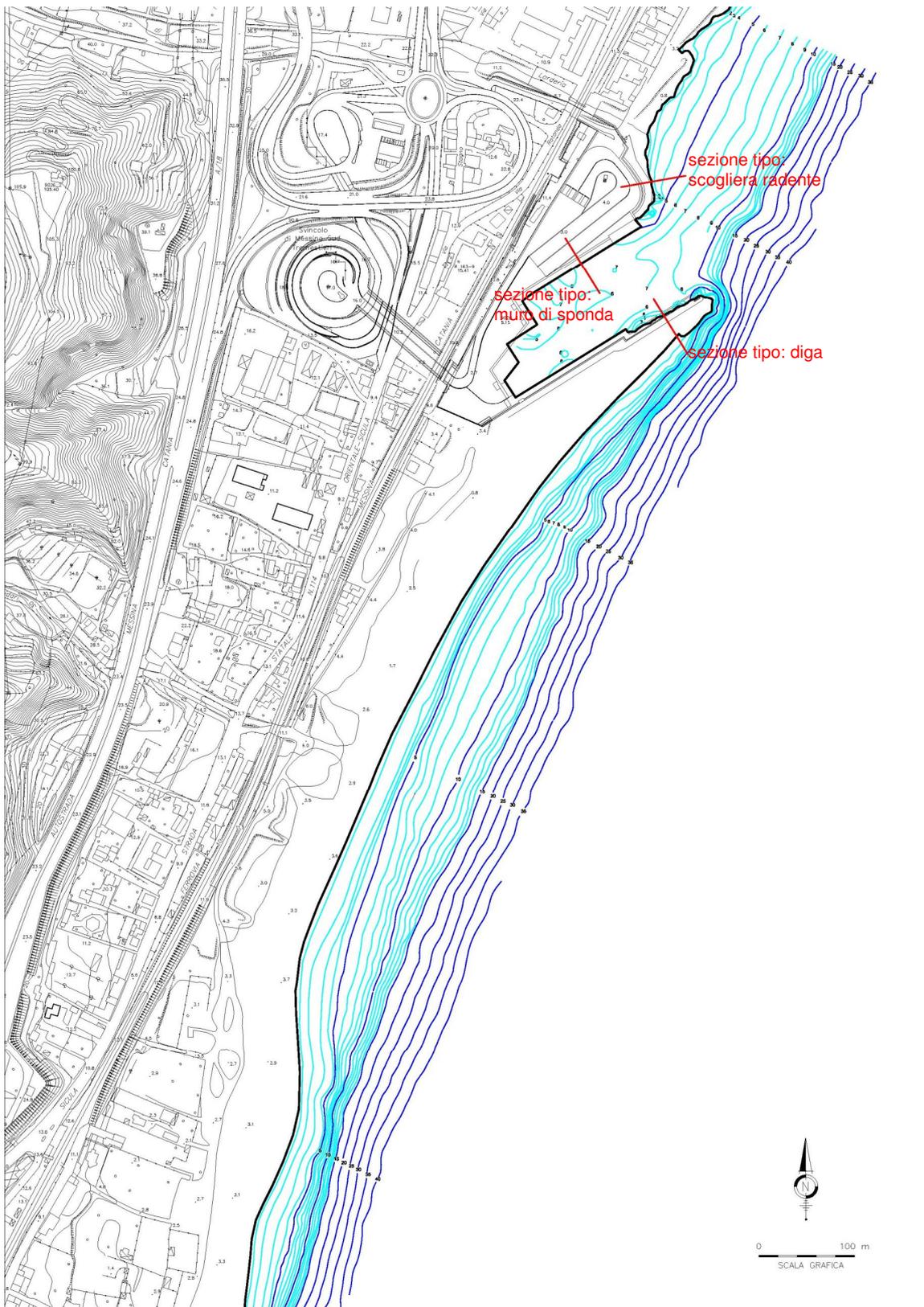


Fig. 2.1 Porto di Tremestieri. Stato di fatto

2.3. Traffico

L'utilizzo degli approdi per il traghettamento dello Stretto di mezzi commerciali pesanti ha avuto inizio nel mese di marzo 2006. I grafici di Fig. 2.3 e 2.4 forniscono i dati relativi alla movimentazione registrata fino al mese di dicembre 2006.

Sono impiegate navi traghetto bidirezionali appartenenti alle tre Compagnie di navigazione (Caronte & Tourist, Bluvia e Meridiano) che operano il servizio tramite la società " Terminal Tremestieri", con le caratteristiche indicate al punto 3.1 dell'elaborato (Allegato D.2) "Traffico marittimo: scenari ed obiettivi".

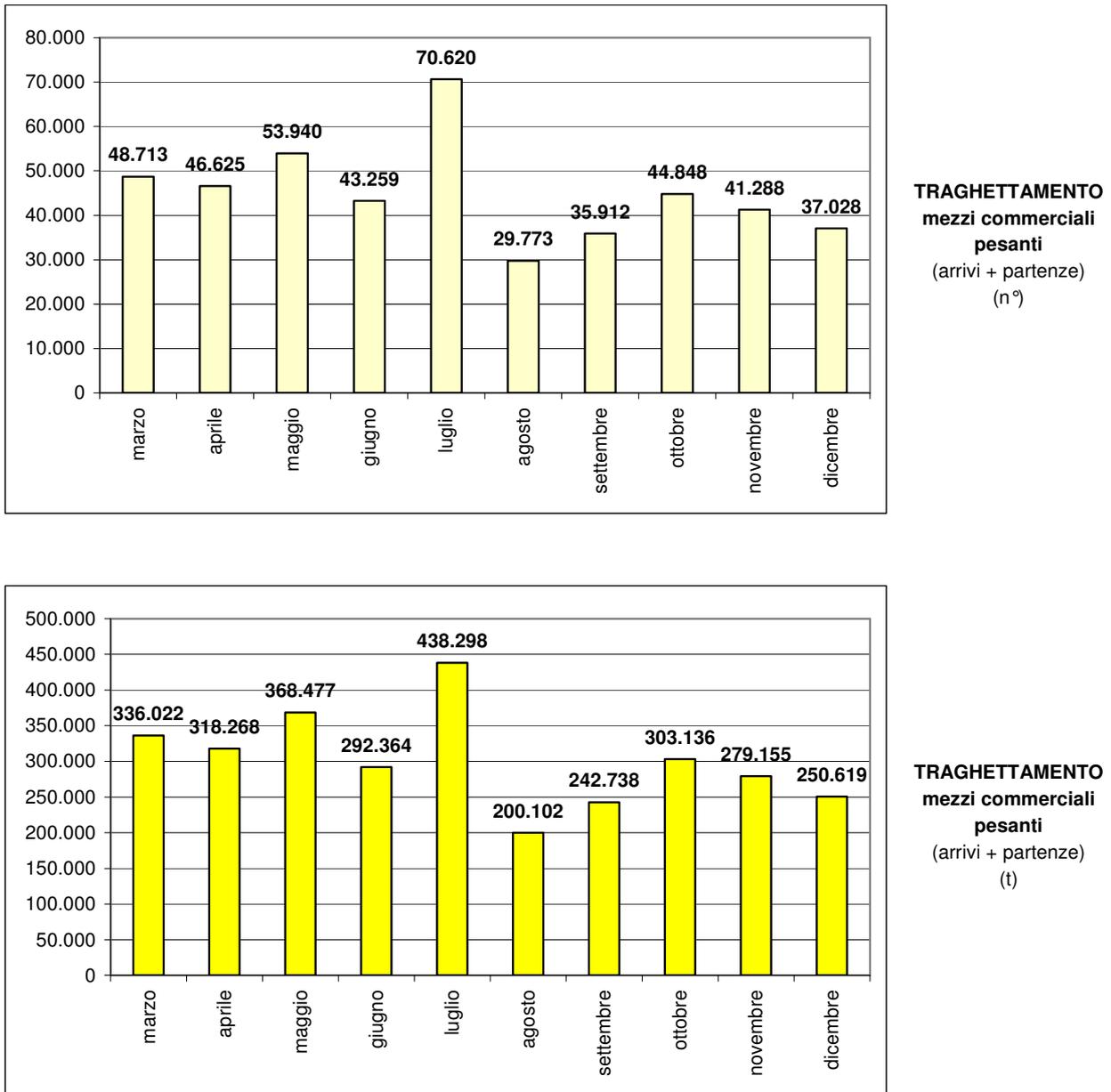
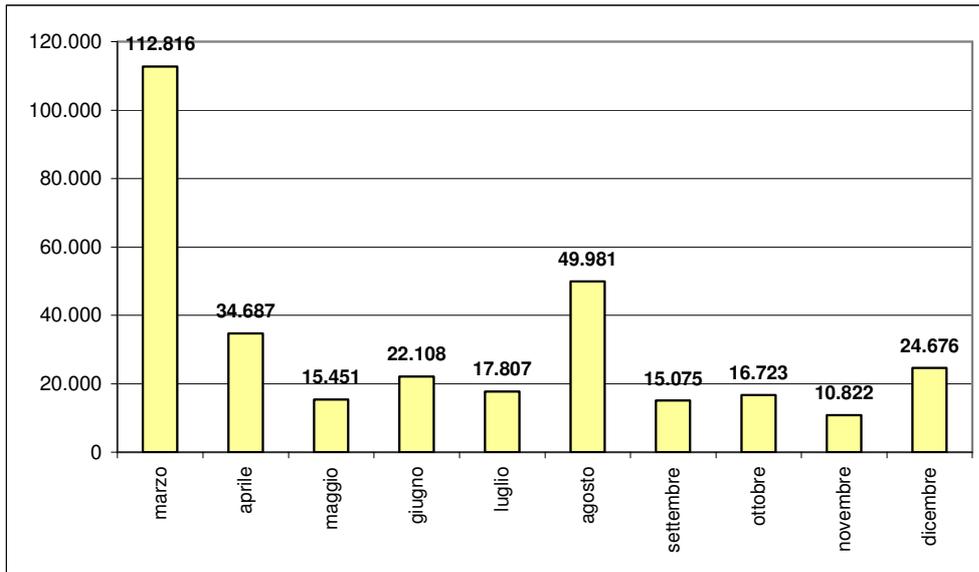
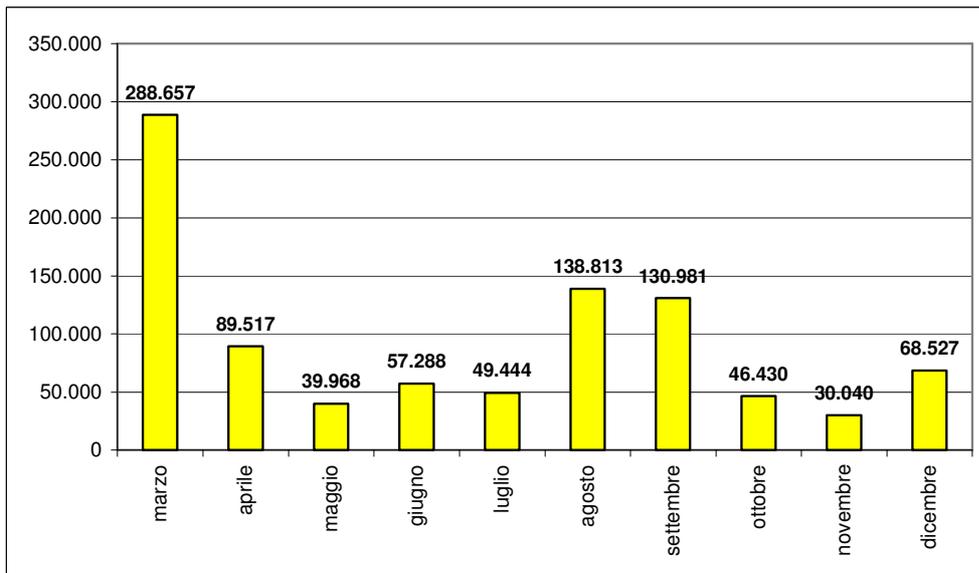


Fig. 2.3 Porto di Tremestieri. Andamento mensile movimentazione mezzi commerciali pesanti



TRAGHETTAMENTO auto
(arrivi + partenze)
(n°)



TRAGHETTAMENTO pax
(arrivi + partenze)
(n°)

Fig. 2.4 Porto di Tremestieri. Andamento mensile movimentazione auto e passeggeri

2.4. Condizioni meteomarine

Si rimanda a questo proposito all'Allegato D.1 "Studio meteomarino". In sintesi gli studi eseguiti hanno portato a definire le seguenti caratteristiche fondamentali per il regime dei venti, per il clima ondoso e per il regime delle correnti.

Regime dei venti

I dati di vento disponibili più significativi sono quelli della stazione della RMN (Rete Mareografica Nazionale) di Messina (estensione temporale: dal 1 agosto 1998 al 31 dicembre 2005). Essi evidenziano un sostanziale allineamento dei venti secondo un asse prevalente sud-nord.

Complessivamente i venti provengono con maggiore frequenza dal settore compreso tra i 300°N e i 45°N. I venti di maggiore intensità provengono invece con maggiore frequenza dal settore 180°N – 225°N. L'evento di maggiore intensità (velocità del vento maggiore di 20 m/s) è stato registrato con provenienza dal settore 195°N – 210°N. Nella tabella seguente i dati della RMN di Messina sono stati elaborati per fornire i giorni/anno e le ore/anno di superamento della velocità del vento di 8, 10, 13, 15 e 18 m/s per settori di 60°N e per il settore omnidirezionale

		intensità del vento				
		>8m/s (15,55 kn)	>10m/s (19,43 kn)	>13 m/s (25,26 kn)	>15 m/s (29,15 kn)	>18 m/s (34,98 kn)
		giorni/anno	giorni/anno	giorni/anno	giorni/anno	giorni/anno
direzione di provenienza del vento °N	0°-60°	16,71	2,39	0,14	0,02	0,00
	60°-120°	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
	120°-180°	3,21	1,36	0,21	0,06	0,01
	180°-240°	11,85	4,74	0,81	0,20	0,02
	240°-300°	1,23	0,40	0,08	0,03	0,01
	300°-360°	6,70	2,38	0,37	0,08	0,00
	omnidirezionale	39,71	11,27	1,60	0,39	0,03

		intensità del vento				
		>8m/s (15,55 kn)	>10m/s (19,43 kn)	>13 m/s (25,26 kn)	>15 m/s (29,15 kn)	>18 m/s (34,98 kn)
		ore/anno	ore/anno	ore/anno	ore/anno	ore/anno
direzione di provenienza del vento °N	0°-60°	400,93	57,25	3,24	0,56	0,00
	60°-120°	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
	120°-180°	77,00	32,72	5,08	1,41	0,14
	180°-240°	284,44	113,80	19,32	4,79	0,42
	240°-300°	29,47	9,59	1,83	0,71	0,14
	300°-360°	160,77	57,11	8,88	1,83	0,00
	omnidirezionale	953,03	270,48	38,36	9,31	0,71

RMN, stazione di Messina, giorni e ore di superamento della velocità del vento di 8, 10, 13, 15 e 18 m/s per settori di 60°N e per il settore omnidirezionale (elab. IDROTEC s.r.l.)

Clima ondoso ed eventi estremi

Gli eventi ondosi estremi dal settore di traversia principale sono stati definiti sulla base del clima ondoso al largo UKMO che è stato trasposto alla batimetrica –20m (cfr. tabella seguente) mediante apposita modellistica (che considera i fenomeni di rifrazione e *shoaling*).

Dir. (°N)	Classi di altezza d'onda significativa								Totale
	0-0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	
150	1.702	1.105	0.662	0.310	0.186	0.044	0.009	0.012	4.031
160	2.704	1.599	0.520	0.245	0.071	0.021	0.009	0.003	5.172
170	2.675	1.699	0.464	0.133	0.021	0.006	0.006		5.004
180	3.050	1.191	0.352	0.065	0.021	0.003			4.682
190	2.152	0.550	0.086						2.787
200	1.232								1.232
Totale	13.516	6.145	2.084	0.754	0.299	0.074	0.024	0.015	22.909

Percentuali di occorrenza per classi di altezza d'onda e direzione in prossimità della batimetrica –20 m

I risultati ottenuti mediante *fitting* alla distribuzione di Weibull sono riportati nella seguente tabella.

periodo di ritorno (anni)	H _s (m)	T _p (s)
1	2.8	8.4
5	3.4	9.3
10	3.7	9.7
20	4.0	10.1
50	4.3	10.5
100	4.6	10.8

Settore principale – Valori estremi in prossimità di Tremestieri (batimetrica –20 m) associati a diversi periodi di ritorno. Settore 150°N – 200°N - Direzione media 175°N

Gli eventi ondosi significativi provenienti dal settore di traversia secondario sono stati definiti mediante *hindcasting* basato sui dati di vento del RMN. Per i venti di intensità più elevata registrati (18 m/s) si sono ottenute onde di 0.7 m (provenienza 45°N).

Regime delle correnti

Nello Stretto il movimento delle correnti risulta prevalentemente dovuto alle maree che si generano a nord nel Mar Tirreno e a sud il Mar Ionio. In effetti entrambi i mari presentano un regime predominante di maree a carattere semi-giornaliero, ma fino a Capo Peloro le maree si comportano come quelle rilevate per il Mar Tirreno mentre da

Capo Peloro andando in direzione sud, le maree si comportano come quelle registrate nel Mar Ionio.

La letteratura al riguardo evidenzia che la corrente proveniente da sud (montante o crescente) è la più intensa delle due con una velocità di 3-4 nodi (1.5-2.1 m/s) ed un massimo di 5 nodi (2.6 m/s). Quella da nord (discendente) invece si assesta normalmente su una velocità di 2-3 nodi (1.0-1.5 m/s).

Misure effettuate in sito in due punti distinti ubicati su fondali rispettivamente di -10 m e -50 m rispetto al l.m.m.. hanno permesso di verificare che, in entrambi i punti, il regime direzionale risulta diretto secondo l'orientamento dominante della costa ossia 30°N – 210°N circa. Per quanto riguarda le velocità registrate, esse sono generalmente tanto maggiori quanto più il punto di misurazione è prossimo alla superficie del mare, e più intense quando la direzione di propagazione è verso 210°N rispetto a quella verso 30°N. Il massimo registrato è stato di circa 1.4 m/s alla profondità di -2.5 m in corrispondenza della batimetrica -10 m (direzione di propagazione 210°N) ma valori di circa 1.2 m sono abbastanza frequenti in entrambi i luoghi di misurazione e sino a profondità rilevanti

2.5. Caratteristiche geologiche e geotecniche

Ad integrazione di quanto detto a questo proposito nell'elaborato D ““Quadro conoscitivo e previsionale” si riportano nel seguito alcune considerazioni tratte dalla “Relazione geologica e geotecnica” del Progetto esecutivo per la “Costruzione di due approdi di emergenza in prossimità dello svincolo autostradale esistente presso il villaggio Tremestieri della città di Messina” redatta dal Prof. C. Amore nel 2002.

Nell'ambito di tale progetto, per definire le caratteristiche dei terreni presenti nell'area in esame sono state effettuate delle indagini (cfr. Fig. 2.5) consistenti:

- nell'analisi tessiturale dei sedimenti della spiaggia emersa (campioni C1-C9)
- nell'acquisizione dei due sondaggi geognostici riportati nel progetto preliminare (4t e 4m);
- nell'esecuzione a mare di due sondaggi geognostici a percussione (S1 e S2).

Dei due sondaggi vengono riportate nel seguito le stratigrafie e relative risultanze.

sondaggio 4 t

profondità (m)	tipo di sedimento
0.00-0.50	sabbie ghiaiose con materiale fino
0.50-1.30	ghiaie e sabbie con materiale fino
1.30-2.10	sabbie e ghiaie con poco fino
2.10-4.20	ghiaie e sabbie
4.20-5.80	sabbie ghiaiose
5.80-7.90	ghiaie e sabbie
7.90-8.80	ghiaie sabbiose
8.80-10.00	ghiaie
10.00-12.20	sabbie e ghiaie
12.20-15.00	ghiaie sabbiose

sondaggio 4 m

profondità (m)	tipo di sedimento
0.00-2.20	ghiaie sabbiose
2.20-3.80	ghiaie e sabbie
3.80-6.40	ghiaie
6.40-9.70	ghiaie sabbiose
9.70-12.10	ghiaie e sabbie
12.10-15.00	ghiaie

“I due sondaggi geognostici a percussione eseguiti a mare (S1 ed S2) hanno attraversato fino a 2 m circa dal fondale ghiaie con sabbia, con presenza di ciottoli da 3 a 7 cm di lunghezza. Per questi sondaggi è da sottolineare come la prosecuzione del carotaggio sia stata bloccata dalla metodologia a percussione adottata che ha portato ad un “rifiuto” perfettamente assimilabile al rifiuto di una prova S.P.T..

Dalle indagini eseguite risulta che:

- *nella spiaggia emersa lo spessore dei sedimenti incoerenti è superiore a 15 m, costituiti da lenti e livelli di ghiaie con sabbia, sabbie con ghiaia e ghiaie, distribuite rispettivamente nella spiaggia superiore in corrispondenza della berma di tempesta*

delimitata dalla strabella di accesso, a ridosso delle barriere ed in corrispondenza del gradino di battigia;

- *nella spiaggia sottomarina i sedimenti sono costituiti da ghiaie con sabbia con presenza di ciottoli fino a 7-10 cm di lunghezza; da segnalare inoltre la probabile presenza di blocchi lavici, franati dalle barriere frangiflutti attualmente emerse;*
- *in relazione alle caratteristiche tessiturali e di compattazione, i sedimenti presentano un peso di volume pari a 1,95-2,0 ton/m³, coesione pari a 0 kg/cm² ed angolo di attrito interno pari a 35°-40°;*
- *la capacità portante di tali terreni, oltre che ai parametri di taglio, è legata anche alla resistenza a rotture dei clasti costituenti – metamorfiti, calcari, graniti, quarzo, gneiss, ecc. – tutti con carichi di rottura di gran lunga superiori a quelli previsti per le strutture di terra e di mare.”*

La relazione del Prof. Amore si conclude con una serie di considerazioni riguardanti in generale le tematiche trattate che possono essere riassunte nei seguenti punti:

- *l'approdo si inserisce in un litorale privo di unità fisiografiche ben definite, localmente squilibrato da un impatto antropico sia lungo la fascia costiera che nell'entroterra;*
- *l'approdo si attesta su un litorale la cui tendenza erosiva è stata bloccata tra gli anni '70-'80 da una serie di barriere frangiflutti, con sedimenti incoerenti e granulometria sabbioso-ghiaioso-ciottolosa sia nella spiaggia emersa che in quella sommersa;*
- *il trasporto solido longitudinale è reso scarso o nullo dalla mancanza o forte riduzione dei carichi solidi dei bacini idrografici tributari;*
- *in relazione ai parametri geotecnici dei sedimenti ed alla resistenza a rottura dei loro clasti, nessun problema si presenta per i sistemi fondazionali delle strutture di terra e di mare;*
- *per le previste opere di scavo, al fine di evitare rifluimenti del materiale, è consigliabile non superare inclinazioni di 20° nella spiaggia sommersa e di 30° in quella emersa; nella previsione di inclinazioni maggiori, è consigliabile procedere per sezioni obbligate, provvedendo con sollecitudine alla messa in opera delle strutture di sostegno.”*

Dall'insieme dei diversi studi disponibili relativi all'area di Tremestieri è emerso che la zona ove sorgono le opere portuali esistenti è costituita da sabbie e ghiaie a banchi

discontinui caratterizzati da un differente grado di addensamento. I parametri geotecnici fondamentali possono essere mediamente così definiti:

$$\varphi = 34^{\circ}\text{-}38^{\circ}$$

$$c' = 0,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma = 1,9 \text{ g/cc}$$

$$\gamma' = 1,0 \text{ g/cc}$$

È infine da osservare che, considerate le caratteristiche medie dei terreni presenti nell'area dell'approdo di Tremestieri (sabbie grossolane, ghiaie) e la conseguente elevata permeabilità che non permette lo sviluppo della pressione nei pori, in linea di principio appare poco probabile la possibilità di innesco di fenomeni di liquefazione in caso di sisma.

2.6. Caratteristiche morfologiche e sedimentologiche del litorale

2.6.1. Litorale in studio ed unità fisiografica

Il versante orientale siciliano della estremità nord fino al Catanese presenta coste basse e ciottolose inframezzate da promontori quali Capo Scaletta, Capo S. Alessio e Capo Taormina a nord, Capo S. Croce, Capo M. di Porco e Capo Passero a sud.

Le unità fisiografiche costiere

L'identificazione della unità fisiografica ¹ cui appartiene il tratto di litorale in oggetto rappresenta un elemento di grande importanza per il corretto studio della sua dinamica.

Nel presente studio si è fatto riferimento a questo riguardo al "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana" [1], nel quale l'intera costa siciliana è stata suddivisa in 21 unità fisiografiche costiere, basandosi su fotografie aeree, su dati geologici e geomorfologici e sulla batimetria.

Questo documento identifica il tratto di litorale in oggetto come appartenente all'unità fisiografica che va da Capo Peloro a nord a Capo Scaletta a sud.

Unità Fisiografica Costiera di Capo Peloro – Capo Scaletta

¹ *L'Unità fisiografica costiera, intesa come "cella di sedimenti", risulta essere quel tratto di costa ove il movimento di sedimenti può considerarsi limitato alla cella stessa e non esistono scambi significativi con altre celle adiacenti. Essa può sottendere uno o più corsi d'acqua e rappresenta il tratto minimo di litorale su cui occorre estendere lo studio della dinamica dei sedimenti, l'area di riferimento per una valutazione sul bilancio dei sedimenti e per verificare l'influenza degli interventi in essa attuati o da attuare. I confini delle unità costiere coincidono generalmente con promontori pronunciati o con grandi estuari [1].*

Questa unità costiera è caratterizzata principalmente da coste basse sabbiose/ciottolose a debole pendenza, interessata da forti correnti ed elevato grado di urbanizzazione lungo la costa. Esistono condizioni di forte arretramento tra Mili Marina e Ponte S. Stefano, zona individuata come critica a causa, probabilmente, di una forte riduzione del trasporto solido dei corsi d'acqua che sfociano lungo il litorale e che risultano interessati dalla presenza di opere di sbarramento prossime alla foce, all'eliminazione delle dune e della loro vegetazione spontanea, a causa della realizzazione della S.S. 114.

Inoltre, la realizzazione di muri a parete verticale antistanti le spiagge hanno favorito fenomeni di riflessione del moto ondoso durante le forti mareggiate, con la migrazione dei sedimenti verso fondali profondi.

La zona risulta moderatamente esposta ai venti ed al moto ondoso del 1° e 2° quadrante.

2.6.2. Caratteristiche morfologiche, opere esistenti e dinamica costiera nell'unità fisiografica

Analizzando a larga scala l'unità fisiografica Capo Peloro – Capo Scaletta ed in particolare il tratto compreso tra la fiumara di Pace a nord dell'ambito portuale di Messina e il torrente S. Stefano a sud del nuovo porto di Tremestieri, è possibile osservare che [1] (cfr. Figg. 2.7 a e 2.7b):

- la spiaggia compresa tra la fiumara di Pace e la fiumara Annunziata, di tipo sabbioso-ghiaioso, presenta nella parte centrale una serie di scogliere in parte insabbiate e nel tratto terminale un pontile ed una serie di pennelli a protezione di infrastrutture di alaggio e di rimessaggio delle imbarcazioni da diporto. Questo litorale è separato dalla spiaggia di S. Salvatore dei Greci da un promontorio originato dalla discarica di inerti; tale promontorio su cui trova sede una villa comunale è difeso con una scogliera radente;
- dalla Fiumara S. Leone prende inizio il lungomare della Fiera di Messina, protetto con scogliere radenti. Successivamente si sviluppa la passeggiata a mare ove è stato realizzato il porticciolo turistico di Marina di Nettuno su pontili galleggianti. Da questo punto in avanti la costa si trasforma nel water front della città di Messina con le sue infrastrutture portuali adibite anche a traghettamento ed al traffico delle navi da crociera fino alla punta estrema della zona Falcata di forte S. Salvatore, ove sono situati cantieri navali e le banchine della Marina Militare;

- da punta S. Ranieri alla foce della Fiumara Zaera si estende un litorale di tipo sabbioso-ciottoloso, fortemente degradato per la presenza di edifici e discariche abusive; lungo questa costa si distinguono i pontili a servizio della stazione di degassifica della SMEB, pennelli in massi artificiali, difese radenti e la foce della fiumara Portalegni;
- oltre la Fiumara Zaera, la cui foce è peraltro in forte arretramento, si estende un litorale di tipo ciottoloso cui è immediatamente ridossato il terrapieno della linea ferroviaria Messina-Catania, per la cui protezione è stata approntata per un primo tratto una difesa con pennelli in massi lavici, quindi una difesa con scogliera radente fin quasi alla foce della fiumara Gazzi. A nord della stazione di Contesse la linea ferrata che corre parallelamente alla costa è difesa con una schiera di pennelli in massi artificiali;
- proseguendo verso sud si incontra la foce del Torrente S. Filippo ed in successione la foce della fiumara di Zafferai a sud della quale la costa si estende su una stretta fascia in forte arretramento, occupata da numerose strutture con caratteristiche di edilizia abusiva, capannoni, apparati industriali e magazzini. Tutta questa fascia di litorale fino poco oltre la foce della fiumara Larderìa è protetta mediante scogliere di massi naturali parallela alla linea di costa ed ormai in parte insabbiate. Poco a Sud della foce del Torrente Larderìa è collocata la nuova infrastruttura portuale di Tremestieri utilizzata per l'approdo delle navi destinate al servizio di traghettamento nello Stretto di Messina;
- dalla foce del torrente Guidari fino alla foce del torrente S. Stefano la spiaggia si allarga fino a 50 m, presenta una fascia dunale coperta da una ricca vegetazione e per un tratto di circa 1 km risulta difesa con opere trasversali (pennelli) in parte ormai insabbiate; estesi tratti sono in condizioni di forte avanzamento.

2.6.3. Bacini idrografici e apporto solido fluviale

Nel Piano Straordinario per l'assetto idrogeologico, approvato con D.A. n. 298/41 del 4/7/00, erano stati individuati nel territorio siciliano n. 57 bacini idrografici principali. Tale suddivisione è stata estrapolata da quella contenuta nel Censimento dei Corpi Idrici – Piano Regionale di Risanamento delle acque, pubblicato dalla Regione Siciliana nel 1986.

Nell'Aggiornamento del Piano Straordinario, approvato con D.A. n. 543 del 22/7/02, erano state individuate le aree territoriali intermedie ai sopraelencati bacini idrografici principali.

Nel “Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana”, vengono elencati i bacini idrografici di tutti i corsi d'acqua aventi sbocco a mare e le aree comprese tra una foce e l'altra, raggruppandoli, dal punto di vista geografico, nei tre versanti siciliani: settentrionale, meridionale ed orientale. Tale suddivisione è stata effettuata sulla base di quella proposta dall'Ufficio Idrografico della Regione Siciliana con nota n. 5686 del 23 Ottobre 2003.

Nella Fig. 2.6 è possibile osservare che il tratto di costa in oggetto fa capo al bacino idrografico n. 102 che va dal T.te Fiumedinisi a Capo Peloro

Nella Fig. 2.7c è possibile osservare i corsi d'acqua compresi nel bacino idrografico e le relative portate di materiale che vengono annualmente (mediamente) trasportate a mare calcolate, in via di prima approssimazione, con la formula di Gavrilovic (la formula stima il trasporto solido tenendo conto di alcuni parametri tra i quali: il tipo di copertura vegetale presente nel bacino, le formazioni affioranti, la pendenza media del bacino, le precipitazioni medie annue, la superficie del bacino ed il dislivello dello stesso). Come è possibile osservare si tratta sempre di apporti di materiale estremamente limitati che potranno per questo essere nel seguito trascurati.

2.6.4. Caratteristiche sedimentologiche del litorale

Le informazioni disponibili sulle caratteristiche sedimentologiche della spiaggia emersa derivano dalle indagini eseguite nell'ambito dello studio di cui al rif. [2].

Nella Fig. 2.5 sono riportate le posizioni dei punti in cui sono stati prelevati i campioni da analizzare. Per ciascun campione è stata compiuta l'analisi tessiturale dei sedimenti, per definirne le dimensioni medie.

Osservando le curve granulometriche restituite per i campioni C1-C9 si può dedurre che la spiaggia è costituita principalmente da sabbia grossolana, sabbia con ghiaia.

Sulla base di queste informazioni sono stati definiti i parametri granulometrici, utilizzando il rif. [4] ed in particolare gli elementi riportati in Fig. 2.8 che saranno utilizzati nelle elaborazioni seguenti, finalizzate allo studio della dinamica del litorale.

In particolare si è scelta una dimensione caratteristica dei sedimenti (D50) pari ad 1,5 mm (cfr Fig. 2.9).



Fig. 2.5 Porto di Tremestieri. Ubicazione dei punti di campionamento
(fonte: rif. [2])

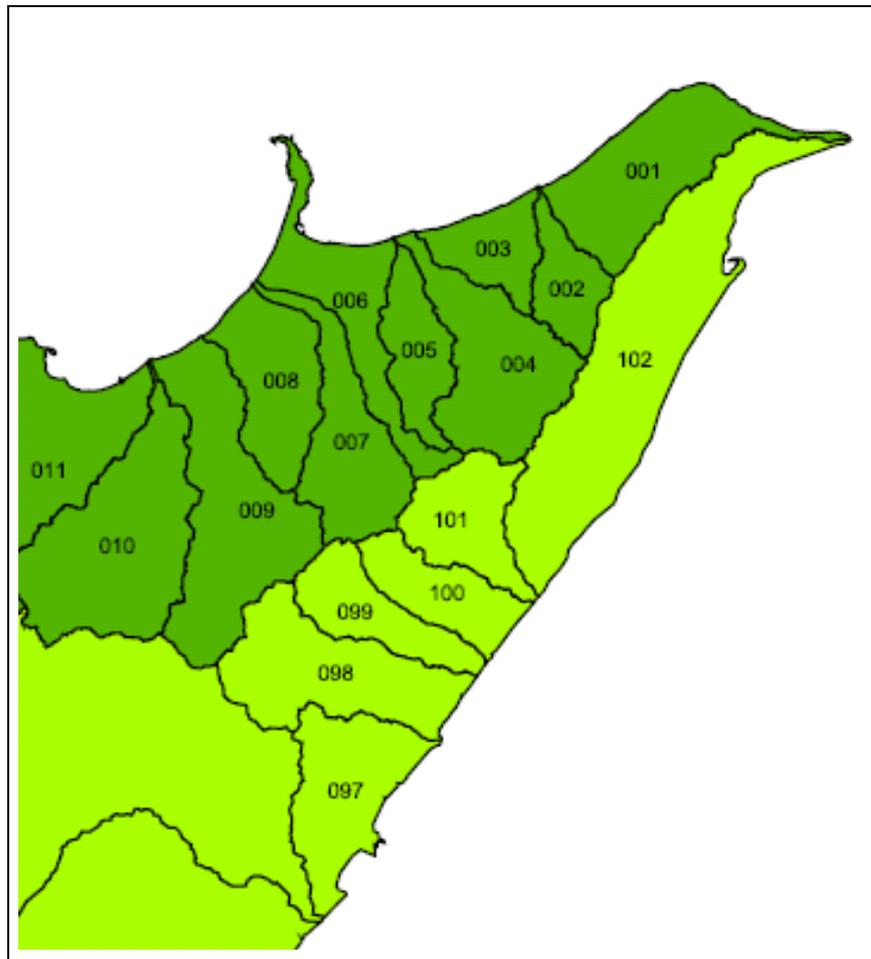


Fig. 2.6 Bacini idrografici, 102: bacino T.te Fiumedinisi - Capo Peloro
(fonte: rif. [1])

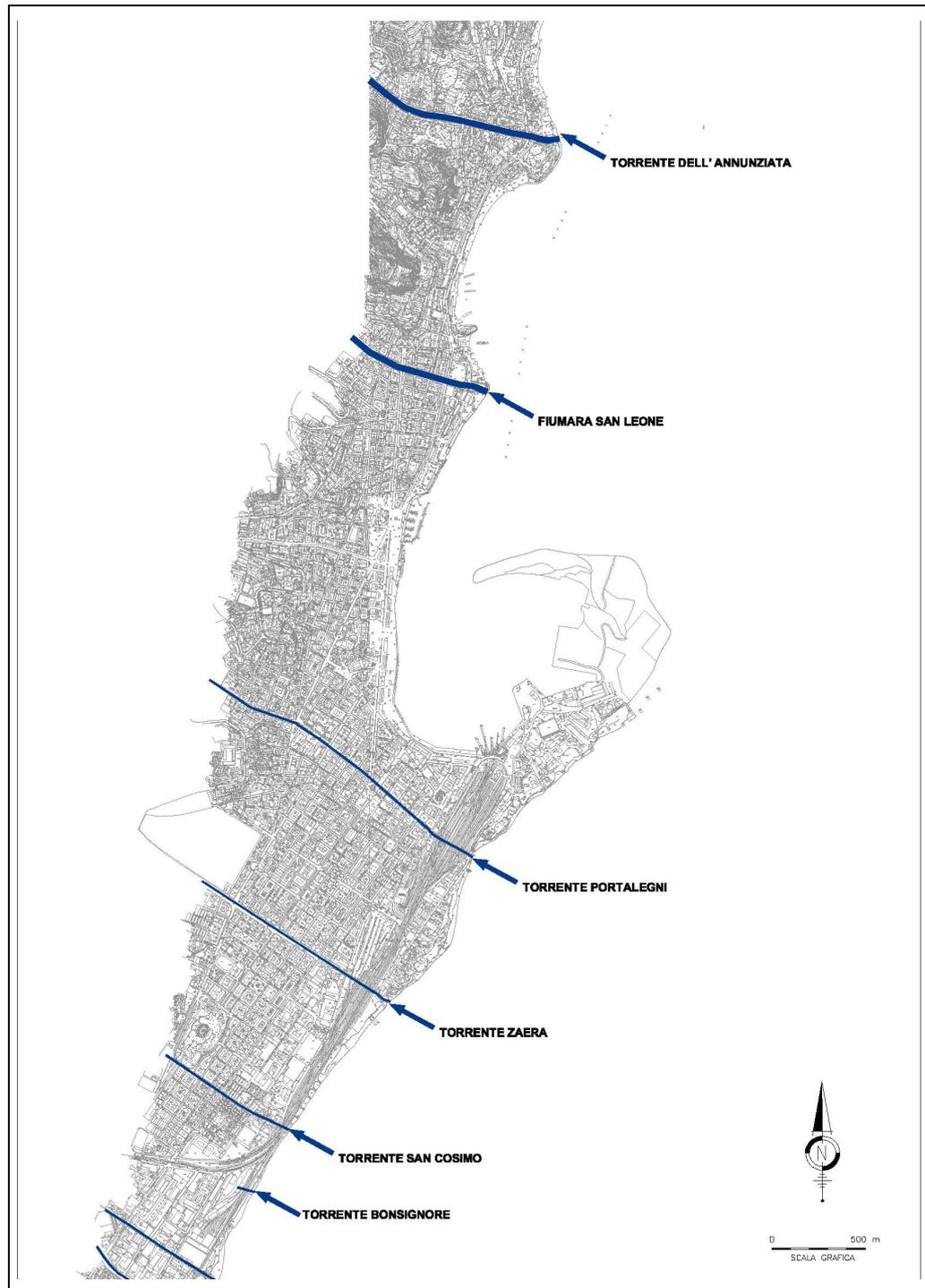


Fig. 2.7a Reticolo idrografico ambito di Messina

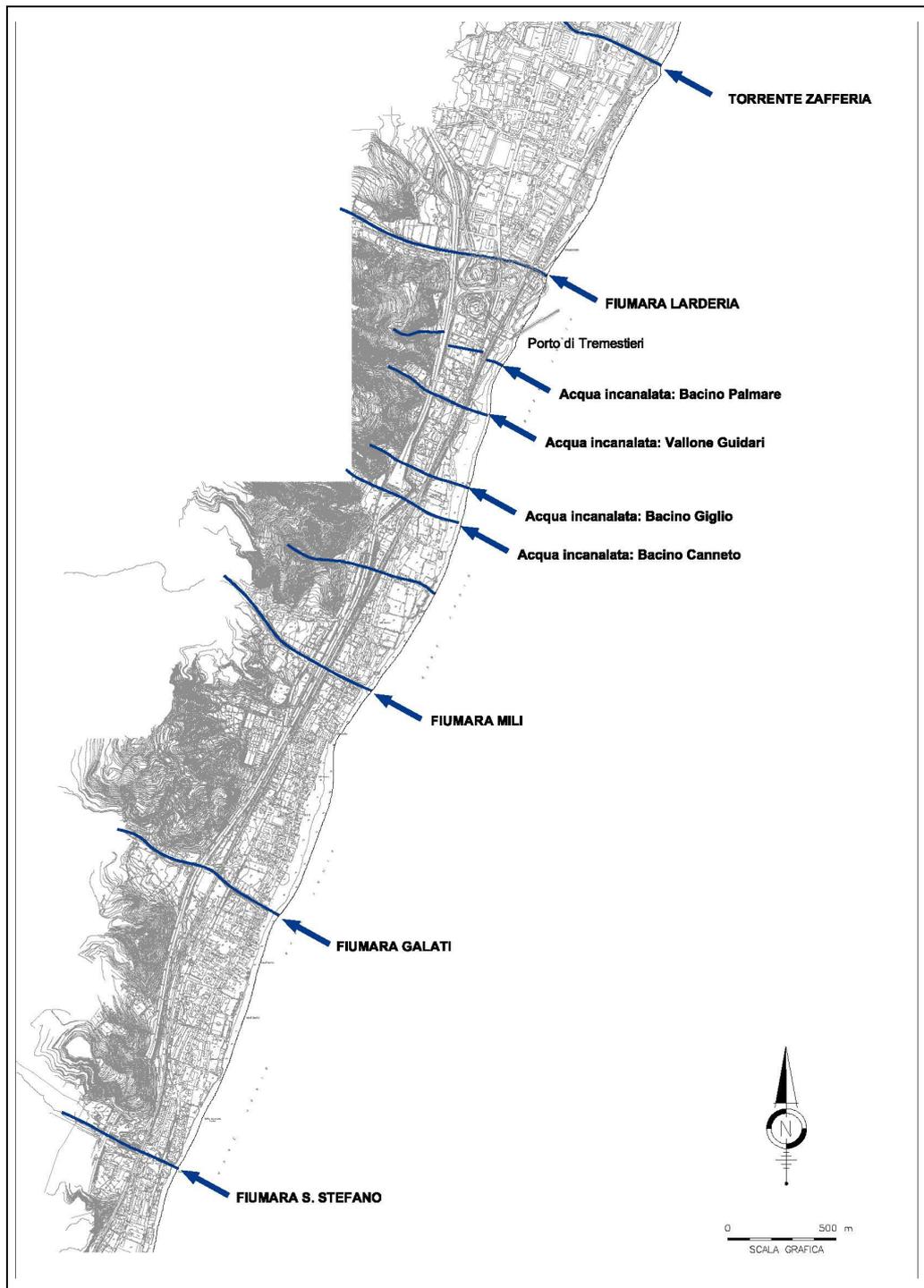


Fig. 2.7b Reticolo idrografico ambito di Tremestieri

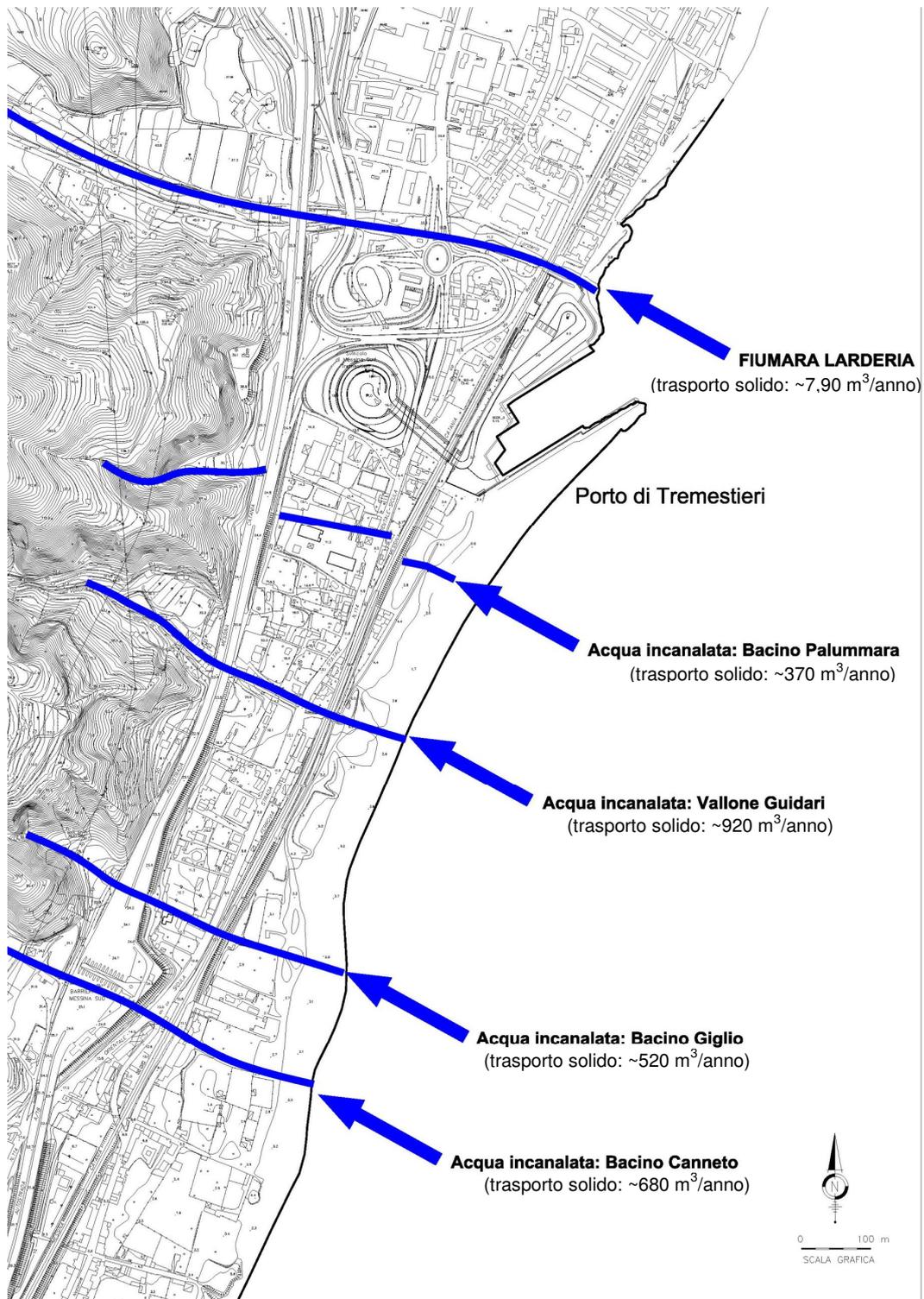


Fig. 2.7c Corsi d'acqua nel bacino idrografico di riferimento e relativi valori del trasporto solido

Table III-1-2 Sediment Particle Sizes							
ASTM (Unified) Classification ¹	U.S. Std. Sieve ²	Size in mm	Phi Size	Wentworth Classification ³			
Boulder	12 in. (300 mm)	4096.	-12.0	Boulder			
		1024.	-10.0				
Cobble	3 in. (75 mm)	256.	-8.0	Large Cobble			
		128.	-7.0	Small Cobble			
		107.64	-6.75				
		90.51	-6.5				
		76.11	-6.25				
Coarse Gravel	3/4 in. (19 mm)	64.00	-6.0	Very Large Pebble			
		53.82	-5.75				
		45.26	-5.5				
		38.05	-5.25	Large Pebble			
		32.00	-5.0				
		26.91	-4.75				
		22.63	-4.5				
Fine Gravel	4 (4.75 mm)	19.03	-4.25	Medium Pebble			
		16.00	-4.0				
		13.45	-3.75	Small Pebble			
		11.31	-3.5				
		9.51	-3.25				
		8.00	-3.0				
		6.73	-2.75				
		5.66	-2.5				
		4.76	-2.25				
		Coarse Sand	10 (2.0 mm)		4.00	-2.0	Granule
3.36	-1.75						
2.83	-1.5			Very Coarse Sand			
2.38	-1.25						
2.00	-1.0						
1.68	-0.75						
1.41	-0.5						
1.19	-0.25						
1.00	0.0						
Medium Sand	40 (0.425 mm)				0.84	0.25	Coarse Sand
		0.71	0.5				
		0.59	0.75	Medium Sand			
		0.50	1.0				
		0.420	1.25				
		0.354	1.5				
		0.297	1.75				
		0.250	2.0				
		0.210	2.25				
		Fine Sand	200 (0.075 mm)		0.177	2.5	Fine Sand
0.149	2.75						
0.125	3.0			Very Fine Sand			
0.105	3.25						
0.088	3.5						
0.074	3.75						
Fine-grained Soil: Clay if $PI \geq 4$ and plot of PI vs. LL is on or above "A" line and the presence of organic matter does not influence LL . Silt if $PI < 4$ and plot of PI vs. LL is below "A" line and the presence of organic matter does not influence LL . (PI = plasticity limit; LL = liquid limit)	400				0.0625	4.0	Coarse Silt
					0.0526	4.25	
					0.0442	4.5	Medium Silt
					0.0372	4.75	
		0.0312	5.0				
		0.0156	6.0				
		0.0078	7.0				
		0.0039	8.0				
		0.00195	9.0				
		0.00098	10.0				
Colloids		0.00049	11.0				
		0.00024	12.0				
		0.00012	13.0				
		0.000061	14.0				

¹ ASTM Standard D 2487-92. This is the ASTM version of the Unified Soil Classification System. Both systems are similar (from ASTM (1994)).

² Note that British Standard, French, and German DIN mesh sizes and classifications are different.

³ Wentworth sizes (in mm) cited in Krumbein and Sloss (1963).

Fig. 2.8 Caratteristiche granulometriche - Coastal Engineering Manual, Part III: Coastal Sediment Processes

(fonte: rif. [4])

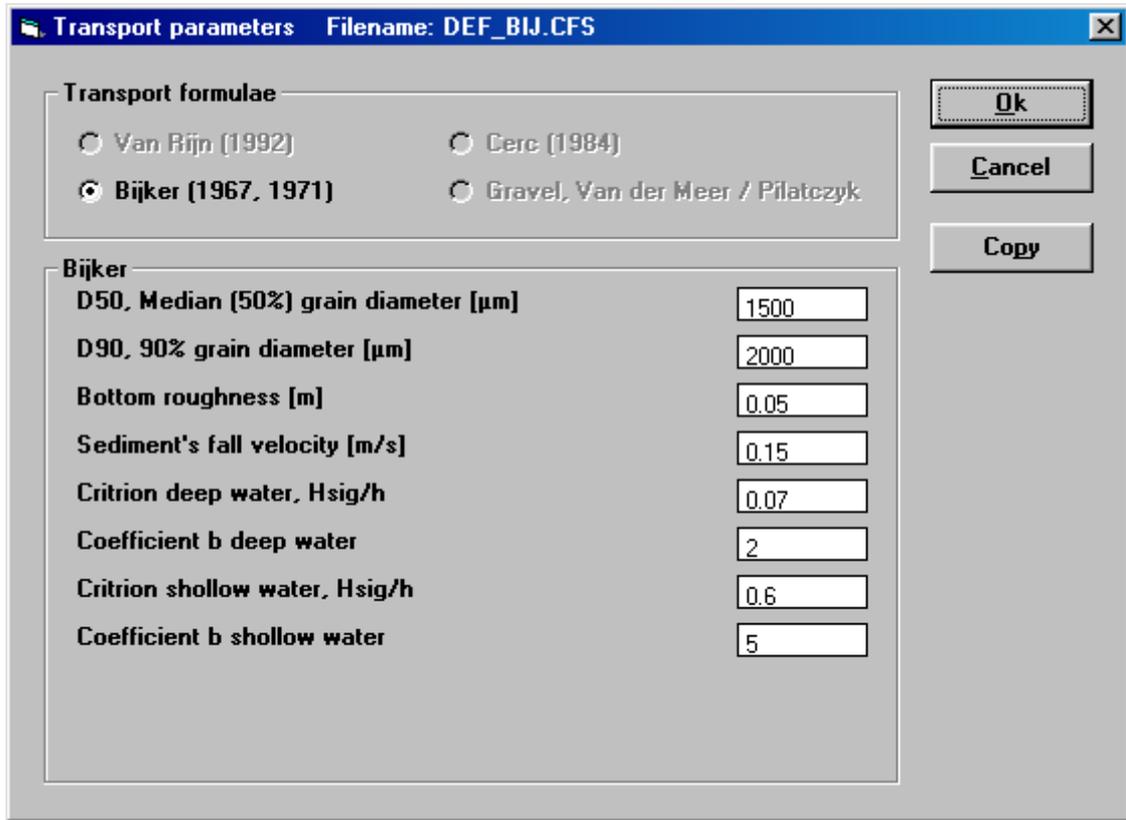


Fig. 2.9 Tremestieri: parametri di trasporto caratteristici dei sedimenti utilizzati nella modellazione matematica

2.7. Agibilità nautica

Nel periodo da marzo – inizio della attività di traghettamento – a dicembre 2006 non si sono verificati inconvenienti significativi per quanto riguarda la agibilità nautica dei nuovi approdi, in termini sia di problemi per le manovre di entrata ed uscita sia di comportamento all'accosto.

La positiva esperienza registrata nel suddetto periodo di osservazione non può essere ritenuta del tutto significativa per l'esercizio futuro, anche perché riferita a condizioni estive e ad una stagione invernale alquanto anomala e complessivamente favorevole.

2.8. Agitazione interna agli approdi esistenti

Con il modello matematico DIFFRAC (sviluppato da Delft Hydraulics) è stata studiata l'agitazione ondosa residua all'interno del bacino portuale esistente. Il modello calcola il comportamento idrodinamico conseguente alla penetrazione di un campo d'onde regolari ed unidirezionali all'interno di un bacino portuale di forma qualsiasi, tenendo conto dei fenomeni di diffrazione e riflessione nonché – in maniera schematica – di rifrazione.

Lo studio è stato eseguito nelle seguenti ipotesi, tratte – per quanto riguarda le condizioni del moto ondoso incidente – dall'Allegato D.1 "Studio meteomarino", cui si rimanda.

L'onda incidente ai confini del modello proveniente da grecale (cioè dalla direzione più sfavorevole in relazione alla conformazione ed all'orientamento della darsena), ha le seguenti caratteristiche, valutate in corrispondenza dei venti di maggiore intensità (18 m/s) registrati dal 1° quadrante alla stazione di Messina dalla Rete Mareografica Nazionale (RMN):

$$H_s = 0,7 \text{ m}$$

$$T_p = 3 \text{ sec}$$

Direzione di provenienza = 50°N

Gli elementi di confine del modello che rappresentano le opere sono caratterizzati da coefficienti di riflessione (R) variabili a seconda della natura dell'opera:

- mantellate esterne a scogliera: R = 30%
- mantellate interne a scogliera: R = 40%

- banchine a parete verticale con sistemi antiriflettenti: $R = 40\%$

La Fig. 2.10 presenta i risultati ottenuti. Si può notare che nel bacino portuale le onde penetrano praticamente indisturbate, come è ovvio se si considera che la direzione di provenienza delle onde incidenti è praticamente parallela all'asse della darsena. La presenza di accorgimenti che riducono il coefficiente di riflessione delle banchine perimetrali contribuisce – nelle ipotesi fatte – ad attenuare i fenomeni di amplificazione dell'escursione del livello che si verificherebbero se le banchine fossero costituite da semplici pareti verticali (il cosiddetto *clapotis*).

L'agitazione ondosa residua rimane comunque contenuta entro limiti accettabili per la permanenza all'ormeggio delle navi-traghetto che fanno (e faranno) scalo agli approdi esistenti.

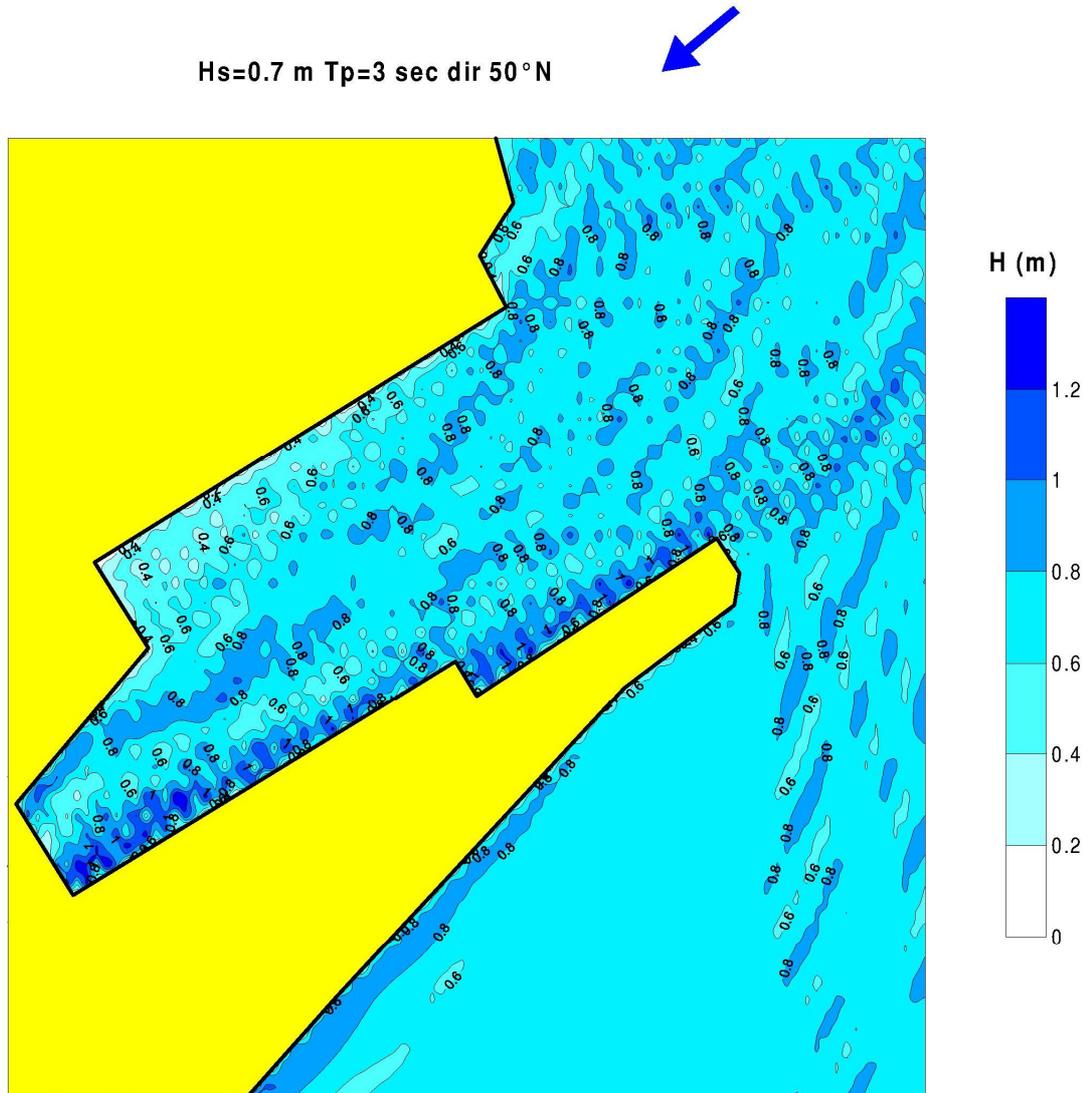


Fig. 2.10 Porto di Tremestieri. Agitazione ondosa all'interno degli approdi esistenti

2.9. Batimetria

Nel marzo 2007 è stato eseguito dalla società ENVITEK per conto dell'Autorità Portuale il rilievo batimetrico dell'intera area interessata dagli interventi previsti dal PRP, ovvero del tratto di costa che va dal torrente Lardereria a nord a poco oltre il vallone Cannelto a sud.

Il rilievo è stato esteso sino alla batimetria -40 m. In Fig. 2.11 esso è riportato in scala ridotta mentre nelle successive Figure 2.12 e 2.13 sono riportati alcuni profili rappresentativi del tratto di costa in oggetto.

Osservando i profili è possibile notare che:

- nel tratto di costa a nord del porto esistente (profilo A) la pendenza del fondale è dolce (circa 8%) sino alla batimetria -10 m; oltre, la pendenza diviene accentuata (circa 40%) ed i fondali raggiungono rapidamente la batimetria -40 m. In questo tratto la spiaggia emersa è praticamente inesistente e la costa è protetta dalle mareggiate da alcune barriere rigide (scogliere) realizzate negli anni '70-'80;
- nel tratto di costa immediatamente a sud del porto (profilo B) la spiaggia emersa, generatasi anche a causa della realizzazione dell'opera di difesa (sopraflutto) dell'approdo esistente e del conseguente blocco del trasporto solido litoraneo, ha una larghezza significativa, circa 100-125 m. I fondali mostrano un andamento regolare con una pendenza media pressoché costante pari a circa il 20%;
- nel successivo tratto di costa (profilo C) la spiaggia emersa mantiene una larghezza significativa (100-125 m) mentre i fondali assumono un andamento più complesso ove la parte più caratterizzante è quella che va dalla -7 m alla -10 m. Lì la pendenza risulta essere pari a solo il 6-7% (ovvero la meno pronunciata dell'intero ambito del rilievo) mentre, oltre la -10 m, diviene molto elevata (circa il 40-50%);
- nell'ultimo tratto di costa, il più a sud (profilo D), i fondali tornano ad avere un andamento più regolare (più simile a quello del profilo B) ma la pendenza media è assai più marcata essendo pari a circa il 40%.

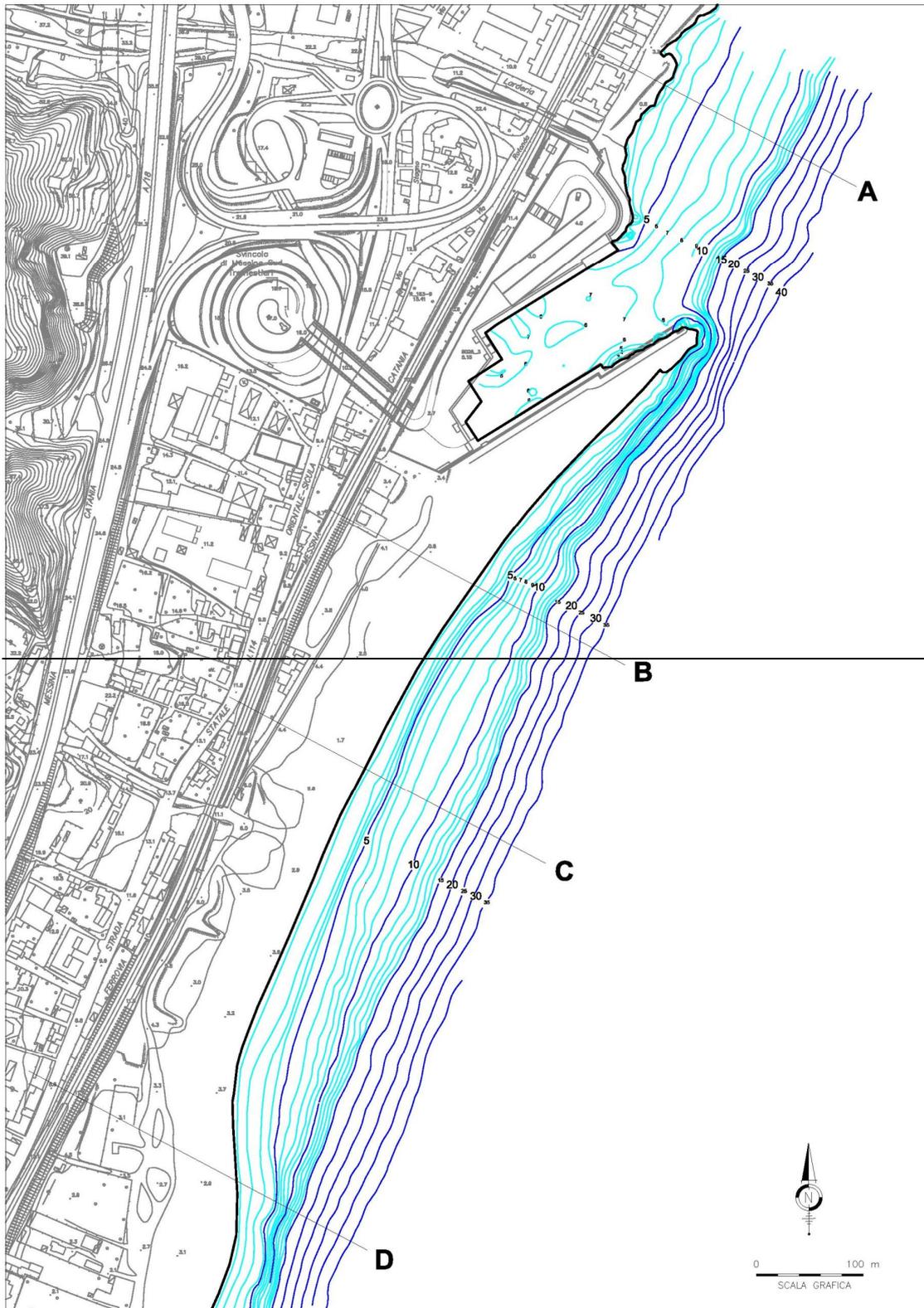
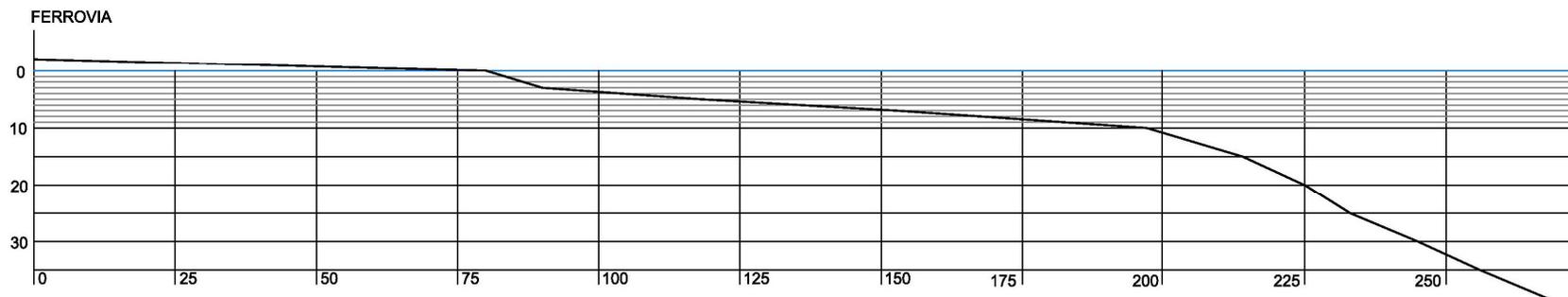


Fig. 2.11 Porto di Tremestieri. Rilievo batimetrico del marzo 2007

PROFILO A



PROFILO B

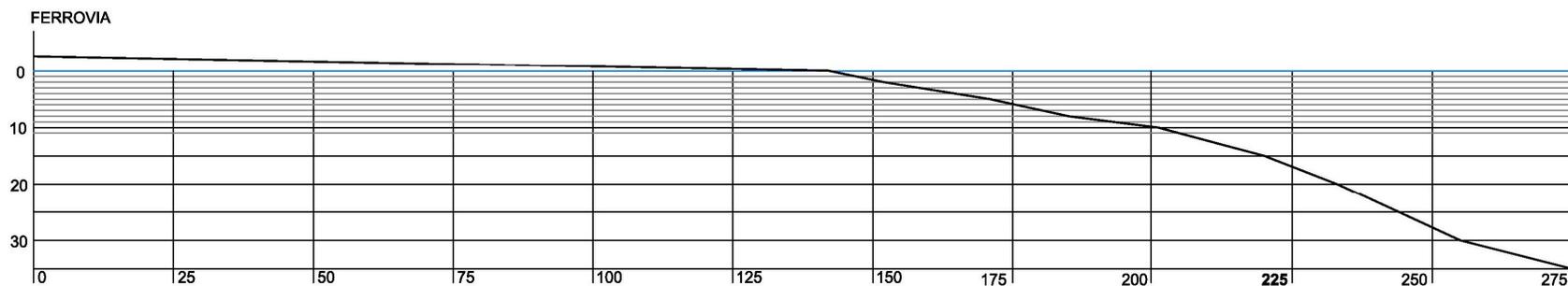
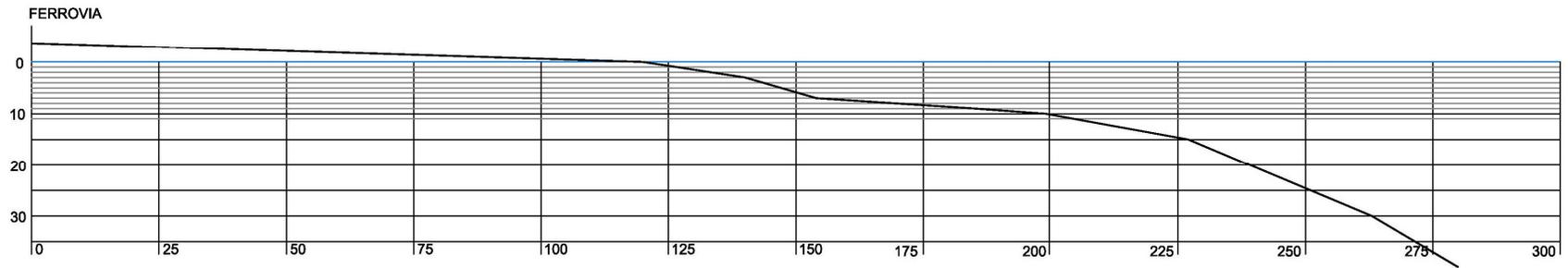


Fig. 2.12 Tremestieri. Profili A e B da rilievo batimetrico del marzo 2007

PROFILO C



PROFILO D

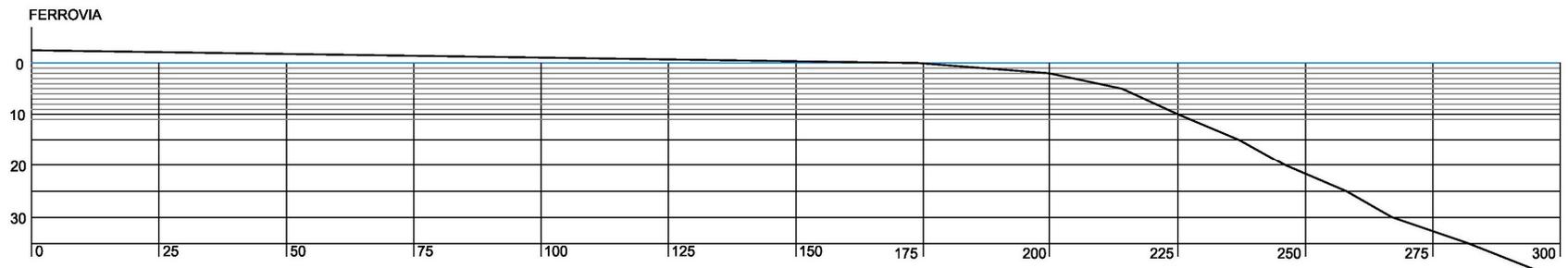


Fig. 2.13 Tremestieri. Profili C e D da rilievo batimetrico del marzo 2007

2.10. Dinamica del litorale

2.10.1. Fonti di informazione e modelli utilizzati

Nel seguito vengono richiamati in sintesi i dati base e le fonti di informazione disponibili ed utilizzate per analizzare i diversi aspetti dei fenomeni morfologici.

Caratteristiche morfologiche e sedimentologiche del litorale

- rilievo batimetrico eseguito nel marzo 2007 per conto dell’Autorità Portuale;
- sondaggi tratti dal Rif. [2];
- rilievo batimetrico del 2002 fornito dall’Autorità Portuale di Messina e relativo ad una condizione antecedente la costruzione dell’approdo. ;
- sopralluoghi locali con documentazione fotografica eseguiti per esaminare lo stato della spiaggia e delle opere ed infrastrutture esistenti.

Evoluzione recente del litorale

- confronto delle linee di costa 1976 - 1985 - 1998 realizzato nell’ambito del Rif. [1];
- linea di costa da rilievo aerofotogrammetrico del 2002;
- linea di costa da rilievo eseguito nel marzo del 2007 per conto dell’Autorità Portuale;

Caratteristiche meteomarine

- dati ed analisi contenuti nell’ elaborato “Studio Meteomarino” del PRP di Messina e Tremestieri (Allegato D.1 al “Quadro conoscitivo e previsionale”).

Apporti solidi fluviali

- stima degli apporti solidi eseguita mediante la formula di Gavrilovic (cfr. par 2.6.3)

Unità fisiografica

- analisi a grande scala tratta dal Rif. [1].

Dinamica del litorale

I modelli matematici utilizzati per lo studio della dinamica del litorale sono quelli che compongono il codice denominato UNIBEST, sviluppato dal Laboratorio Idraulico di Delft.

Il codice integra quattro diversi moduli:

- il modello di propagazione ENDEC, che calcola le trasformazioni che le diverse componenti del moto ondoso subiscono nella propagazione lungo il profilo effettivo del fondale. I fenomeni di cui il programma tiene conto sono la rifrazione, lo *shoaling*, le perdite di energia per effetto dell'attrito sul fondo e dei fenomeni di frangimento. I risultati comprendono i parametri caratteristici del moto ondoso irregolare, il *wave set up* e le correnti lungo il profilo del fondale.
- Il modulo denominato UNIBEST LT (*littoral transport*) consente di analizzare l'entità e la distribuzione con la profondità del trasporto longitudinale. Possono essere utilizzate diverse formule di trasporto in relazione alle caratteristiche locali di configurazione dei fondali e granulometria (fondale di Bijker, Van Rijn, formule per il trasporto di ghiaie).
- Il modulo denominato UNIBEST CL (*coastline*) integra i risultati dei moduli precedenti e permette di simulare l'evoluzione della linea di costa introducendo anche gli effetti di opere e di apporti o asportazioni locali di materiali dovuti a fiumi o interventi antropici.
- Il modulo UNIBEST TC (*crossshore transport*) permette di valutare l'evoluzione del profilo trasversale della spiaggia in risposta ad eventi combinati di moto ondoso e marea. Vengono calcolati l'evoluzione della forma del profilo ed il trasporto trasversale.

2.10.2. Evoluzione recente del litorale

Il litorale in oggetto, che comprende il settore di costa tra la località di Mili Marina a sud e la località Larderìa a nord, è stato suddiviso in tre tratti (A, B e C procedendo da sud verso nord) a comportamento omogeneo, per rendere il confronto tra le linee di costa maggiormente efficace.

Nel seguito sono illustrate le principali considerazioni emerse dalla lettura delle Figg. 2.14, 2.15 e 2.16.

Figura 2.15 - Confronto linee di costa 1976 – 1985 (fonte: Rif. [1])

In generale tra il 1976 ed il 1985 si è verificato un diffuso fenomeno di accumulo di materiale, maggiormente significativo nella zona nord del litorale in oggetto; nello specifico:

- il tratto A presenta discreti fenomeni di avanzamento della linea di costa che raggiungono i 25 m nel punto di maggiore accumulo. Complessivamente il fenomeno interessa una superficie pari a circa 4.700 m²;
- il tratto B presenta fenomeni di accumulo significativi, localizzati particolarmente nella zona appena a sud del vallone Guidari. L'avanzamento della linea di costa raggiunge i 35 m e la superficie di spiaggia aumenta di circa 7.300 m³;
- nel tratto C l'avanzamento del litorale è dello stesso ordine di grandezza dei tratti precedenti (20-30 m) ma ha un carattere più continuo ed interessa quindi superfici maggiori, pari circa a 15.200 m²;

Figura 2.15 - Confronto linee di costa 1985 – 1998 (fonte: Rif. [1])

Tra il 1985 ed il 1998 si registra una inversione di tendenza nel tratto più a nord che passa da una decisa tendenza all'avanzamento ad una tendenza all'erosione. L'accumulo diventa invece maggiormente significativo nel tratto centrale mentre nel tratto più a sud si ha una sostanziale situazione di equilibrio; nello specifico:

- nel tratto A non si possono osservare significative variazioni della posizione della linea di costa;
- nel tratto B, sempre in prossimità del vallone Guidari l'accumulo diviene di una certa importanza interessando una superficie di circa 21.700 m². L'avanzamento raggiunge il valore di 75 m, cioè in media di ben 25 m all'anno;
- il tratto C presenta una generale tendenza erosiva con un arretramento medio pari a circa 15 m ed una superficie interessata dai fenomeni pari a circa 8.200 m²;

Figura 2.16 - Confronto linee di costa 1998 – 2002 (fonte: Rif. [1] e rilievo aerofotogrammetrico)

In questa finestra temporale (di soli 4 anni) la costa non manifesta particolari tendenze di accumulo o erosione del materiale. Prevala una certa tendenza all'arretramento della linea di riva con valori però sempre mediamente inferiori ai 10 metri.

Figura 2.16 - Confronto linee di costa 2002 – 2007 (fonte: rilievo aerofotogrammetrico 2002 e rilievo batimetrico 2007)

Pur essendo anche questa finestra temporale di soli 5 anni, sono evidenti gli effetti della costruzione del nuovo porto di Tremestieri soprattutto nei tratti di costa B (immediatamente a sud del sopraflutto del porto) e C (immediatamente a nord del porto). In particolare:

- nel tratto A non si osservano significative variazioni della posizione della linea di costa;
- nel tratto B si possono osservare due zone a comportamento opposto: nella prima, a sud del vallone Guidari, si ha una tendenza all'erosione del litorale con arretramento medio della linea di costa pari a circa 20 m su una superficie di 8.100 m²; nella seconda si ha una marcata tendenza all'accumulo di materiale a ridosso del molo di sopraflutto del nuovo porto. L'ordine di grandezza di questo avanzamento è di 40 metri ed è esteso ad una superficie di circa 12.800 m²;
- nel tratto C a nord del nuovo porto le opere rigide (scogliere) poste a protezione dei centri abitati impediscono che i fenomeni erosivi possano svilupparsi ulteriormente.



Fig. 2.14 Tremestieri: evoluzione del litorale

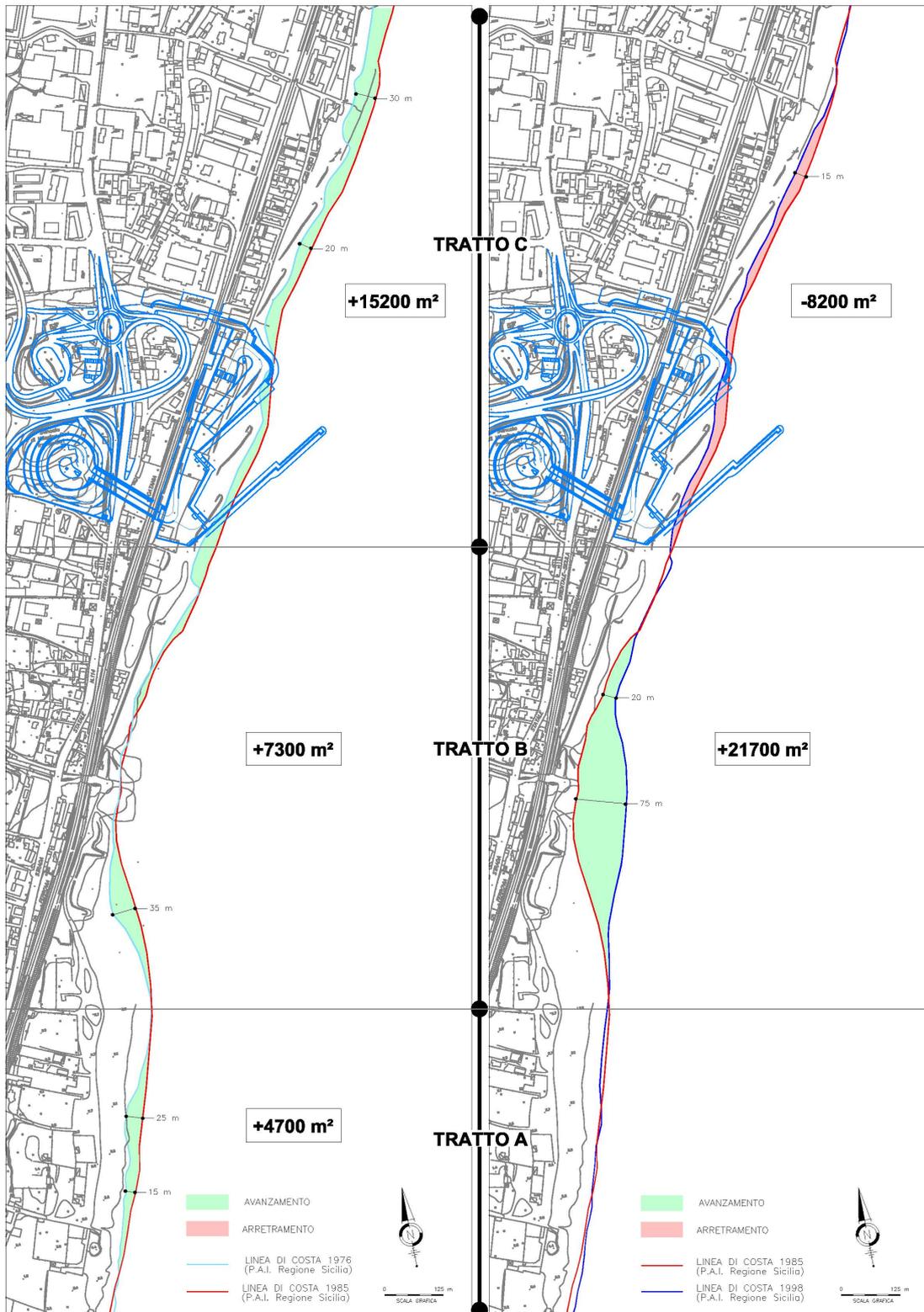


Fig. 2.15 Tremestieri: confronto linee di costa 1976-1985 e 1985-1998

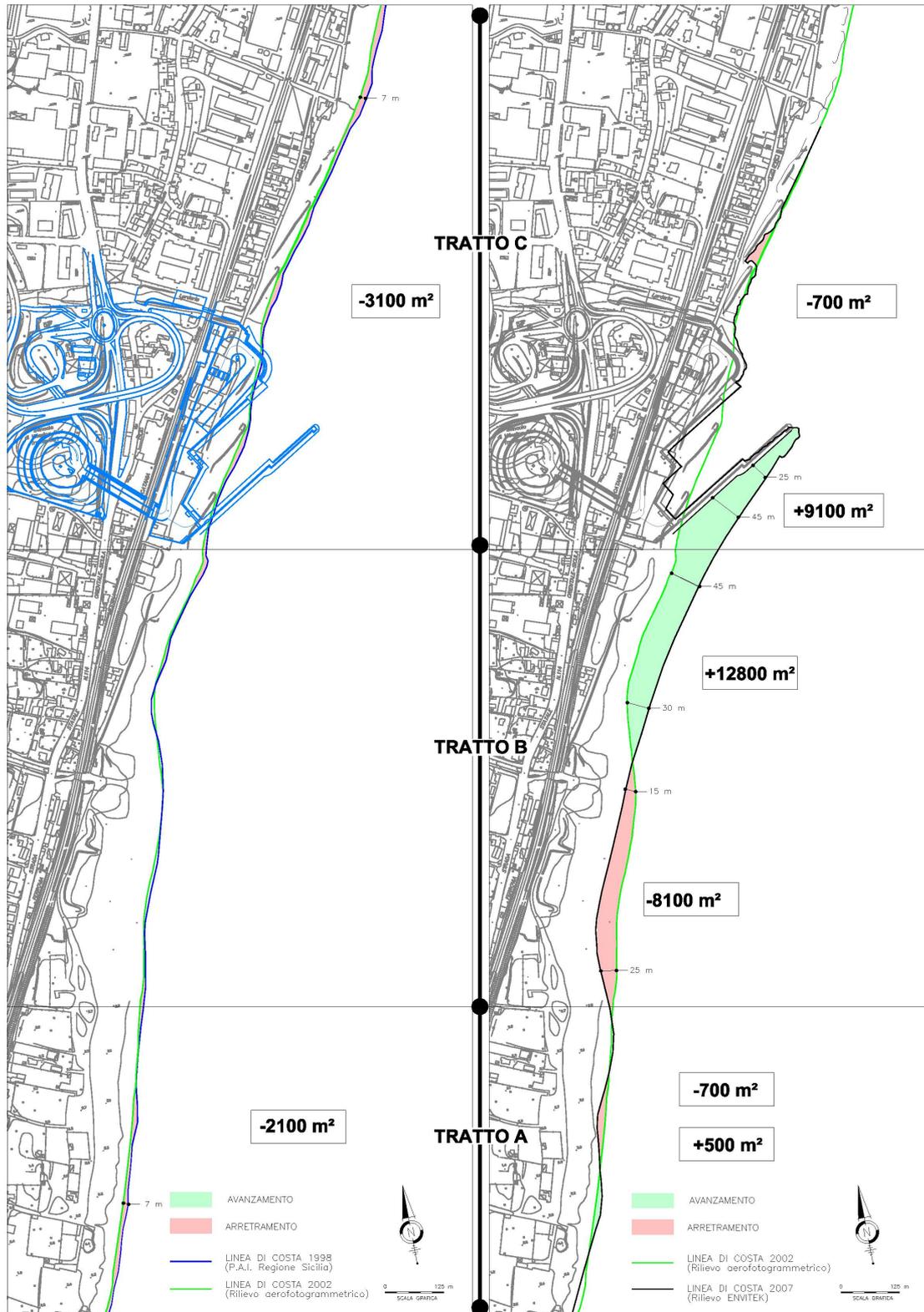


Fig. 2.16 Tremestieri: confronto linee di costa 1998-2002 e 2002-2007

2.10.3. Studio con modello matematico dell'evoluzione recente

Generalità

Lo studio con il modello matematico UNIBEST è stato eseguito per il tratto di costa compreso tra la località Mili Marina a sud ed il litorale della località Larderia a nord.

Il modello è stato applicato per valutare la capacità di trasporto litoraneo longitudinale associabile a questo tratto di costa.

Osservando l'evoluzione della costa 2002-2007 dedotta dai confronti dei rilievi a disposizione (Fig. 2.16) si può notare (cfr paragrafo successivo) come il volume di materiale che si è accumulato (stimato moltiplicando le superfici interessate dai fenomeni di accrescimento/erosione per una profondità "di chiusura" di 10 m) nei 5 anni di osservazione a sud del molo di sopraflutto del porto di Tremestieri, risulti nettamente maggiore rispetto al volume eroso nella zona immediatamente più a sud.

Mediante il confronto tra i rilievi del 2002 e del 2007 delle medesime zone di accumulo ed erosione si è valutato il bilancio di sedimenti (tenendo conto degli apporti fluviali e delle inevitabili perdite dei sedimenti verso il largo) che ha permesso di verificare il valore di trasporto solido potenziale calcolato mediante il modello matematico.

Calibrazione del modello

Il modello per il calcolo della capacità di trasporto longitudinale di sedimenti è stato impostato con i seguenti dati di ingresso:

- clima locale di moto ondoso al confine del modello (batimetria -20) ricavato dallo Studio Meteomarinò (Allegato D.1 al "Quadro conoscitivo e previsionale" del PRP);
- profili batimetrici caratteristici; nel modello sono state introdotte le forme caratteristiche del profilo del fondale nelle varie zone, utilizzando i risultati dei rilievi realizzati nel 2002;
- caratteristiche granulometriche dei sedimenti: basandosi sulle indagini realizzate nel 2002 nell'ambito del Rif. [2] discusse nel paragrafo 2.6.4 si è adottato un diametro $D_{50} = 1,5$ mm come valore rappresentativo dell'area in esame;
- formulazione del trasporto: è stata utilizzata la formula di Bijker

Trasporto solido longitudinale

Il modulo LT del modello matematico utilizzato stima il trasporto solido longitudinale sulla base del clima ondoso locale, dei profili tipici della spiaggia sommersa, e dei parametri caratteristici dei sedimenti.

Nella Fig. 2.17 è visualizzata la posizione del profilo tipico utilizzato per il calcolo. In Fig. 2.18 sono riportate le schermate del modello relative alle caratteristiche geometriche del profilo utilizzato per il calcolo del trasporto longitudinale. I parametri caratteristici dei sedimenti sono mostrati nella Fig. 2.9.

La Fig. 2.19 mostra i risultati (output) del modello matematico. Come è possibile osservare nella figura il trasporto litoraneo netto è caratterizzato da un valore piuttosto contenuto (circa 20.000 m³/anno) ed ha una direzione ben definita da sud verso nord, in accordo con quanto effettivamente verificatosi nello spazio temporale analizzato (2002-2007).

Sovrastimato (rispetto al reale comportamento riscontrato) appare l'angolo di equilibrio della normale alla costa ricavato dai calcoli del modello probabilmente a causa delle difficoltà del modello stesso a simulare il comportamento dei materiali effettivamente costituenti la spiaggia, caratterizzati da una elevata frazione ghiaiosa.

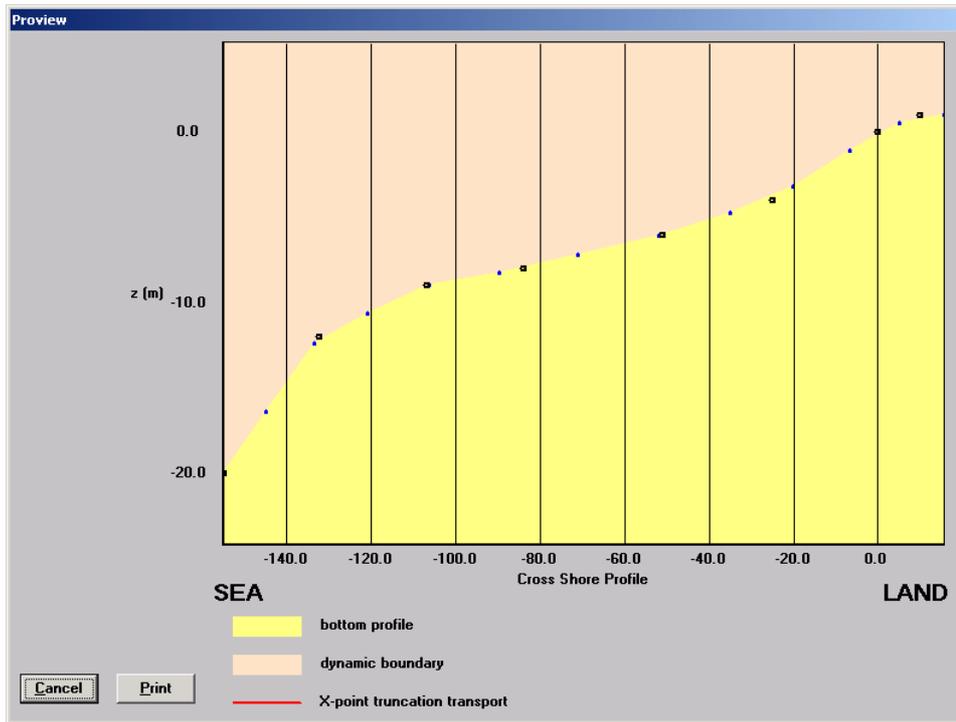
Bilancio dei sedimenti

La Fig. 2.20 illustra i risultati del bilancio dei sedimenti per l'area in esame riferito al periodo analizzato (2002-2007). I quantitativi dei volumi riportati, dedotti in base alle trasformazioni subite dai profili longitudinali (cfr. Figg. 2.21-2.22) nel corso del quinquennio di osservazione, risultano congruenti con i volumi di trasporto potenziale calcoli dal modello.



Fig. 2.17 Tremestieri: ubicazione del profilo trasversale utilizzato per il calcolo del trasporto longitudinale

(batimetria indicativa precedente alla costruzione degli approdi esistenti)



profilo 2

Fig. 2.18 Tremestieri: sezione utilizzata per il calcolo del trasporto longitudinale

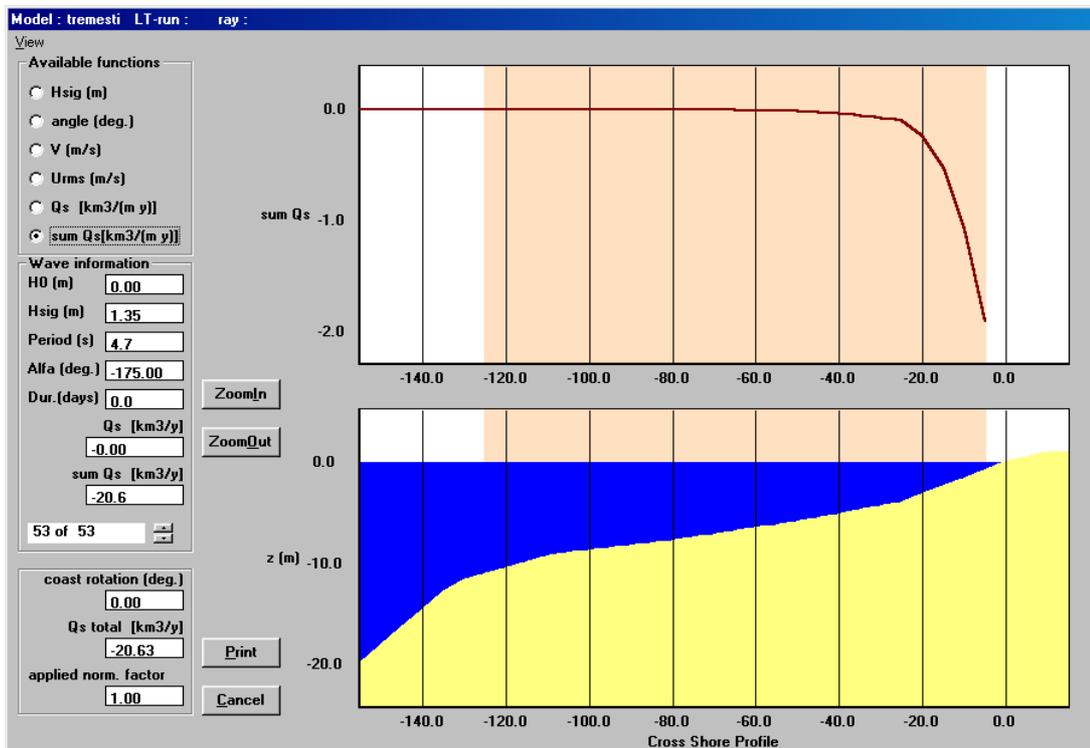
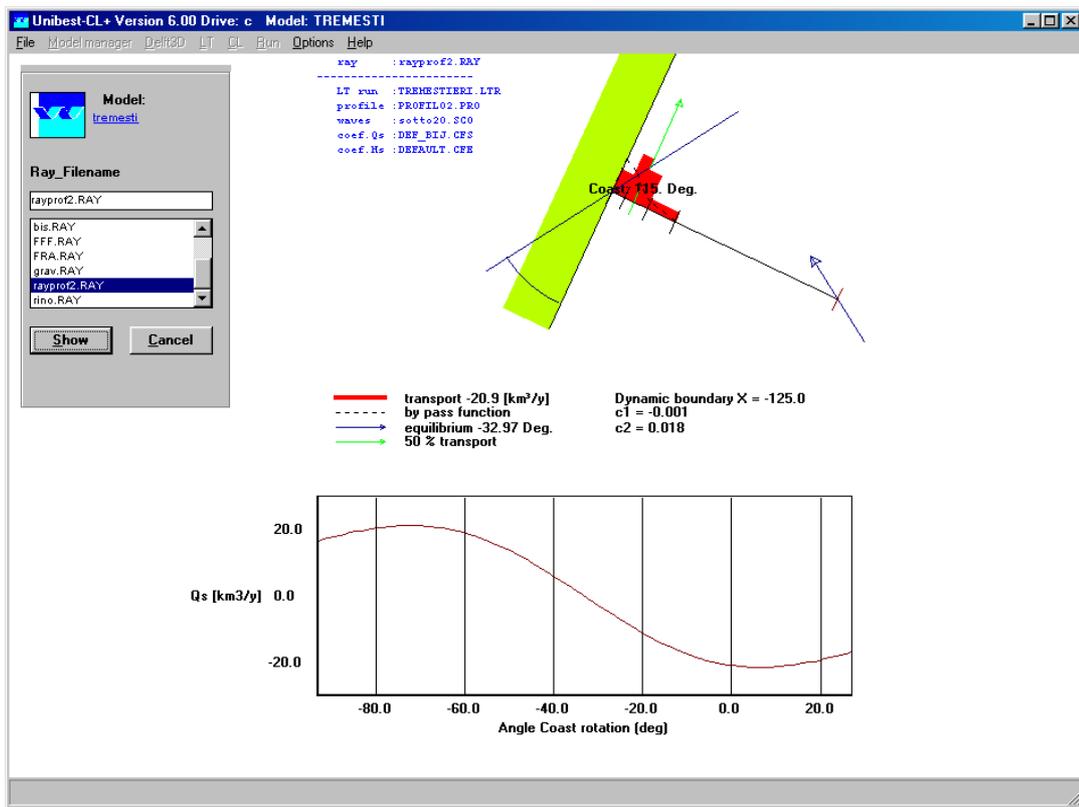


Fig. 2.19 Tremestieri: output del modello matematico per il calcolo del trasporto solido longitudinale nelle sezioni di calcolo

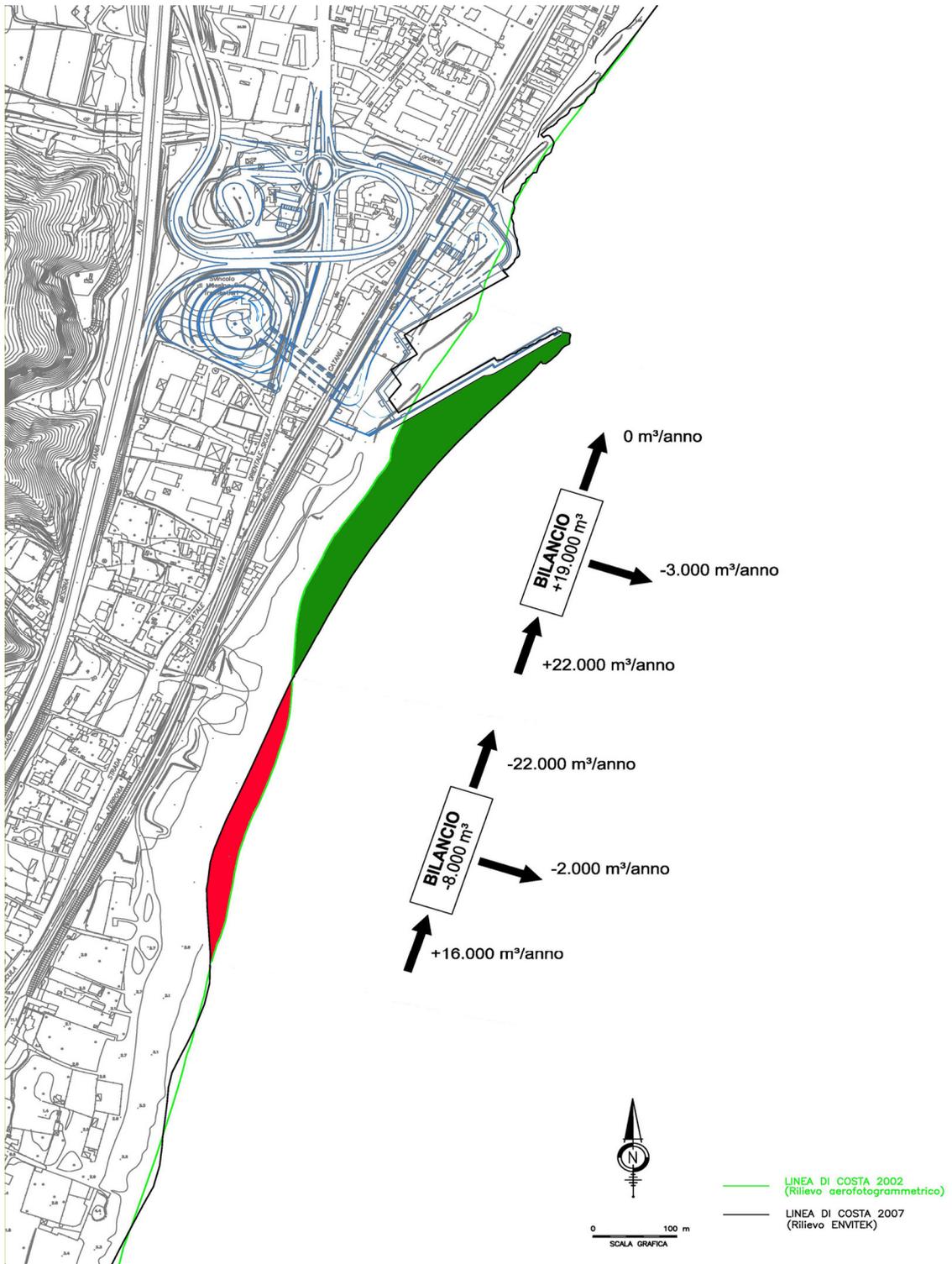


Fig. 2.20 Tremestieri: bilancio dei sedimenti

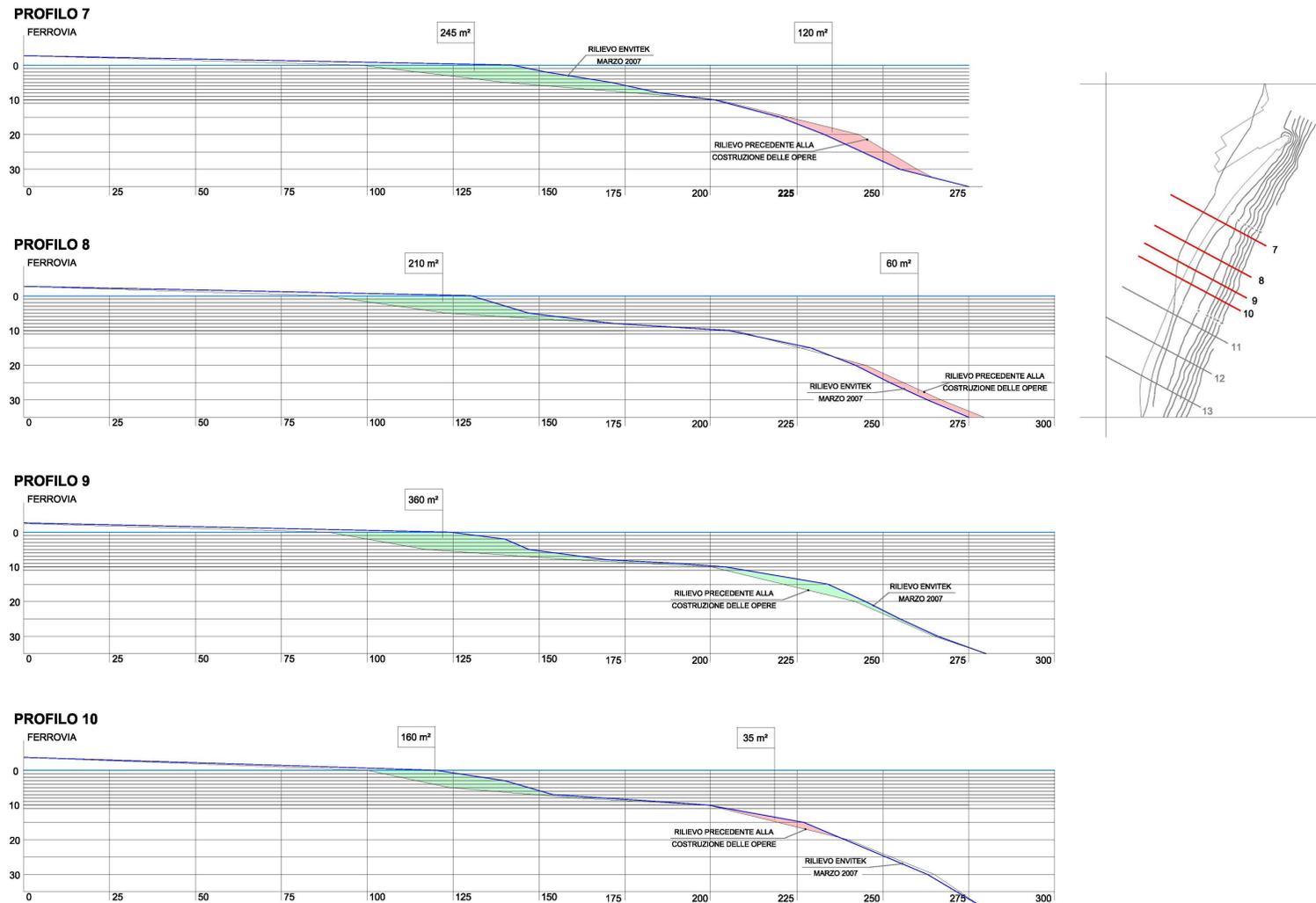


Fig. 2.21 Tremestieri: confronto sezioni rilievi batimetrici 2002 2007

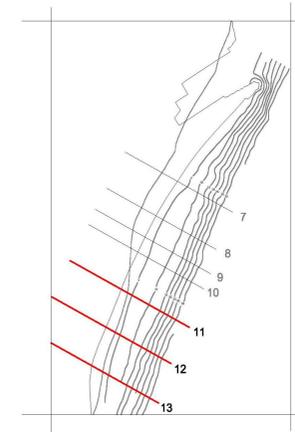
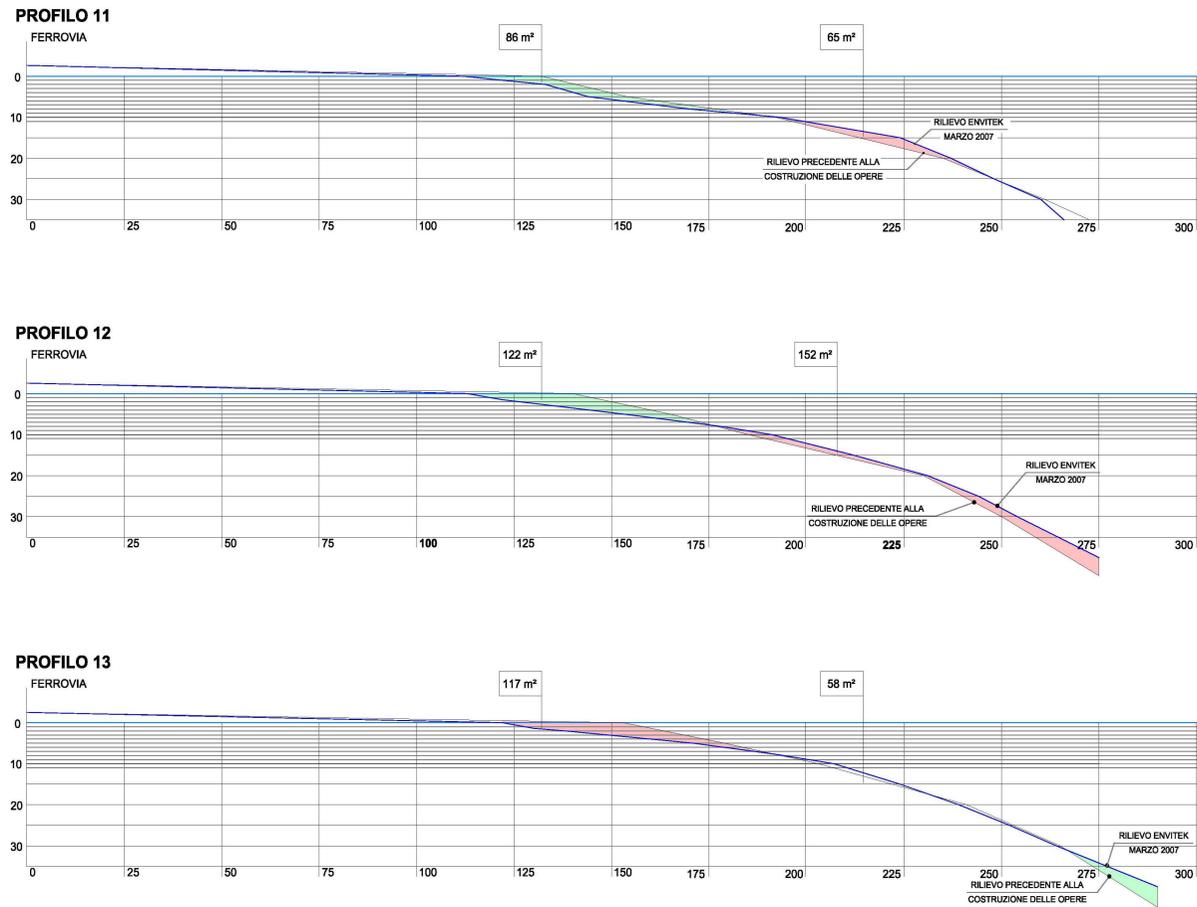


Fig. 2.22 Tremestieri: confronto sezioni rilievi batimetrici 2002 2007

2.10.4. Tendenze evolutive in assenza di interventi

Nei precedenti paragrafi l'evoluzione del litorale è stata studiata sia attraverso l'analisi delle linee di costa disponibili, che coprono un arco temporale che si estende dal 1976 al 2007, che attraverso l'utilizzo di un modello matematico in grado di fornire indicazioni quantitative sui flussi di materiale trasportati longitudinalmente alla costa per effetto del moto ondoso.

Ne è emerso un quadro piuttosto complesso da interpretare sia per le caratteristiche naturali (quali la tessitura del materiale trasportato e la particolare conformazione della costa e del fondale nel tratto in oggetto), che per la presenza di interventi antropici (quali il posizionamento lungo la costa di alcuni elementi atti a contenerne l'erosione o, più recentemente, la costruzione del nuovo approdo di Tremestieri) ma del quale si possono comunque mettere in evidenza alcuni elementi, nel seguito riassunti, utili per inquadrare la prevedibile evoluzione del litorale in oggetto in assenza di ulteriori interventi:

- esaminando il periodo antecedente alla costruzione dell'approdo di Tremestieri (cfr. Fig. 2.15), è possibile osservare che, se dal 1976 al 1998 si era assistito ad una dinamica del litorale piuttosto significativa con una decisa tendenza ad un avanzamento della linea di costa nella zona a sud della fiumara Palummara (cfr. Fig. 2.7) ed una tendenza incerta (probabilmente per motivazioni di origine antropica) a nord della fiumara stessa, il quadriennio successivo 1998-2002 (cfr. Fig. 2.16) mostrava una condizione di sostanziale equilibrio, con variazioni della linea di costa irrilevanti nell'area in oggetto che, alla luce di quanto emerso dalle indagini eseguite, in assenza di ulteriori interventi, sarebbero presumibilmente rimaste tali anche negli anni a seguire;
- questa condizione di sostanziale equilibrio è stata ovviamente modificata dalla realizzazione del nuovo approdo di Tremestieri che con il suo sopraflutto ha determinato un blocco totale del trasporto solido litoraneo e quindi una condizione favorevole all'accumulo di questo materiale a sud dell'opera di difesa stessa (la direzione prevalente del trasporto è infatti diretta da sud verso nord) e, per converso, a causa del mancato apporto di materiali, una condizione di criticità nelle aree poste immediatamente a nord del nuovo approdo. Nel dettaglio, l'accumulo di materiale è stato complessivamente dell'ordine dei 110.000 m³, di cui una buona parte derivante probabilmente da una semplice redistribuzione di materiali "locali"

(cioè del materiale proveniente dall'erosione verificatasi a sud del vallone Guidari), e la restante parte frutto appunto del blocco del flusso longitudinale generato dal sopraflutto del nuovo approdo. L'erosione della costa a nord del porto è stata complessivamente significativa non tanto in termini quantitativi, ma in quanto tale da raggiungere e "mettere a nudo" le scogliere realizzate a protezione dei centri abitati negli anni '70-'80, confermando così il totale blocco di trasporto longitudinale esercitato dal sopraflutto;

- in merito all'effetto generato dalle opere di difesa dell'approdo di Tremestieri sul trasporto solido longitudinale, sono significativi sia gli esiti delle modellazioni matematiche eseguite nell'ambito dei presenti studi, che hanno mostrato come l'estensione massima del profilo attivo sia individuata dalla batimetrica -10 m, che i fenomeni di interrimento dell'imboccatura portuale che hanno reso necessaria la realizzazione del prolungamento del sopraflutto dell'approdo di Tremestieri mediante il quale la testata del sopraflutto è stata portata dalla batimetrica -7/8 m, alla batimetrica -10/12 m. Questo prolungamento ha in effetti eliminato i predetti problemi, garantendo la dispersione del trasporto solido longitudinale su fondali inattivi, come confermato dalla cessazione del fenomeno di accumulo di materiale a nord del sopraflutto;
- infine, il bilancio dei sedimenti valutato per il tratto di costa a sud del nuovo approdo di Tremestieri per il quinquennio 2002-2007 mediante il confronto dei profili rilevati (cfr. Figg. 2.21 e 2.22), risulta congruente con quanto ricavato dal modello matematico di calcolo del trasporto solido longitudinale, ovvero ne conferma la entità in circa 18.000-20.000 m³/anno.

Tutto ciò premesso, in merito alla evoluzione del litorale in assenza di ulteriori interventi di natura antropica (ovverosia non solo in assenza di nuove realizzazioni di infrastrutture portuali ma anche in assenza di interventi che riducano l'apporto di materiale solido da parte dei costituenti il reticolo idrografico di riferimento e/o della realizzazione di interventi di difesa costiera nel tratto di costa posto a sud della zona in oggetto) è possibile affermare che:

- il tratto a nord del sopraflutto del nuovo approdo di Tremestieri, avendo questo una estensione tale da costituire una barriera invalicabile al flusso verso nord del materiale trasportato longitudinalmente alla costa, costituisce ormai una unità fisiografica del tutto autonoma, che non potrà più essere influenzata da possibili mutamenti delle condizioni al contorno che avvengano nelle unità fisiografiche poste

a sud e che potrà quindi essere alimentata solo con apporti artificiali, “una tantum” o sistematici, con impiego di sistemi di bypass artificiale dei sedimenti e/o comunque tramite interventi di costante manutenzione.

Il mancato apporto ha già prodotto in questa unità fisiografica alcuni effetti visibili nel tratto di costa posto immediatamente a nord del sopraflutto degli approdi esistenti, contenuti solo grazie alla presenza delle opere di difesa già presenti (scogliere);

- a sud del sopraflutto degli approdi esistenti, i fenomeni di maggiore entità sembra debbano ritenersi esauriti essendosi colmata la parte di spiaggia compresa tra il sopraflutto stesso e la fiumara Giglio ed avendo la costa assunto un orientamento sostanzialmente congruente con quello di equilibrio risultante dalle modellazioni matematiche. In quest'area è possibile ipotizzare per il futuro solo contenute modifiche delle linee di costa, legate a particolari episodi meteomarini, essendo però da segnalare, come eventuale elemento di criticità, la possibile instabilità del materiale accumulatosi rapidamente su fondali aventi una elevata ripidità, specie in corrispondenza del tratto terminale e della testata dell'esistente molo di sopraflutto.

3. INDIRIZZI ED OBIETTIVI

Il documento “Quadro strategico dei porti di Messina e di Milazzo – Indirizzi di Piano” individua come segue gli indirizzi da perseguire tramite il PRP di Tremestieri.

traghetamento di mezzi stradali pesanti. *Il trasferimento di questa funzione (fino al marzo 2006 attestata nella rada di San Francesco e, in minor misura, nelle aree meridionali del porto) agli approdi di Tremestieri costituisce un obiettivo da tempo concordemente perseguito dalle diverse Amministrazioni competenti ed oggi sostanzialmente raggiunto.*

traghetamento di automobili. *L'allontanamento di questa attività dalla rada di San Francesco e dal porto di Messina – cui attualmente fa capo – costituisce anch'esso un indirizzo irrinunciabile e condiviso dalla Amministrazione Comunale e dalla Autorità Portuale.*

Gli approdi esistenti a Tremestieri non sono tuttavia in grado di accogliere anche questo traffico. Sarà pertanto compito del PRP individuare nuovi interventi a Tremestieri – se necessario anche all'esterno della circoscrizione territoriale di competenza dell'Autorità Portuale recentemente definita per l'area di Tremestieri con il D.M. 23/10/2006 – in grado di costituire il terminale siciliano al quale faccia capo l'intero traghettamento dello Stretto di mezzi su gomma, automobili e mezzi pesanti.

Ciò consentirà anche di superare i problemi e le diseconomie derivanti – sia agli armatori sia per quanto riguarda l'utilizzo dei piazzali di sosta ed accumulo dei mezzi sui due lati dello Stretto – dalla separazione del traghettamento dei mezzi pesanti da quello delle automobili e dei mezzi stradali leggeri, separazione che impedisce il migliore utilizzo della capacità di carico della navi traghetto (specie se dotate di più ponti, di diversa altezza) e richiede maggiori spazi per l'organizzazione degli spazi a terra.

Le proposte di Piano a questo riguardo dovranno – se ed in quanto consentito dalle caratteristiche del territorio di Tremestieri – essere caratterizzate dalla massima flessibilità. In particolare le opere previste dovranno risultare quanto più possibile convertibili ad altre funzioni che presentino prospettive positive nel medio-lungo periodo (ad esempio per servizi di “autostrade del mare”) allorché la realizzazione del Ponte od altri eventi e/o dinamiche della domanda riducessero le esigenze di infrastrutture portuali da dedicare al traghettamento stradale dello Stretto. Il trasferimento integrale a Tremestieri dell'intero traghettamento dovrà opportunamente comportare anche la localizzazione in quest'area delle attività cantieristiche (manutenzione, interventi di varia

natura a servizio delle navi traghetto, sosta per periodi di inattività, etc.) e dei servizi (bunkeraggio, etc.) che attualmente sono presenti in prossimità degli approdi e/o all'interno del terminale esistente.

“autostrade del mare”. Traducendo l'indirizzo strategico relativo all'intero sistema portuale, i temi concretamente da affrontare a questo riguardo nel PRP di Messina possono essere così individuati:

- *massimo utilizzo (se possibile ed in quanto consentito, analogamente a quanto detto a proposito del traghettamento di mezzi stradali) del territorio di Tremestieri e delle strutture portuali aggiuntive ivi realizzabili, sia contestualmente all'impiego – da considerarsi prioritario – di queste opere per il traghettamento stradale, sia, in prospettiva futura, in presenza di un eventuale ridimensionamento del traghettamento stesso;*
- *adeguamento e miglioramento del molo Norimberga e soprattutto della viabilità di accesso mediante interventi atti a non sovraccaricare (e possibilmente decongestionare) il traffico sulla rete urbana;*
- *realizzazione di un collegamento stradale, quanto più possibile “dedicato” e non interferente con la viabilità urbana, tra il terminale portuale al molo Norimberga e gli approdi – esistenti e previsti dal PRP – di Tremestieri. Questo collegamento appare altamente auspicabile anche per consentire la migliore integrazione e sinergia dei due poli portuali, posti alla distanza di pochi chilometri, che diventerebbero così effettivamente un unico sistema, con evidenti vantaggi di ottimizzazione dell'uso delle risorse e degli investimenti nonché di potenziamento della efficienza e della potenzialità complessiva di offerta. Tra i vantaggi di un buon collegamento, da segnalare anche la possibilità di gestire agevolmente le punte di traffico, eventuali periodi di sospensione della operatività degli approdi di Tremestieri per avverse condizioni meteomarine, il verificarsi di imprevisti e di condizioni di emergenza, etc.*

cantieristica. *Da non trascurare infine sono le attività dei cantieri utilizzati per la manutenzione e gli interventi sulle navi traghetto, localizzati a nord della foce del torrente Giostra, in prossimità del terminal Caronte. Questi cantieri (ed in particolare i cantieri Tourist Lines e Di Maio) dispongono attualmente di una superficie complessiva di circa 9.500 m² – di cui 1.575 m² coperti – e dovranno essere opportunamente ricollocati in prossimità del nuovo terminale di Tremestieri, una volta disposto*

l'allontanamento integrale del traghettamento dalla rada di San Francesco. Nella stessa zona è attualmente presente anche il cantiere Russo (circa 3.300 m²) che tuttavia opera con l'Arsenale e pertanto non è legato all'attività di traghettamento.

4. IPOTESI ALTERNATIVE E SOLUZIONE PREFERIBILE

4.1. Premesse

Lo studio di soluzioni di Piano che consentano di realizzare gli obiettivi delineati per Tremestieri dal “Quadro strategico” ha dovuto affrontare problemi indubbiamente complessi.

Poiché gli approdi entrati in esercizio nel marzo 2006 non sono evidentemente in grado di accogliere né l'intero traghettamento dello Stretto né (tantomeno) servizi di “autostrade del mare”, si trattava infatti da un lato di **valutare la possibilità di costruire nuove ed efficienti infrastrutture portuali**, integrative di quelle da poco completate, in un territorio caratterizzato da numerose e significative criticità come anche da diversi aspetti positivi, quali:

- la vicinanza all'autostrada ed il buon collegamento esistente;
- l'esposizione ad un moto ondoso non particolarmente violento.

Le principali criticità “tecniche” si riferiscono invece a:

- la ristrettezza degli spazi disponibili a mare della linea ferroviaria Messina-Catania;
- la elevata ripidità dei fondali – costituiti da materiali sciolti – che, oltre la batimetrica –10 m, si immergono verso le alte profondità con pendenze molto accentuate, rendendo in pratica improponibili ipotesi di layout aggettanti in maggior misura rispetto alle opere di difesa degli approdi esistenti;
- la forte sismicità del sito;
- la presenza di una vivace dinamica costiera, evidenziata anche dai vistosi fenomeni riscontrati a seguito della costruzione degli approdi esistenti di cui si è detto nel capitolo precedente.

D'altro lato occorre **tradurre gli obiettivi funzionali** del “Quadro Strategico” **in termini di concreti requisiti**, relativi al numero di accosti e alle loro caratteristiche, alla superficie dei piazzali portuali, alle esigenze di servizi e di collegamenti alla viabilità, etc.

I due aspetti – quelli più propriamente tecnici e quelli legati ai requisiti funzionali – sono evidentemente strettamente interagenti, specie in considerazione della ristrettezza degli spazi disponibili verso terra (a causa della linea ferroviaria) e verso mare (a causa della conformazione del fondale).

Le ipotesi alternative ipotizzabili non possono quindi che rappresentare soluzioni volte a dotare i nuovi approdi della maggiore funzionalità consentita dalle limitazioni e dalle criticità del territorio.

4.2. Parametri di riferimento

Traghettonamento dello Stretto

Il trasferimento integrale a Tremestieri dell'intera attività di traghettonamento dello Stretto di automobili e mezzi commerciali stradali, mantenendo nel porto di Messina solo i servizi di traghettonamento di passeggeri senza auto al seguito, costituisce un indirizzo prioritario del "Quadro strategico".

I criteri di riferimento utilizzati per tradurre questo obiettivo in concrete proposte di Piano sono stati così definiti sulla base degli studi svolti e delle previsioni sui prevedibili sviluppi.

volumi di traffico. Sulla base delle considerazioni e delle ipotesi esposte al cap. 3 dell'elaborato "Traffico marittimo: andamento, scenari ed obiettivi" (allegato D.2), le previsioni al 2020 relative al traffico complessivo nei due sensi sono quelle indicate nel seguente prospetto assieme ai dati effettivi del 2005 e del 2006.

	dati 2005	dati 2006	previsioni al 2020	% rispetto 2005	% rispetto 2006
automobili	2.450.000	2.375.000	2.800.000	+14%	+18%
camion	930.000	1.000.000	1.140.000	+26%	+14%
passeggeri	9.600.000	10.330.000	10.900.000	+14%	+6%

tipologia delle navi-traghetto. Si è ipotizzato che la tipologia dei traghetti impiegati abbia le seguenti caratteristiche medie di riferimento (o "di progetto"):

- navi traghetto bidirezionali
- lunghezza fuori tutto (LOA): 120 m
- larghezza max (B): 20 m
- immersione max (D): 4,5 m
- linea di carico: 600-800 m

piazzali operativi. I piazzali per la sosta degli automezzi in attesa di imbarco devono preferibilmente disporre, in prossimità dell'accosto, di una superficie che consenta di accogliere, su corsie larghe 3,0-3,5 m, almeno il 70-80% della linea di carico dei traghetti di riferimento, cioè pari a 1.700-2.800 m² per ciascun accosto, comunque non inferiore a 1.500 m². Qualora le limitazioni degli spazi disponibili non consentissero di disporre i piazzali di sosta nelle immediate vicinanze degli accosti, saranno da prevedere piazzali “polmone” aggiuntivi.

gestione. Si è detto al punto 2.3 che attualmente il servizio di traghettamento degli automezzi commerciali dagli approdi esistenti viene prestato dalla società “Terminal Tremestieri” che riunisce le tre Compagnie di navigazione precedentemente operanti dalla rada di San Francesco e dal porto di Messina: Caronte & Tourist, Bluvia e Meridiano. Accosti, piazzali e servizi vengono pertanto utilizzati in maniera “promiscua” dalle navi-traghetto appartenenti ai diversi operatori. In futuro appare comunque auspicabile (se non necessario, come appare probabile anche in relazione alla normativa sulla tutela della concorrenza) che ciascun operatore possa disporre di accosti e piazzali in uso esclusivo. Qualora ciò non si rivelasse possibile (o eccessivamente penalizzante ai fini della migliore utilizzazione complessiva delle infrastrutture) si potranno definire procedure e normative adeguate che disciplinino l'uso da parte di più operatori dello stesso terminale (accosti, piazzali e servizi omogenei), ad esempio alternando l'uso lungo le 24 ore in base agli orari di presenza in porto dei traghetti, salvaguardando così l'autonomia di gestione e di tariffazione da parte degli armatori concessionari del servizio di traghettamento.

Cantieristica (manutenzione delle navi-traghetto)

In base alle dotazioni attuali che – in prossimità degli accosti nella rada di San Francesco – prestano servizi di manutenzione alle navi traghetto, si è valutato che sarebbe opportuno disporre a Tremestieri delle seguenti dotazioni:

- superficie complessiva: circa 10.000 m², di cui circa 1.600 m² coperti (officine, capannoni, magazzini, etc.);
- accosti per navi-traghetto: 1-2.

“Autostrade del mare”

tipologia delle navi. Si è ipotizzato (cfr. cap. 5 dell’elaborato E “Porto di Messina: aspetti di pianificazione e studi specializzati”) che le navi RoRo “tutto merci” o “miste passeggeri-merci” abbiano le seguenti caratteristiche di riferimento:

- lunghezza fuori tutto (LOA): 200-220 m
- larghezza max (B): 26-28 m
- immersione max (D): 7-8 m
- capacità complessiva di stiva: 2.500-3.000 m
- capacità max di carico:

- automobili	n°	150-200
- mezzi pesanti	n°	120-140
- passeggeri	n°	1.000-1.200

piazzali operativi. Una disponibilità di superficie complessiva del piazzale – comprensiva di viabilità, servizi, etc. – di 10-15.000 m² per ogni accosto è ritenuta sufficiente, destinata tuttavia a crescere fino a 30-35.000 m² in presenza di traffico “non accompagnato” che necessita di maggiori aree per la sosta e la movimentazione dei semirimorchi.

4.3. Considerazioni sui requisiti (accosti e navi) per il servizio di traghettiamento

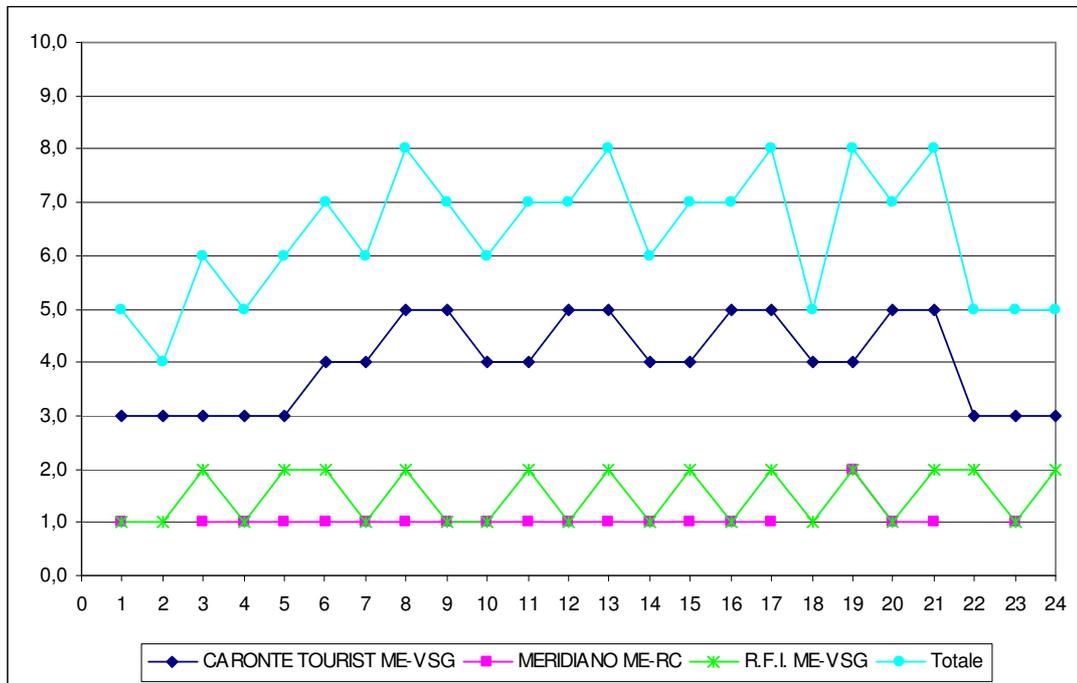
Il trasferimento dalla rada di San Francesco a Tremestieri dell’intero traghettiamento dello Stretto comporta conseguenze logistiche ed operative sulle quali appare opportuna qualche considerazione generale.

frequenza del servizio

Il seguente grafico illustra l’andamento nell’arco delle 24 ore del numero di corse effettuate da Messina (porto e rada di San Francesco) a Villa San Giovanni ed a Reggio Calabria nel mese di maggio del 2004, in una condizione quindi “media” per il traffico di automezzi pesanti, non di punta per quello di automobili (che presenta un forte picco in agosto) e da ritenersi ragionevolmente significativa di condizioni “normali”, con imbarco non differenziato tra veicoli commerciali ed automobili.

Il numero complessivo di corse (153) varia tra un minimo di 4 ed un massimo di 8 corse all’ora, con una media di 6,4 circa corse/ora, cui corrispondono intervalli tra una corsa e l’altra variabili tra 15 e 7,5 minuti, in media circa 9 minuti.

Sulla sola rotta Messina-Villa San Giovanni il numero complessivo di corse è 132, con una media di 5,5 corse/ora ed un intervallo medio di circa 11 minuti.



Ovviamente lo stesso volume di traffico avrebbe potuto (o potrebbe in futuro) essere svolto impiegando traghetti di maggiore capacità che eseguano un minore numero di corse.

La minore frequenza ed i maggiori tempi di attesa tra una partenza e l'altra comporterebbero tuttavia un decadimento della qualità complessiva del servizio che appare da evitare. Si ritiene quindi opportuno far riferimento anche per i futuri assetti di Piano a navi di capacità simile o di poco superiore a quella dei traghetti attualmente impiegati, e comunque ad un numero medio di corse (ad un intervallo medio tra una partenza e la successiva) non dissimile, a parità di traffico.

ciclo-nave. Chiamando T il "ciclo-nave", cioè il tempo necessario ad un traghetto per compiere l'intero percorso (navigazione – sbarco e imbarco – navigazione – sbarco e imbarco) tra due successive partenze dal porto, si osserva che:

$$T = 2 T_B + 2 T_N$$

essendo:

T_B = durata della sosta in porto per le operazioni di sbarco ed imbarco

T_N = durata della navigazione

Il tempo T_B , cioè la sosta in banchina, non appare destinato a modificarsi rispetto a quello attualmente necessario (dell'ordine di 15-20 minuti) operando da Tremestieri anziché nella rada di San Francesco e nel porto di Messina, specie nell'ipotesi di trasferimento a Tremestieri anche del traghettamento di automobili assieme a quello dei mezzi commerciali, che consentirà un migliore sfruttamento della capacità di carico delle navi.

Il tempo T_N , cioè la durata della navigazione, sarà naturalmente maggiore – operando da Tremestieri – rispetto a quello sulla rotta tra Messina e Villa (circa 20 minuti), pari almeno al doppio (la distanza in linea d'aria passa da 6,5 a 13 km circa) ed anzi ancora superiore a causa delle maggiori difficoltà di navigazione e conseguente allungamento dei percorsi, specie in condizioni meteomarine non favorevoli.

In media si può supporre in definitiva che il “ciclo-nave” passi da circa 1h e 20' – operando da Messina – a circa 2h e 20' operando da Tremestieri, con un aumento quindi dell'ordine del 75% o superiore.

numero di navi-traghetto necessarie. A parità di frequenza delle corse, capacità delle navi e loro fattore di occupazione, volume di traffico, etc., il numero di navi-traghetto di cui occorre disporre dipende dalla durata del “ciclo-nave”. In linea teorica quindi, operando da Tremestieri anziché da Messina ed a parità di tutte le suddette condizioni, occorre disporre di navi in numero sensibilmente maggiore rispetto a quanto necessario per assicurare lo stesso servizio, con la stessa qualità e frequenza, da Messina. In pratica è assai probabile che questa maggiorazione possa essere contenuta in termini più ridotti del 75% sopra accennato, ma non certo annullata senza arrecare apprezzabili penalizzazioni della frequenza delle corse e relativi inconvenienti agli utenti, specie per il traghettamento di automobili.

numero di accosti necessari. Il numero di accosti operativi necessari, a parità delle condizioni di cui sopra, dipende dal tempo di sosta in porto per le operazioni di sbarco ed imbarco e quindi – nelle ipotesi fatte – non è destinato ad aumentare in maniera significativa operando da Tremestieri anziché da Messina.

In definitiva un numero complessivo di 4-5 accosti, adibiti all'imbarco “promiscuo” di mezzi commerciali e di automobili, appare adeguato a far fronte al traffico di traghettamento prevedibile nei due sensi al 2020 per il quale, si ricorda, sono stati

prudenzialmente valutati i seguenti volumi e le seguenti percentuali di crescita rispetto a quanto registrato nel 2005, prima dell'entrata in esercizio di Tremestieri.

	2005	previsioni al 2020	% rispetto 2005
automobili	2.450.000	2.800.000	+14%
camion	930.000	1.140.000	+26%
“auto equivalenti”	5.030.000	5.950.000	+18%

Nel periodo intermedio, cioè non appena realizzati i necessari nuovi accosti a Tremestieri e trasferito integralmente anche il traghettamento di automobili oltre a quello dei mezzi commerciali, si può ritenere che siano sufficienti 3-4 accosti, in numero quindi sostanzialmente uguale a quello degli accosti impiegati in precedenza nella rada di San Francesco e nel porto di Messina.

Qualora – come appare probabile – si dedicassero gli accosti ad uso esclusivo dei singoli operatori (rinunciando all'uso “promiscuo” tra i diversi operatori che hanno costituito la società “Terminal Tremestieri”, attiva dal marzo 2006 per gli approdi esistenti) si verificherebbe forzatamente una minore utilizzazione complessiva degli accosti disponibili, tale da indicare in 4 il numero di accosti di cui disporre nel medio termine; ciò anche, presumibilmente e cautelativamente, nelle ipotesi di gestione “alternata” di uno stesso terminale da parte di più operatori cui si è fatto cenno al punto 4.2.

Occorre inoltre disporre – non necessariamente a Tremestieri – di accosti aggiuntivi per l'ormeggio temporaneo (di notte e/o nei periodi di minore intensità di traffico) delle navi in sosta che, per quanto detto sopra, saranno mediamente in maggior numero rispetto alla situazione attuale.

4.4. Ipotesi schematiche alternative

Nelle figure che seguono sono mostrate (a livello schematico e “concettuale”) alcune delle numerose ipotesi alternative di *layout* complessivo – opere esistenti più nuove opere – prese preliminarmente in considerazione allo scopo di individuare, tramite il confronto fra le stesse, le caratteristiche fondamentali della soluzione di Piano.

Le differenze sostanziali tra le diverse tipologie possono essere ricondotte ai seguenti aspetti principali:

- **possibilità di ospitare, oltre ai traghetti, anche “autostrade del mare”.** La Fig. 4.1 illustra una ipotesi di una sorta di duplicato (o “clone”) degli approdi esistenti, non in grado tuttavia di accogliere anche accosti per “autostrade del mare” come invece è consentito – in misura diversa – nelle rimanenti ipotesi;
- **separazione o integrazione delle due funzioni.** Per le alternative che consentono di accogliere sia il traghettamento sia le “autostrade del mare” si sono considerate soluzioni che prevedono una netta separazione delle infrastrutture dedicate alle due funzioni (mediante nuove opere dedicate che, per dimensioni e caratteristiche, possono essere utilizzate solo per una di esse, in particolare con nuovi approdi per il traghettamento ai quali non possono accostare le navi RoRo, di dimensioni ben maggiori, cfr. Fig. 4.2) oppure – come le soluzioni dalla 3 in avanti – tali che le nuove infrastrutture (la nuova darsena) si prestino, con la massima flessibilità, ad essere utilizzate in maniera integrata per entrambe le funzioni;
- **interventi sugli approdi esistenti.** In alcune soluzioni si è ipotizzato di potenziare gli approdi esistenti realizzando un accosto intermedio tra i due attuali, peraltro bisognosi di interventi di consolidamento. Questa ipotesi – mutuata da una proposta recentemente avanzata dagli stessi operatori – è *apparsa interessante e conveniente ed è stata quindi considerata nella alternativa 4 (fig. 4.4) e successive;*
- **ubicazione dell’area cantieristica.** Le Fig. 4.4 e seguenti mostrano una ipotesi di localizzazione dell’area dei cantieri per la manutenzione dei traghetti in corrispondenza di una porzione degli accosti esistenti – potenziati con la realizzazione di un terzo accosto come detto sopra – e di utilizzazione riservata delle opere di nuova realizzazione esclusivamente per accosti operativi per traghetti ed “autostrade del mare”. In altre ipotesi, l’area cantieristica è stata prevista in prossimità della nuova darsena o in corrispondenza dell’area intermedia tra le due darsene, peraltro verificando l’inadeguatezza degli spazi disponibili;
- **estensione verso sud dell’area portuale.** Per evidenti motivi si è cercato di limitare l’estensione verso sud dell’area portuale, e quindi dell’ “ambito” definito dal nuovo PRP (necessariamente più ampio della circoscrizione territoriale di pertinenza dell’Autorità Portuale di Messina definita dal D.M. 12/10/2006. cfr. il punto 2.2 della presente), compatibilmente con le esigenze di spazi operativi e con le limitazioni conseguenti alla presenza della linea ferroviaria Messina-Catania a ponente dell’area nonché, a levante, del ripido fondale di cui si è detto. Ovviamente le ipotesi del tipo dell’alternativa 2, con due nuove darsene (una dedicata al traghettamento

ed una alle “autostrade del mare”), impegnano un territorio assai maggiore rispetto alle altre soluzioni che prevedono la realizzazione di un sola nuova darsena.

Le considerazioni relative alla conformazione delle opere sono state svolte sulla base delle informazioni disponibili e di valutazioni preliminari sui seguenti aspetti tecnici principali:

- *fondale massimo di imposta delle opere di difesa.* Si è ipotizzato che – per evitare le evidenti criticità determinate dalla ripidità dei fondali oltre la batimetrica di 10 m – i fondali di imposta delle nuove opere non dovessero superare i 10 m circa (cioè la stessa profondità massima raggiunta in testata del molo esistente) ed anzi, se possibile, essere inferiori ai 10 m per la maggior parte dell’opera;
- *protezione dal moto ondoso degli specchi acquei portuali;*
- *manovrabilità ed accessibilità nautica;*
- *impatto morfologico sul litorale e rischi di interrimento;*
- *disponibilità di aree a terra, per piazzali e viabilità, collegamenti.*

4.5. Confronto delle alternative, soluzione preferibile

Rispetto alle configurazioni concettuali alternative illustrate nelle Figg. 4.1÷4.7 (che rappresentano solo una parte delle ipotesi considerate nel corso dell’*iter* di progressiva messa a fuoco del *layout* complessivamente preferibile), si possono avanzare le seguenti considerazioni di fondo.

alternativa 1 (Fig. 4.1). Si tratta di una ipotesi evidentemente riduttiva che, non prevedendo approdi per le “autostrade del mare”, non corrisponde agli indirizzi del “Quadro Strategico”. Dal punto di vista funzionale – riferito tuttavia al solo traghettamento – la dotazione di accosti e di piazzali consentita è senz’altro buona, addirittura forse sovrabbondante (almeno per quanto riguarda gli accosti strettamente operativi) rispetto ai requisiti di cui al punto 4.2 se entrambe le darsene (esistente e nuova) venissero dotate di tre accosti ciascuna.

La soluzione si caratterizza ovviamente per un costo di costruzione sensibilmente inferiore alle altre. L’ipotesi non appare in definitiva attraente anche se considerata come prima fase di un successivo sviluppo che – mediante la successiva costruzione di una ulteriore darsena in grado di accogliere le “autostrade del mare” porrebbe

quest'ultima in una posizione ancor più critica rispetto alla batimetrica dei 10 metri e comporterebbe soprattutto un impegno di territorio eccessivo quanto ingiustificato.

alternativa 2 (Fig. 4.2, in scala ridotta rispetto alle altre figure). Questa ipotesi, che costituisce una evoluzione della precedente, prevede la realizzazione di due nuove e distinte darsene, di cui la prima da dedicare (assieme agli approdi esistenti) al traghettamento dello Stretto e la seconda, più a sud, alle “autostrade del mare”.

A fronte degli intuitivi vantaggi di potenzialità complessiva e di razionalità di gestione della soluzione, stanno diversi significativi svantaggi ed inconvenienti che hanno sconsigliato di considerarla quale ipotesi di Piano. In particolare:

- a fronte delle tendenze in atto e delle previsioni di sviluppo tramite “autostrade del mare” dei collegamenti da e per la Sicilia per il trasporto di merci (ma anche di passeggeri ed automobili) e – per contro – di sostanziale stabilità del traghettamento dello Stretto (cfr. i punti 3.4 e 4.3 dell'elaborato “Traffico marittimo: andamento, scenari ed obiettivi”, Allegato D.2) appare ingiustificata e poco lungimirante la scelta di costruire nuove infrastrutture che – per caratteristiche e dimensioni – possono essere utilizzate esclusivamente per il traghettamento. Queste opere risulterebbero inoltre del tutto inutili e prevedibilmente non riconvertibili a funzioni significative qualora venisse realizzato il Ponte;
- il costo delle opere (che comportano in pratica la realizzazione di due nuovi porti con relative opere di difesa, banchine, piazzali, etc.) risulterebbe notevolmente superiore rispetto a quanto necessario prevedendo una sola nuova darsena, utilizzabile per entrambe le funzioni;
- l'impegno di territorio (demaniale e di proprietà privata, con conseguente necessità di espropri che contribuirebbero anch'essi al maggior costo e – molto probabilmente – ad un significativo aumento del tempo necessario per eseguire le opere) risulterebbe anch'esso assai maggiore, naturalmente a parità di spazi tra l'una e l'altra darsena per la manovra delle navi nonché di sviluppo delle opere di difesa e quindi di livello di agitazione ondata residua negli specchi acquei portuali ed agli accosti.

alternativa 3-4-5-6-7. Le Figure 4.3÷4.7 illustrano diverse soluzioni che prevedono tutte – con diverse modifiche e varianti tra l'una e l'altra e quindi diverse possibilità di assetto funzionale per quanto riguarda l'uso degli accosti e dei piazzali – la realizzazione di una nuova darsena utilizzabile sia per il traghettamento dello Stretto sia quale terminale per

“autostrade del mare”. Caratteristica comune a queste soluzioni è la massima flessibilità di esercizio che si esplica sia in presenza della “convivenza” tra le due funzioni sia qualora si verificasse un calo (atteso da molti operatori ed esperti) della domanda di traghettamento, per non dire del suo drastico abbattimento nell’eventualità che venisse realizzato il Ponte o che venisse potenziato e reso più efficiente il traghettamento ferroviario.

Alla possibile riduzione della domanda di traghettamento la soluzione consente di corrispondere, senza necessità di nuove opere, potenziando il terminale dedicato alle “autostrade del mare”, che comunque può contare inizialmente – in quasi tutti gli schemi considerati – sulla disponibilità di un accosto dedicato (aumentabile a due accosti) e di adeguati piazzali.

Naturalmente queste soluzioni comportano un costo, un impegno di territorio e tempi di realizzazione sensibilmente inferiori rispetto ad ipotesi del tipo dell’alternativa 2.

fasi di realizzazione, ulteriori espansioni. A questo proposito è da osservare che l’alternativa 2 prefigura fin dall’inizio (con i limiti ed i problemi di cui sopra) quella che al momento può essere considerata la massima estensione ipotizzabile del porto di Tremestieri. Né appare probabile graduare l’investimento mediante una realizzazione in fasi successive (a meno di rinunciare in una prima fase alla darsena per “autostrade del mare”, cosa che non appare certo positiva e che contrasta con gli indirizzi del “Quadro Strategico”) atteso che la nuova darsena per il traghettamento dello Stretto ha caratteristiche di assoluta priorità – in base al “Quadro Strategico” – se si vuole cogliere l’obiettivo di allontanare quanto prima le residue attività oggi presenti nella rada di San Francesco e nel porto storico di Messina, eliminando così il traffico indotto nella viabilità urbana.

Le alternative 3÷7 non si prestano anch’esse, nella sostanza, ad essere eseguite in fasi successive di qualche rilievo ma – al contrario della soluzione 2 – consentono di ipotizzare ulteriori sviluppi a sud della nuova darsena che si rendessero necessari (presumibilmente ad un orizzonte temporale successivo a quello del PRP, e comunque oggi non prevedibile né definibile) a seguito di nuove e sopravvenute esigenze.

In altri termini appare di gran lunga più logico graduare nel tempo gli investimenti eventualmente realizzando a sud della nuova darsena “flessibile” prevista dalle soluzioni schematiche 3÷7 nuove opere portuali destinate ad accogliere funzioni diverse ed a soddisfare nuove esigenze, piuttosto che anticipare da subito un intervento invasivo, costoso e “rigido” quale quello della ipotesi 2.

Il seguente schema grafico rappresenta sinteticamente le considerazioni relative alle diverse alternative, mediante valutazioni qualitative rispetto ai seguenti parametri;

- flessibilità di utilizzo, a breve termine ed in prospettiva futura;
- impegno di territorio, occupazione di aree demaniali e private a sud degli approdi esistenti;
- potenzialità di traffico per “autostrade del mare”, a breve ed a lungo termine;
- costo;
- tempo di realizzazione.

Si può notare come le alternative 3÷7 (che, come si è detto, si differenziano tra loro essenzialmente per aspetti di minor rilievo, che non incidono in maniera significativa – a parità di condizioni e di prestazioni circa la protezione dal moto ondoso, l’accessibilità nautica, l’impatto sul litorale, etc. – una volta ottimizzato il disegno in base alle necessarie verifiche ed approfondimenti tecnici) risultino nettamente preferibili.

	alternativa		
	1	2	3÷7
flessibilità			
impegno di territorio			
potenzialità “autostrade del mare”			
costo			
tempo di realizzazione			
possibilità di ulteriori espansioni			

	sfavorevole
	accettabile
	favorevole

In conclusione la soluzione preferibile è stata individuata nello schema concettuale illustrato in Fig. 4.7. Questo schema è stato quindi approfondito e messo a punto mediante gli studi esposti nel seguito ed in definitiva precisato come risulta dagli elaborati di Piano.

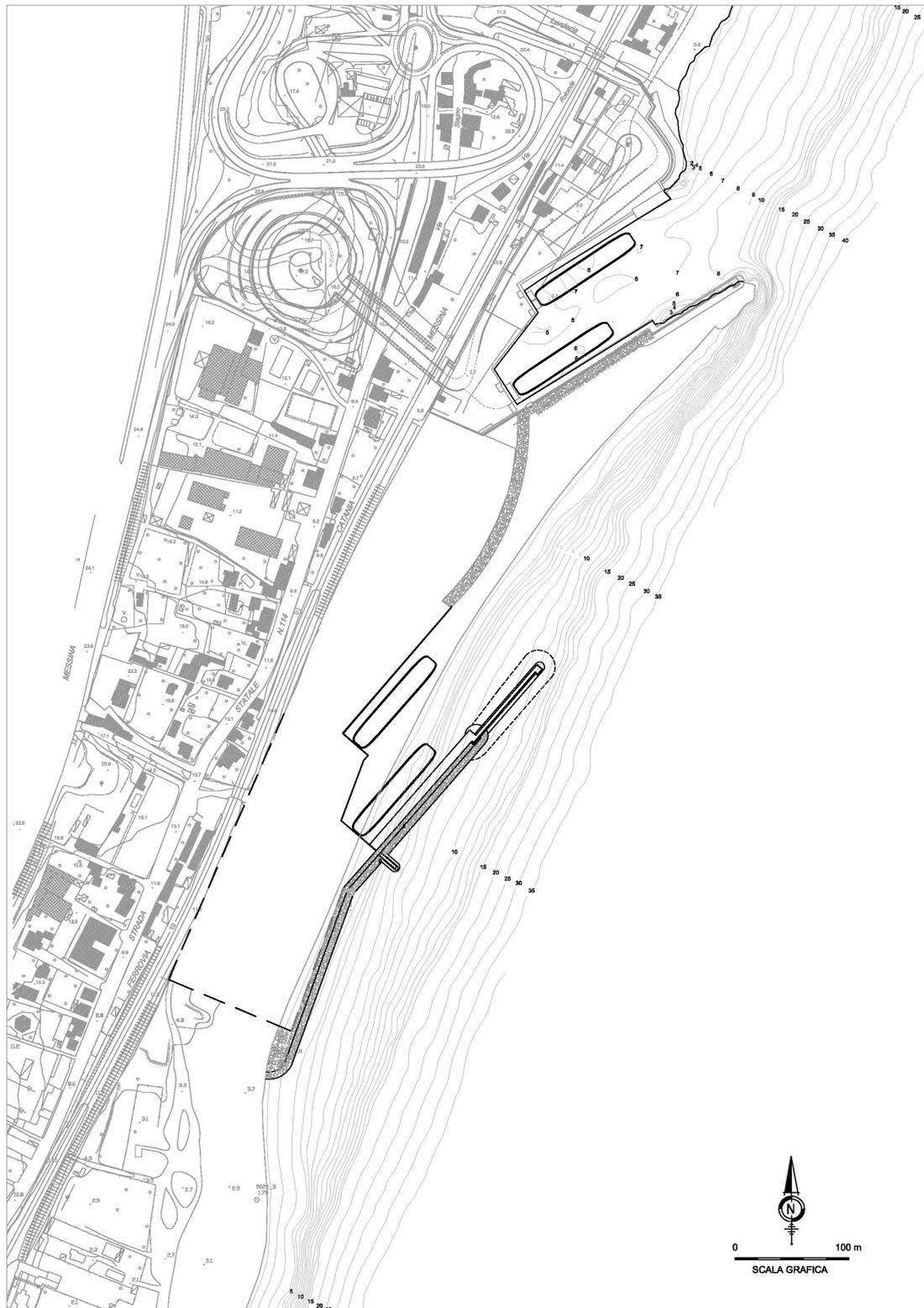


Fig. 4.1 Tremestieri. Alternativa 1



Fig. 4.2 Tremestieri. Alternativa 2

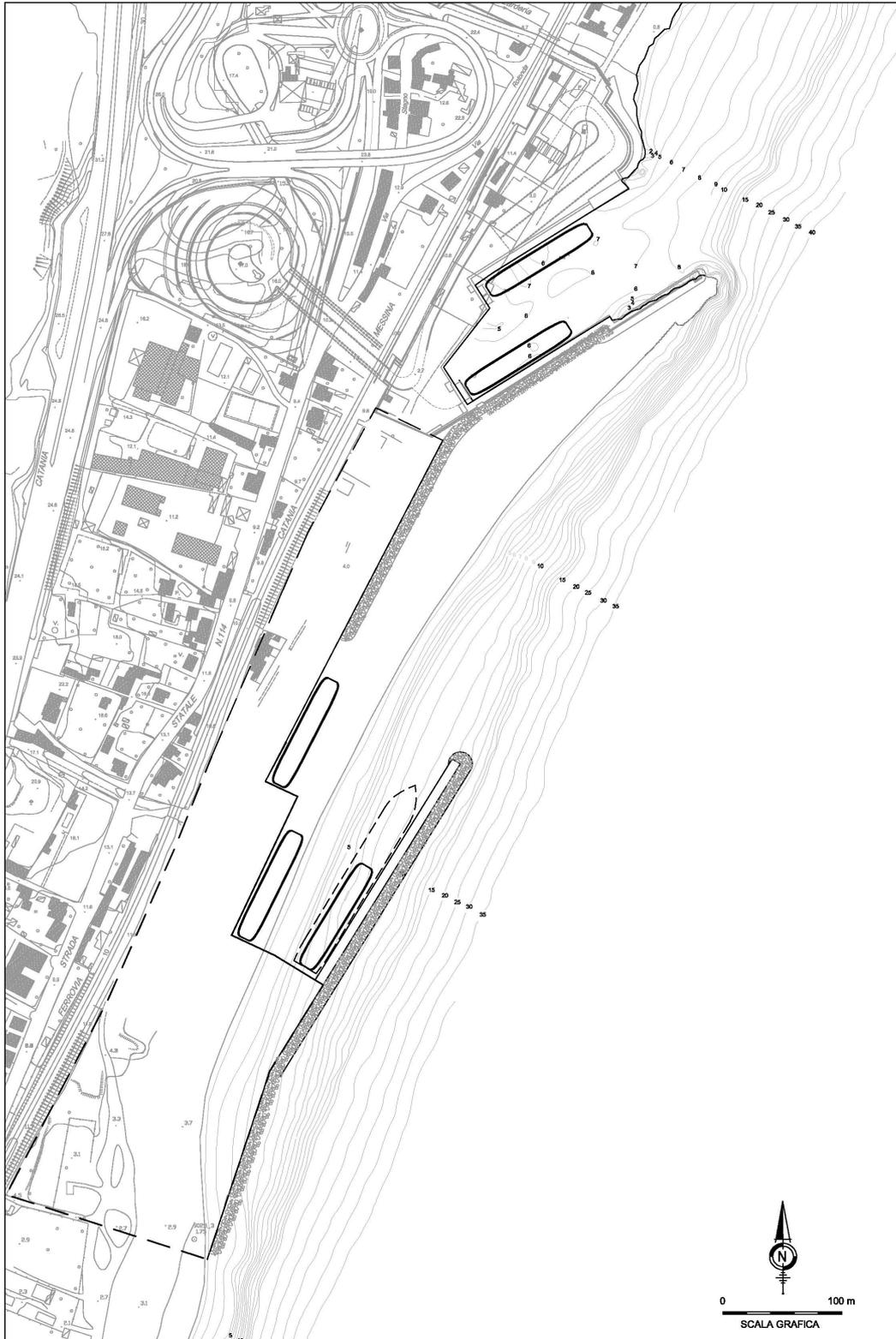


Fig. 4.3 Tremestieri. Alternativa 3

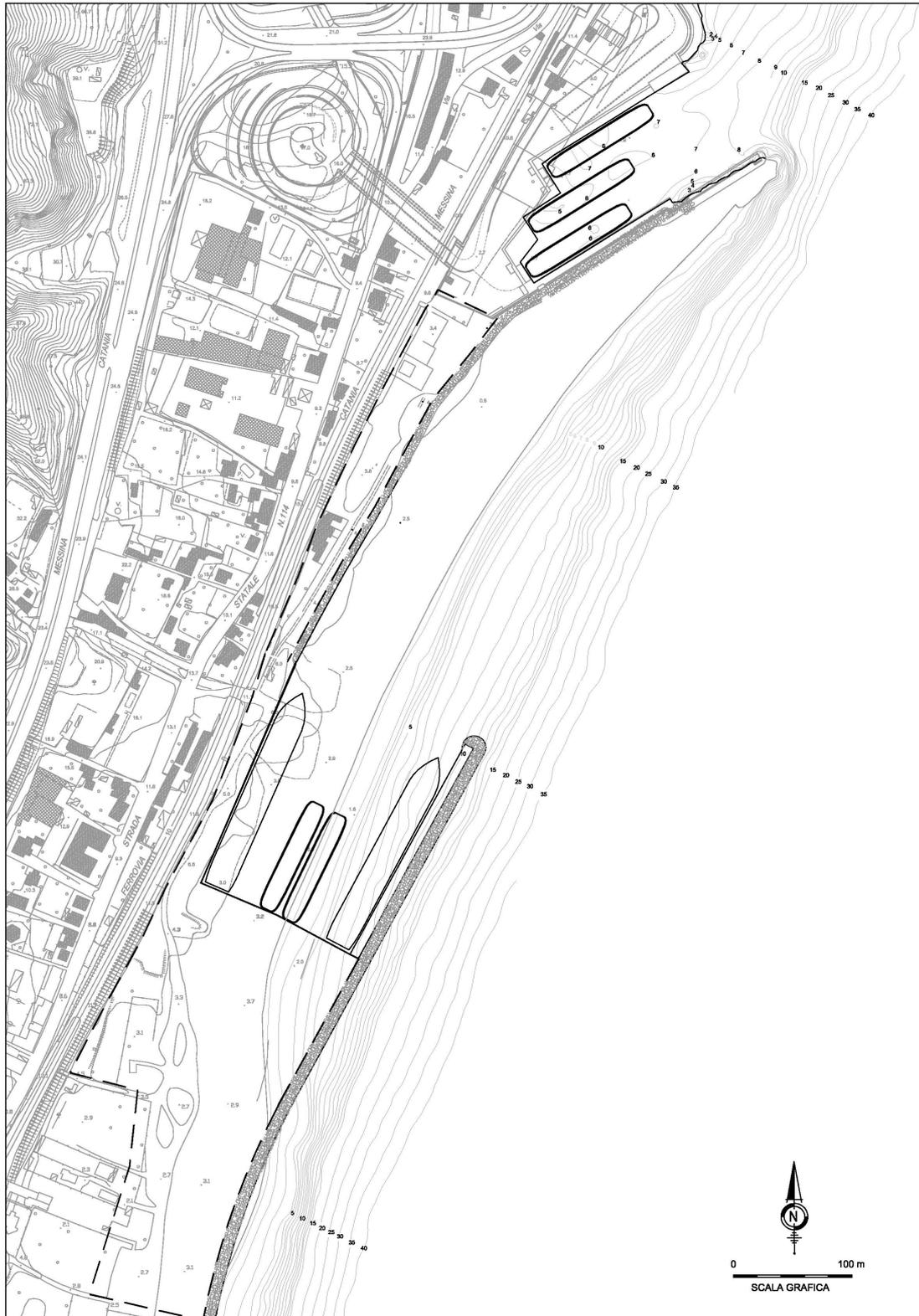


Fig. 4.4 Tremestieri. Alternativa 4



Fig. 4.5 Tremestieri. Alternativa 5



Fig. 4.6 Tremestieri. Alternativa 6



Fig. 4.7 Tremestieri. Alternativa 7

5. PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO

Lo studio della penetrazione del moto ondoso e della agitazione residua all'interno del nuovo bacino portuale è stato eseguito con lo stesso modello matematico DIFFRAC utilizzato per le analoghe valutazioni sugli approdi esistenti (cfr. punto 2.8).

Sono state esaminate due diverse condizioni del moto ondoso incidente, tratte dallo studio meteomarinario (Allegato D.1) e così caratterizzate:

- “grecale” (la stessa condizione utilizzata per lo studio degli approdi esistenti, di cui al punto 2.8 della presente)
 $H_s = 0,7 \text{ m}$
 $T_p = 3,0 \text{ s}$
dir. = 50°N
- “scirocco” (tempo di ritorno $T_R = 1$ anno, corrispondente ad una condizione operativa significativa ancorché non estrema)
 $H_s = 2,8 \text{ m}$
 $T_p = 8,4 \text{ s}$
dir. = 150°N

Le Figure 5.1 e 5.2 presentano i risultati ottenuti.

Rispetto a quanto valutato per gli approdi esistenti (Fig. 2.10), si può notare che – con onde da grecale e grazie al maggiore ridosso fornito dall'opera di difesa – l'agitazione ondosa residua risulta inferiore lungo il margine di levante del nuovo bacino mentre sul margine di ponente è analoga a quella riscontrata a levante nel bacino esistente. In ogni caso i valori dell'escursione del pelo libero sono contenuti entro limiti accettabili per la permanenza all'ormeggio dei traghetti e delle navi RoRo.

Con onde da scirocco, di intensità assai maggiore, la protezione della nuova darsena (cfr. Fig. 5.2) è ancora del tutto soddisfacente. In corrispondenza dell'accosto per traghetti ubicato a nord della nuova darsena, in posizione intermedia tra questa e la darsena esistente e meno ridossata dalle nuove opere di difesa, la protezione risulta inferiore in presenza delle condizioni ondose considerate. Questo accosto pertanto sarà soggetto ad alcune limitazioni d'uso in occasione di forte moto ondoso dal 2° quadrante, da ritenersi tuttavia accettabili e non tali da comprometterne la funzionalità in maniera apprezzabile.

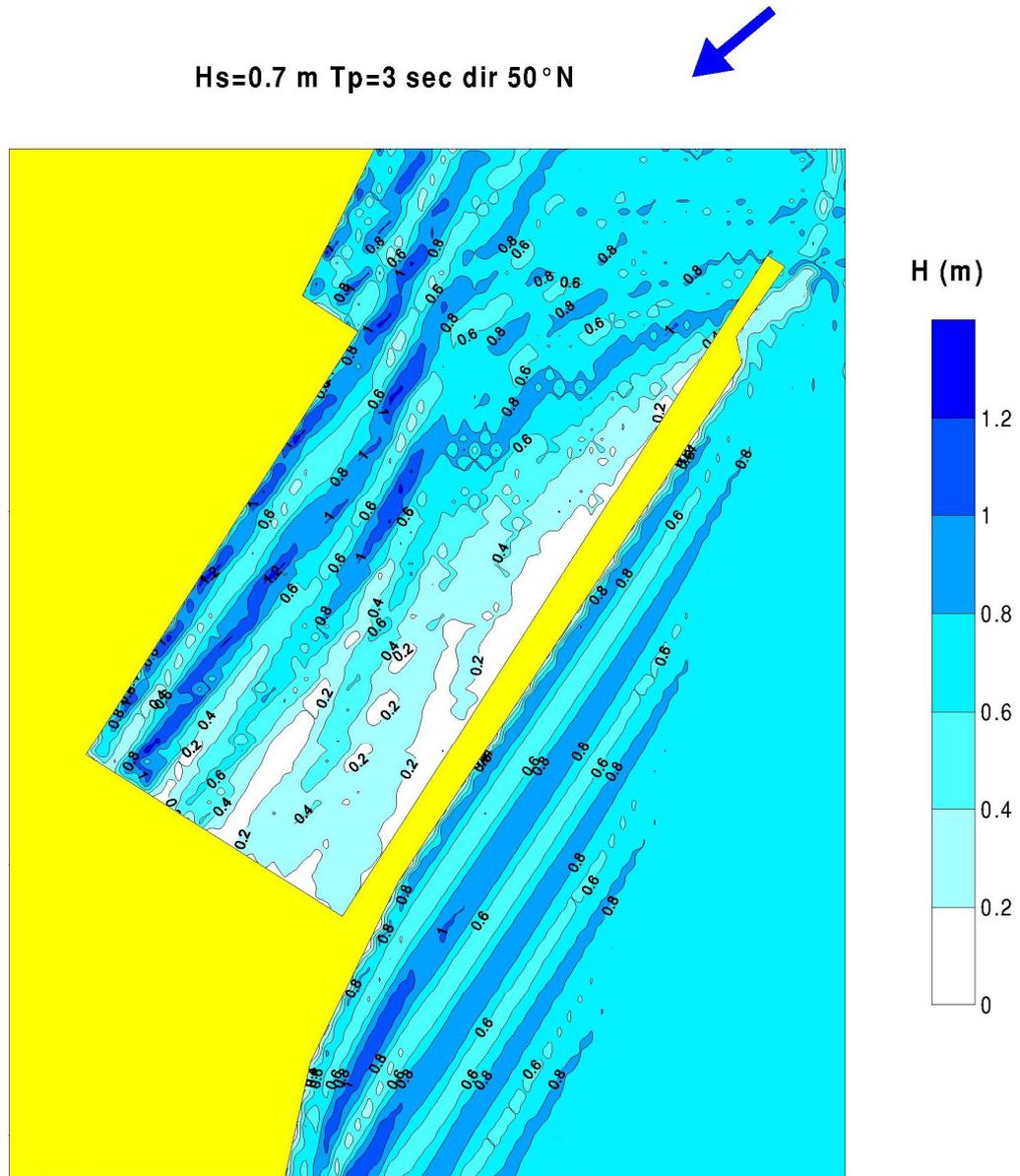


Fig. 5.1 Tremestieri. Agitazione ondosa in corrispondenza dei nuovi accosti, direzione 50°N

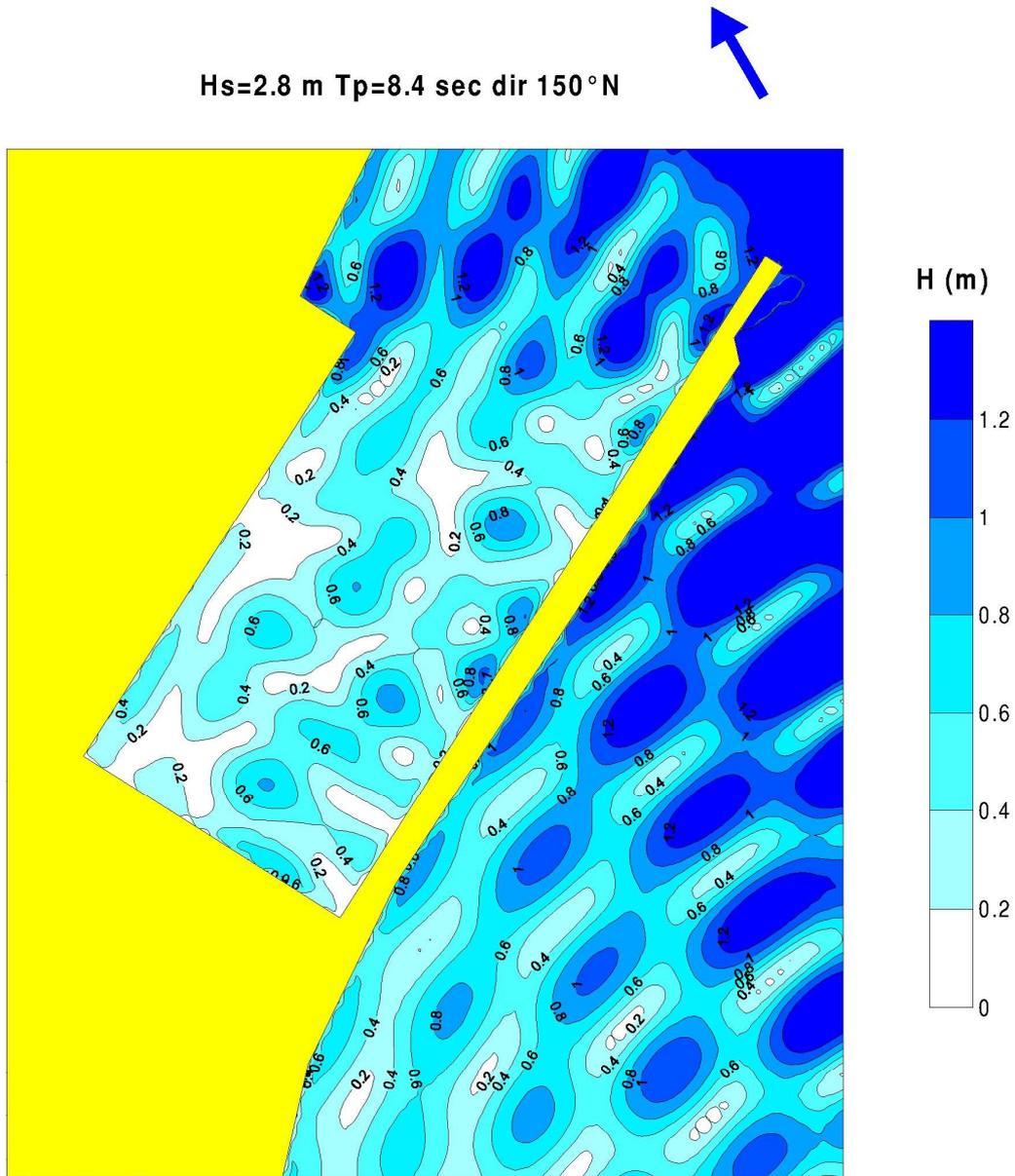


Fig. 5.2 Tremestieri. Agitazione ondosa in corrispondenza dei nuovi accosti, direzione 150°N

6. AGIBILITA' NAUTICA

CETENA s.p.a. è stata incaricata dalla Autorità Portuale di eseguire studi di approfondimento degli aspetti nautici e di verifica di agibilità della soluzione preferibile da parte di navi RoRo per “autostrade del mare” (mediante simulazioni di manovra in tempo reale con pilotaggio manuale) e di traghetti dello Stretto (mediante studi di *crabbing*).

Le simulazioni di manovra sono state eseguite a Genova, nella sede CETENA, il 15 marzo 2007, alla presenza del com.te Cutugno della Corporazione dello Stretto (che ha eseguito personalmente alcune delle simulazioni), del com.te Lanzola (ex capo pilota del porto di Genova, che ha eseguito le restanti simulazioni), dei progettisti e dei funzionari dell’Autorità Portuale.

Rimandando, per una esposizione più dettagliata degli studi svolti e dei risultati raggiunti, al rapporto CETENA (allegato alla presente) se ne riportano nel seguito le conclusioni.

Si segnala che la planimetria delle opere prevista dal Piano risulta (sia pur di poco) migliorativa ai fini nautici rispetto alla configurazione considerata nello studio Cetena, poiché la larghezza della nuova darsena, al suo margine nord, è stata aumentata di 5 m (da 120 a 125 m) e la banchina di riva, le rimanenti banchine e la testata (allineata con il tratto corrente) del molo di sopraflutto sono state spostate verso sud di 10 m.

navi RoRo per “autostrade del mare”

“L’analisi delle simulazioni condotte evidenzia come la nave RoRo bielica, grazie ai suoi mezzi di propulsione e manovra, non presenti particolari problemi nell’esecuzione delle manovre di ingresso sino ad una intensità del vento pari a 25 nodi da entrambe le configurazioni di attracco previste nella nuova area portuale mentre le partenze si eseguono in condizioni di sicurezza anche per intensità del vento di 35 nodi, il tutto compiuto senza l’ausilio dei rimorchiatori.

Si tenga presente che, a giudizio di entrambi i Comandanti, il comportamento propulsivo e manovriero della nave bielica durante le simulazioni è risultato essere aderente a quello che si ottiene al vero durante le manovre di attracco / partenza.

In generale, dalle simulazioni e dai commenti dei Comandanti si evince che l’influenza del moto ondoso e della corrente (entrambi provenienti sempre da direzioni che permangono costanti sia nell’arco della giornata che dell’anno) sulle manovre di

attracco / partenza non sia determinante per la buona riuscita delle stesse mentre è sicuramente determinante quella del vento.

In particolare, con vento da SE (scirocco) ed intensità 35 nodi la manovra d'attracco alla cfg. D (accosto di ponente, n.d.r.) non è riuscita: in questo caso si richiede la disponibilità all'ormeggio su entrambe le banchine. Questo fatto implica che la darsena portuale deve essere completamente sgombra al fine di permettere alla nave, che sta accostando, comunque un approdo.

Tali simulazioni sono state condotte in condizioni considerate conservative sia per quanto riguarda quelle meteomarine (considerate ampiamente conservative rispetto a quelle mediamente avvertite durante la pratica quotidiana) che per le modalità delle manovre d'attracco nel momento in cui la nave si trovi nei pressi della banchina: infatti, ad esempio, durante la fase di accosto a banchina è stato simulato l'utilizzo di un unico cavo di poppa con un tiro massimo di 16 t e l'azione del vento è considerata costante su tutta l'area di manovra sino all'interno del porto.

Nelle manovre eseguite non è stato necessario l'uso dei rimorchiatori

Per quanto riguarda la nave 'monoelica', le simulazioni condotte hanno permesso di verificare la fattibilità delle manovre di ingresso e di attracco presso le banchine in entrambe le configurazioni C (accosto di levante, n.d.r.) e D nel caso in cui le condizioni meteomarine sono, nel loro complesso, più moderate.

Va precisato come per le manovre condotte con venti di 35 nodi da SE, che rappresentano condizioni limite che si verificano solo occasionalmente durante l'anno, l'ingresso in porto sia da valutare caso per caso, mentre, nelle normali condizioni meteo, secondo quanto indicato da entrambi i Comandanti, le manovre possono essere eseguite con sufficienti margini di sicurezza”.

traghetti bidirezionali dello Stretto

“È stato condotto uno studio per determinare i requisiti di potenza che devono soddisfare i traghetti bidirezionali di due diverse tipologie propulsive per operare in sicurezza presso il nuovo approdo sito in località Tremestieri con condizioni meteomarine in accordo con quelle definite nelle precedenti simulazioni di manovra.

Dai risultati ottenuti per le due navi in esame risulta che la potenza richiesta ai propulsori, al fine di avere la piena agibilità all'approdo nel porto di Tremestieri, corrisponde alle potenze effettivamente installate sulle navi attualmente in servizio nello Stretto di Messina.”

7. ASPETTI MORFOLOGICI E MARITTIMI

7.1. Impatto sul litorale

Nel paragrafo 2.10 della presente, la capacità di trasporto longitudinale in corrispondenza del litorale di Tremestieri è stata analizzata mediante un apposito modello matematico e la dinamica costiera mediante il confronto delle linee di costa e dei rilievi batimetrici disponibili. Su tali basi è stato possibile formulare alcune considerazioni in merito alla probabile evoluzione del tratto di litorale in oggetto in assenza di ulteriori interventi.

In particolare si è evidenziato come, considerata la direzione prevalente del flusso dei sedimenti diretta da sud verso nord, la profondità “di chiusura” del profilo attivo valutata dal modello (-10 m) e confermata dal comportamento del flusso dei sedimenti conseguente al prolungamento del sopraflutto esistente dell’approdo di Tremestieri, allo stato attuale il tratto di costa posto a nord del porto esistente (cfr. Fig. 7.1 tratto A) non possa più essere influenzato da ciò che accade a sud del porto stesso, essendo il trasporto solido longitudinale completamente intercettato e disperso al largo dall’opera di difesa.

Per la valutazione dell’impatto sul litorale delle opere previste dal nuovo PRP occorrerà quindi fare riferimento esclusivamente al loro eventuale effetto nel tratto di costa posto a sud del sopraflutto esistente.

Se si analizza la configurazione delle opere della nuova darsena portuale, si può osservare che la testata della nuova diga – come quella del sopraflutto esistente – si colloca in corrispondenza della batimetrica -10 m. È quindi lecito ipotizzare che si riproducano gli stessi fenomeni innescati dal sopraflutto esistente, ovvero di blocco dal flusso dei sedimenti verso nord, evitando così problemi di interrimento dell’imboccatura del nuovo porto (e più in generale del bacino portuale previsto dal nuovo PRP) e creando quindi, tra le due darsene, una zona completamente avulsa da dinamiche morfologiche (cfr. Fig. 7.1 tratto B).

In assenza di opportuni accorgimenti il materiale “bloccato” dal nuovo sopraflutto si accumulerebbe a sud dello stesso (cfr. Fig. 7.1 tratto C) in analogia a quanto già verificatosi con il sopraflutto dell’approdo esistente anche se, considerando il suo orientamento più parallelo alla batimetria esistente, i quantitativi di materiali interessati

dal fenomeno (e in conseguenza l'entità dello stesso) sarebbero presumibilmente più modesti.

Volendo evitare che questa deposizione di materiale su un fondale molto acclive possa generare fenomeni di stabilità complessiva (del fondale e delle opere su di esso imbasate) si è valutata l'opportunità di posizionare un piccolo pennello a scogliera alla radice del nuovo sopraflutto in grado, grazie alla sua estensione protratta sino a posizionarne il piede in corrispondenza della batimetrica -10 m, di intercettare gran parte del trasporto solido longitudinale e quindi di scongiurare i predetti elementi di criticità.

In conseguenza di ciò l'accumulo di sedimenti si verificherà a sud del pennello (cfr. Fig. 7.1 tratto D) anziché a ridosso del molo di sopraflutto della nuova darsena, formando una spiaggetta avente la caratteristica conformazione ellittica.

In definitiva, in merito all'impatto delle opere previste dal nuovo PRP, sulla base delle informazioni disponibili e delle analisi svolte, è possibile ipotizzare che:

- nel tratto A (cfr. Fig. 7.1) gli effetti saranno nulli essendo questo tratto già oggi isolato e non comunicante con il litorale posto a sud;
- nei tratti B e C (cfr. Fig. 7.1) essendo il flusso longitudinale di materiale pressoché nullo a causa della presenza del pennello a scogliera posto alla radice del nuovo sopraflutto (considerata anche la artificializzazione generata dal complesso delle opere previste dal nuovo PRP e la modestia degli apporti solidi dei corsi d'acqua) non appaiono possibili dinamiche significative;
- nel tratto D infine si assisterà ad accumulo di sedimenti a sud del pennello a scogliera previsto del nuovo PRP, che si estenderà verso sud per un certo tratto del litorale. Considerata l'elevata ripidità del fondale, la gran parte del materiale accumulatosi tenderà infatti a disperdersi su fondali elevati, non dando così luogo a significativi avanzamenti della spiaggia.

Il comportamento del litorale a sud delle nuove opere previste dal PRP dovrà comunque essere oggetto di attento monitoraggio.

L'accumulo di sedimenti per effetto del pennello in radice del nuovo molo di sopraflutto potrebbe infatti verificarsi con notevole intensità in corrispondenza di singole e brevi condizioni di moto ondoso da sud. La dispersione in direzione trasversale alla costa, verso gli alti fondali, dei materiali accumulati potrebbe quindi

non essere (o non essere solamente) un fenomeno sostanzialmente continuo ma presentare rilasci improvvisi di quantitativi significativi di sedimenti.

Queste possibili frane sottomarine (analogamente a quanto potrebbe verificarsi – con conseguenze peggiori – nella situazione esistente in corrispondenza del tratto terminale del molo di sopraflutto esistente, come detto al precedente punto 2.10.4) potrebbero dare luogo a rischi ed inconvenienti da evitare.

Mentre l'esecuzione del dragaggio tra le due darsene eliminerà il problema nella zona di testata del sopraflutto esistente, dagli esiti del monitoraggio del comportamento della zona a sud delle nuove opere, e dalle relative indagini e studi, potrà emergere la opportunità di “scaricare” periodicamente gli accumuli ed evitare il rischio di loro rilasci improvvisi.

7.2. Fondale e dragaggi

Il fondale da prevedere nella nuova darsena, onde consentirne l'utilizzo quanto più possibile flessibile sia per il traghettamento dello Stretto sia per “autostrade del mare”, dovrà naturalmente essere riferito a quest'ultima tipologia di traffico – che si avvale di navi di dimensioni assai maggiori – e quindi alla immersione delle navi RoRo “di progetto”, individuata (cfr. il punto 4.2 della presente) in 7-8 m.

Il fondale da realizzare, in gran parte mediante dragaggio, all'interno della nuova darsena ed in tutta l'area tra le due darsene potenzialmente interessata dalle manovre delle navi in entrata ed in uscita (cfr. il cap. 6 ed il rapporto CETENA) può essere quindi stabilito in $-9,0$ m, tale da consentire un franco sottochiglia di 1-2 m rispetto alla massima immersione delle navi previste, margine che risulta adeguato nelle condizioni specifiche in base agli usuali *standards* e raccomandazioni tecniche.

Si ritiene opportuno prevedere un ulteriore margine per quanto attiene alle quote di fondazione ed ai criteri di progettazione delle principali opere marittime.

In particolare, per le banchine e gli accosti appare opportuno considerare che il fondale possa essere approfondito a $-9,5/-10,0$ m per tenere conto sia di utilizzo di navi di pescaggio maggiore rispetto a quello ipotizzato, sia di fenomeni di scalzamento al piede delle banchine per effetto dell'azione delle eliche e/o di fenomeni naturali.

Per le opere di difesa – in particolare il molo di sopraflutto – la quota di fondazione delle strutture dovrà essere valutata accuratamente in sede di progettazione tenendo conto sia della stabilità in condizioni statiche e dinamiche del complesso opere + terreno sia della possibile evoluzione morfologica dei fondali naturali antistanti, che potrebbe provocare erosioni e scalzamenti al piede delle opere.

I dragaggi da eseguire, prevedibilmente di materiali sciolti e non inquinati – salvo l'esito delle indagini geognostiche ed ambientali locali che restano naturalmente indispensabili – ammontano a circa 550.000 m³, considerando anche l'escavo della spiaggia e dei terreni attualmente emersi.

Questi materiali – se idonei – potranno essere usati in parte per la formazione dei rilevati previsti dal Piano. La maggior parte tuttavia non potrà essere utilizzata nell'ambito dell'intervento e quindi dovrà essere portata a discarica se non – come appare attualmente auspicabile qualora il materiale sia dotato delle necessarie caratteristiche granulometriche, chimico-fisiche e biologiche – utilizzato per significativi interventi di ripascimento e ricostruzione di spiagge ed arenili a nord egli approdi esistenti (tratto A della costa di Fig. 7.1) e/o in altre località costiere soggette ad erosione.

7.3. Tipologia delle principali opere marittime

Le figure che seguono mostrano la tipologia individuata per le principali opere marittime a seguito delle considerazioni riportate nei precedenti capitoli.

Si tratta evidentemente di indicazioni del tutto preliminari, relative essenzialmente alle caratteristiche funzionali delle opere e non certamente vincolanti ai fini progettuali. Il progetto delle opere dovrà infatti essere riferito ad adeguate indagini locali, studi di approfondimento e verifiche, al cui proposito si forniscono nel seguito alcune raccomandazioni.

molo di sopraflutto, tratto terminale. Il tratto terminale del nuovo molo di sopraflutto, lungo circa 190 m³, si sviluppa (cfr. le figure seguenti) su fondali compresi tra –10 m e –8 m, in parte composti da materiali di recente deposizione e – specie nel tratto di testata – assai prossimi al netto cambio di pendenza di cui si è detto al cap. 2, che diventa pari al 40-50% oltre la batimetrica –10 m.

In assenza di specifiche ed adeguate indagini locali e degli approfondimenti cui si è fatto cenno circa la prevedibile evoluzione morfologica in assenza ed in presenza delle nuove opere non è agevole – e d'altra parte non è questa la sede – definire la più opportuna tipologia progettuale del molo, né avrebbe senso anticipare analisi e verifiche quantitative, potenzialmente fuorvianti non essendo forzatamente riferite a parametri significativi delle effettive caratteristiche locali.

Nella sostanza la fattibilità del molo di sopraflutto della nuova darsena, nella configurazione prevista dal Piano, appare indiscutibile, essendo lo stesso riferibile a condizioni uguali ed ubicato su fondali del tutto analoghi (ed anzi mediamente più favorevoli) rispetto al vicino sopraflutto già realizzato a protezione degli approdi esistenti, che non ha mostrato ad oggi inconvenienti significativi.

Ciò premesso, potrebbe risultare opportuno orientare il progetto verso soluzioni a parete verticale del paramento esterno, che risultano compatibili con le condizioni “di progetto” del moto ondoso (onde estreme con $H_s = 4,3$ m circa, cfr. punto 2.4) ed al contempo favorevoli allo scopo di evitare eventuali accumuli di sedimenti e conseguenti rischi di rilasci improvvisi.

Altrettanto opportuno appare – salvo l'esito delle indagini e degli approfondimenti di cui si è detto – considerare soluzioni che garantiscano il migliore immorsamento dell'opera negli strati di terreno di meno recente deposizione (presumibilmente caratterizzati da elevati gradi di addensamento) e tali da assicurare una elevata stabilità del complesso opera + terreno, specie in presenza di eventi sismici.

Le soluzioni ipotizzabili potrebbero pertanto essere composte da cassoni cellulari in cemento armato eventualmente fondati su micropali, oppure da *cofferdams* di palancole metalliche, del tipo indicativamente mostrato in Fig. 7.4.

molo di sopraflutto (tratto di radice) ed opere di difesa dei rilevati. Queste opere hanno le seguenti caratteristiche:

	lunghezza (m)	fondale naturale di imposta (m)
radice del sopraflutto	120,00	-9
difesa terrapieno sud	280,00	-5
difesa tra le due darsene	230,00	var.
totale	630,00	

La tipologia più indicata appare quella di tradizionali opere a scogliera poiché i fondali di imposta della radice del sopraflutto e dell'opera di difesa del nuovo terrapieno sud sono limitati e non adatti all'impiego di opere a parete verticale e poiché l'opera di difesa del rilevato compreso tra le due darsene deve essere dotata di un basso coefficiente di riflessione del moto ondoso incidente onde contribuire alla tranquillità della nuova darsena.

La tipologia indicativa di tali opere è mostrata in Fig. 7.5. In sede di progettazione saranno da considerare, tra gli altri, i fenomeni di tracimazione in relazione ai requisiti di sicurezza delle aree portuali retrostanti nonché i margini relativi alle quote di imbasamento delle opere di cui al punto 7.2 della presente.

banchine. Le banchine da realizzare, dello sviluppo complessivo di circa 700 m, dovranno essere caratterizzate da un ridotto coefficiente di riflessione del moto ondoso e pertanto realizzate con strutture idonee, quali quella indicativamente mostrata in Fig. 7.6. Anche per le banchine si richiama quanto detto al punto 7.2 circa le quote del fondale antistante di cui tenere conto per il dimensionamento strutturale.

sfoci di corsi d'acqua. Nell'area di espansione verso sud del porto di Tremestieri sfociano (Fig. 7.1) i seguenti corsi d'acqua, così caratterizzati in via di prima approssimazione:

	superficie del bacino (ha)	trasporto solido (m ³ /anno)
bacino Palummara	15	370
vallone Guidari	56	920
bacino Giglio	19	520

Si è già detto che, in base alle informazioni disponibili, il trasporto solido appare trascurabile sia ai fini della dinamica morfologica complessiva del litorale sia ai fini dell'interrimento degli specchi acquei portuali, risolvibile con modesti interventi di manutenzione.

Il deflusso di questi corsi d'acqua attraverso le nuove opere, dovrà naturalmente essere consentito prevedendo idonee opere coperte di canalizzazione e di sbocco, da dimensionare in base alla normativa vigente previa valutazione delle portate liquide "di progetto" e le opportune verifiche idrauliche.

Al margine sud dei nuovi piazzali portuali sfocia infine il bacino Canneto, del quale potrà essere considerata l'opportunità di prevedere una armatura di foce anche in riva destra, analoga a quella in riva sinistra costituita dal pennello in scogliera in radice del nuovo molo.

7.4. Considerazioni conclusive

Riepilogando quanto detto sopra, gli aspetti progettuali di delicate e complesse opere marittime quali quelle necessarie per realizzare ex-novo la darsena sud del porto di Tremestieri – specie in presenza di condizioni locali per molti aspetti non naturalmente adatte ad ospitare un nuovo e significativo porto – non possono certo essere sviscerati a fondo in sede di redazione del PRP. Analogamente non è possibile precisare in termini quantitativi gli effetti indotti sul litorale, anche perché la forte ed inusuale acclività dei fondali male si presta all'impiego degli usuali modelli matematici.

Le analisi svolte e le valutazioni proposte con il presente elaborato mostrano la fattibilità degli interventi previsti dal Piano, ne precisano le caratteristiche funzionali e consentono di inquadrarne gli effetti.

La progettazione delle opere dovrà essere riferita in primo luogo ad una serie di indagini e rilievi che forniscano tutti gli indispensabili elementi di conoscenza relativi alle specifiche condizioni locali, così precisando le ipotesi descritte nella presente in termini generali o per analogia alle informazioni disponibili per aree vicine.

I principali rilievi ed indagini da eseguire a supporto del progetto possono essere così elencati, oltre a quanto necessario ai fini unicamente ambientali:

- ***rilievo batimetrico generalizzato***, che consenta di monitorare il comportamento del litorale per confronto con il rilievo del marzo 2007 e precedenti;
- ***indagini geognostiche*** (sondaggi, prelievo ed analisi di campioni, prove penetrometriche, etc.) lungo il tracciato delle nuove opere principali, dalle quali trarre valutazioni documentate circa i parametri geotecnici e le caratteristiche dei terreni, fino alle profondità potenzialmente interessate da fenomeni di scivolamento e di instabilità in condizioni statiche e sismiche;
- ***prelievo di campioni delle spiagge immerse ed emerse***, indagini sedimentologiche e granulometriche, che consentano di caratterizzare i sedimenti superficiali e comunque soggetti alla dinamica litoranea;

- **indagini sui materiali da dragare** (indagini granulometriche, mineralogiche, chimico-fisiche, biologiche in sito ed in laboratorio) volte a caratterizzarne le proprietà sia ai fini del dragaggio e della eventuale scarica, sia ai fini di loro possibile impiego per ripascimento e/o ricostruzione di arenili.

Così messo a fuoco il quadro di riferimento si potrà procedere alle valutazioni ed analisi di supporto al progetto relative ai seguenti temi principali:

- **dinamica litoranea.** I principali approfondimenti da eseguire a questo riguardano principalmente il prevedibile comportamento del litorale a sud del porto in presenza delle nuove opere, ed in particolare la valutazione della efficacia e l'ottimizzazione delle dimensioni del pennello trasversale alla costa previsto, l'analisi della stabilità degli accumuli di sedimenti a ridosso del pennello, la valutazione dei rischi e delle conseguenze di eventuali rilasci improvvisi di quantitativi significativi di tali accumuli, la valutazione di eventuali rischi di interrimento degli specchi acquei portuali (che al momento appaiono da escludere), la definizione di programmi di monitoraggio e di eventuali interventi sistematici di manutenzione degli accumuli a sud del porto e dei fondali portuali. Gli strumenti e le metodologie da utilizzare comprendono modelli matematici (eventualmente anche fisici) in grado di riprodurre i fenomeni di morfologia costiera in presenza di sedimenti con componenti grossolane e di fondali fortemente acclivi, nonché modelli matematici per le analisi di stabilità statica e dinamica dei terreni e del complesso opera + terreno.
- **opere foranee e di difesa.** Mediante il confronto di soluzioni alternative si dovrà procedere alla ottimizzazione della tipologia progettuale tenendo conto – in maniera interattiva – della dinamica costiera (e quindi del prevedibile comportamento del fondale antistante, della sua evoluzione per fenomeni di trasporto trasversale ed eventualmente longitudinale, del fondale di imposta delle opere da considerare per evitarne lo scalzamento, etc.), degli aspetti idraulici (susceptibilità ad onde frangenti, tracimazione in relazione alla sicurezza di utilizzo delle aree portuali retrostanti ed alle attività previste, ridotto potere riflettente ove significativo, etc.), degli aspetti geotecnici e naturalmente del costo di costruzione e di manutenzione nonché della facilità e rapidità di esecuzione. Strumenti e metodologie sono in parte gli stessi di cui sopra, integrati dagli usuali riferimenti scientifici e tecnico-sperimentali per i differenti aspetti.

- ***banchine***. Le possibili alternative dovranno essere confrontate in termini tecnici ed economici, tenendo presente il requisito di un contenuto potere riflettente del moto ondoso e della opportunità che il fondale antistante sia approfondibile qualora risultasse in futuro possibile ed utile ospitare navi di maggiore pescaggio (o risulti di fatto approfondito per fenomeni naturali e/o per l'azione delle eliche) rispetto alla quota di dragaggio prevista dal Piano.

- ***dragaggi***. I principali temi di approfondimento riguardano le tecnologie, i mezzi e gli accorgimenti da impiegare per contenere la dispersione di sedimenti durante il dragaggio, le modalità di scarica dei sedimenti che non possono essere utilizzati nell'ambito delle opere previste dal Piano, il loro impiego – altamente auspicabile ancorché forse non facilmente programmabile a priori – per ripascimento e/o ricostruzione di arenili, se consentito dalle caratteristiche dei materiali da dragare.

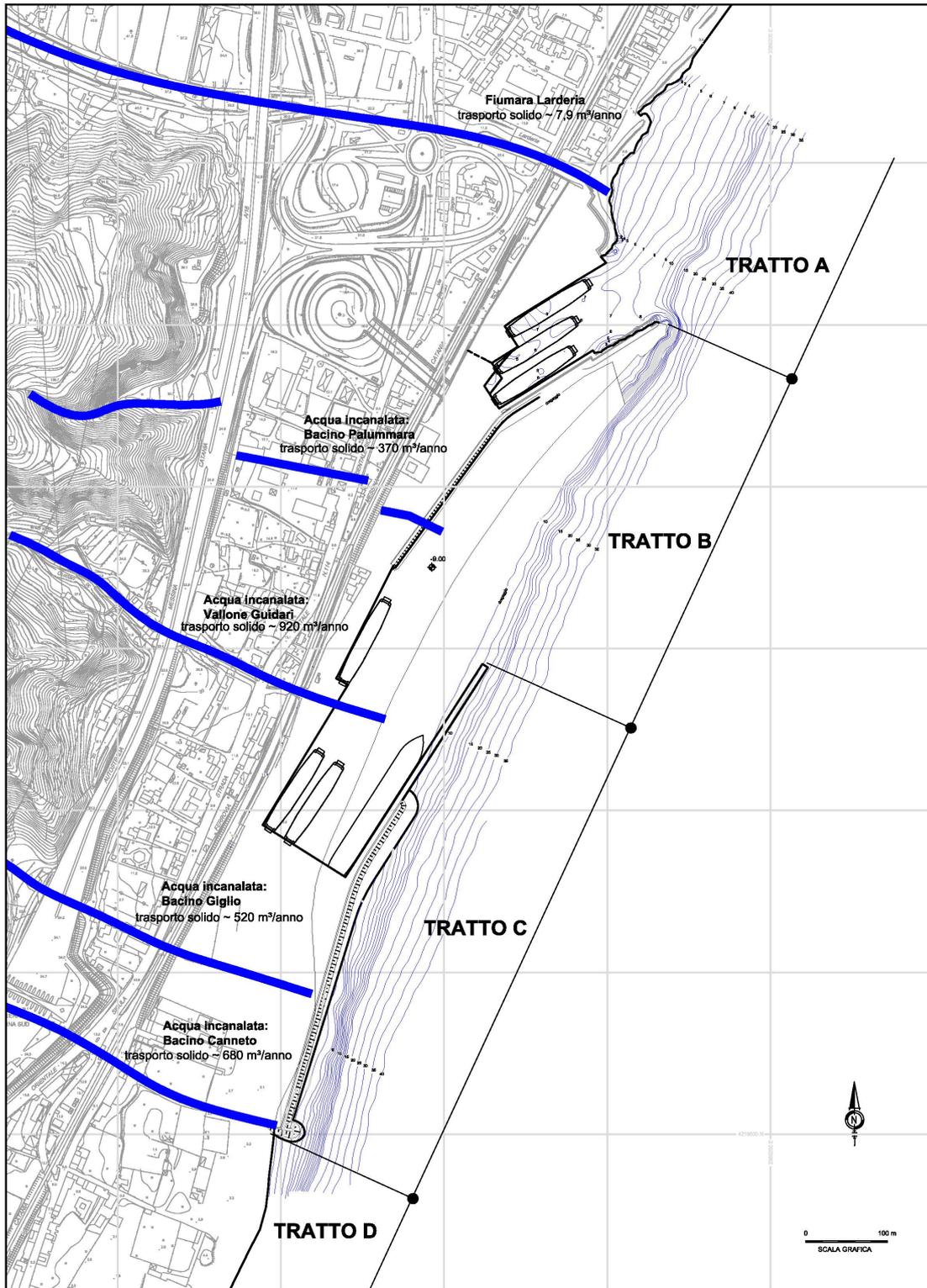
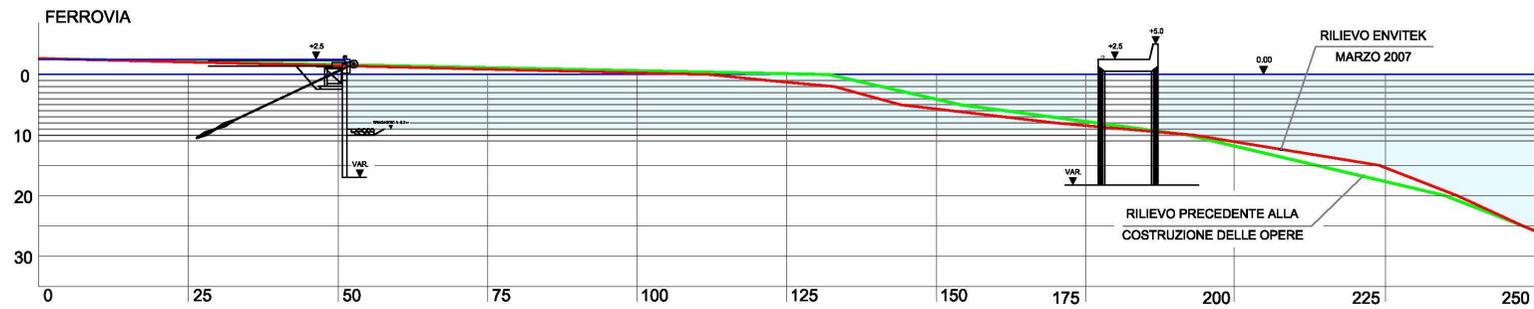


Fig. 7.1 Tremestieri – Tratti del litorale a diverso comportamento



Fig. 7.2 Tremestieri – Planimetria di riferimento dei profili trasversali

PROFILO 11



PROFILO 12

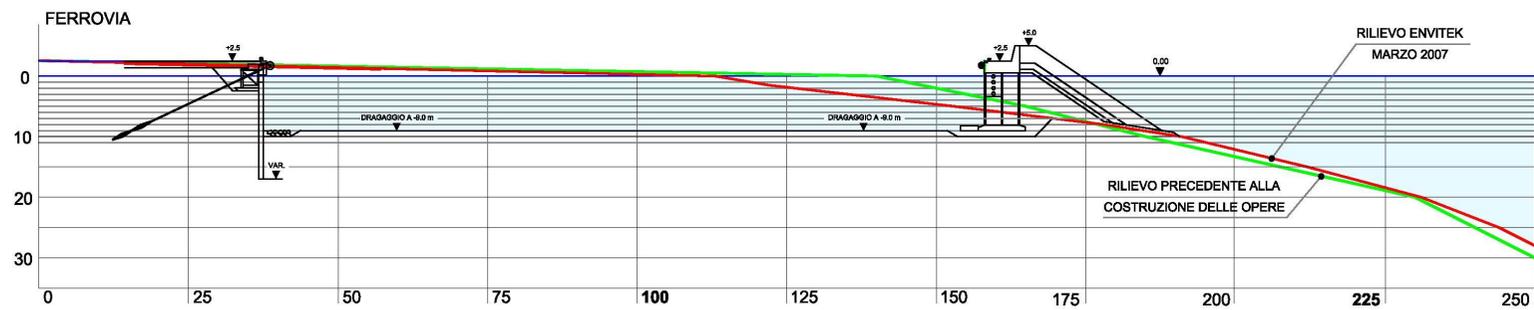


Fig. 7.3 Tremestieri – Profili trasversali in presenza delle nuove opere

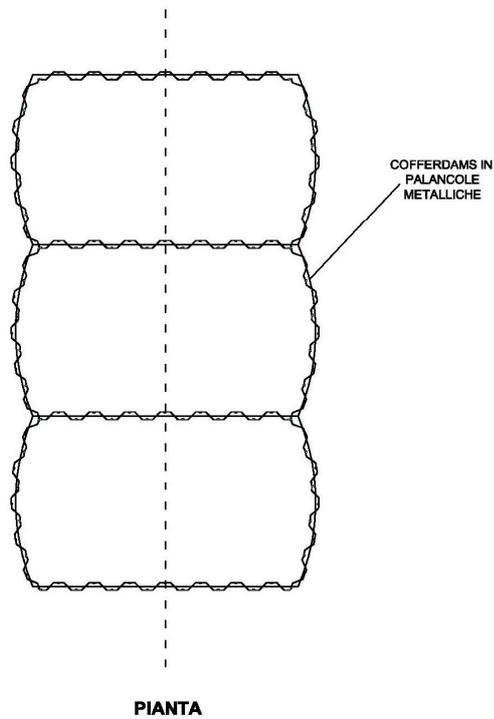
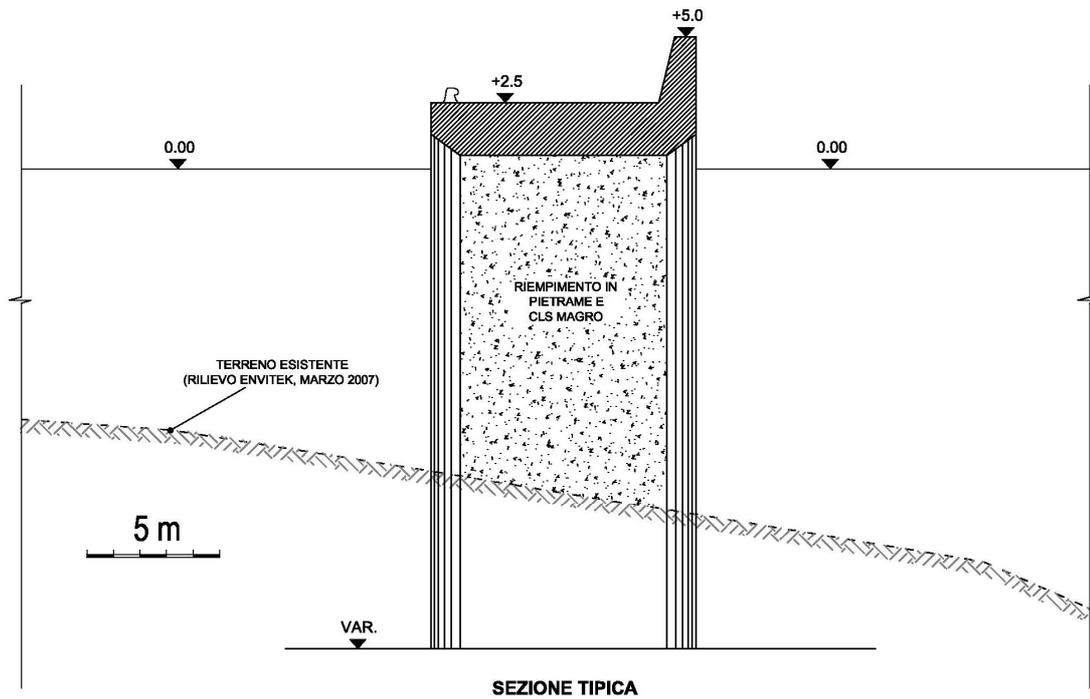


Fig. 7.4 Tremestieri – Tratto terminale del nuovo molo di sopraflutto. soluzione con *cofferdams*

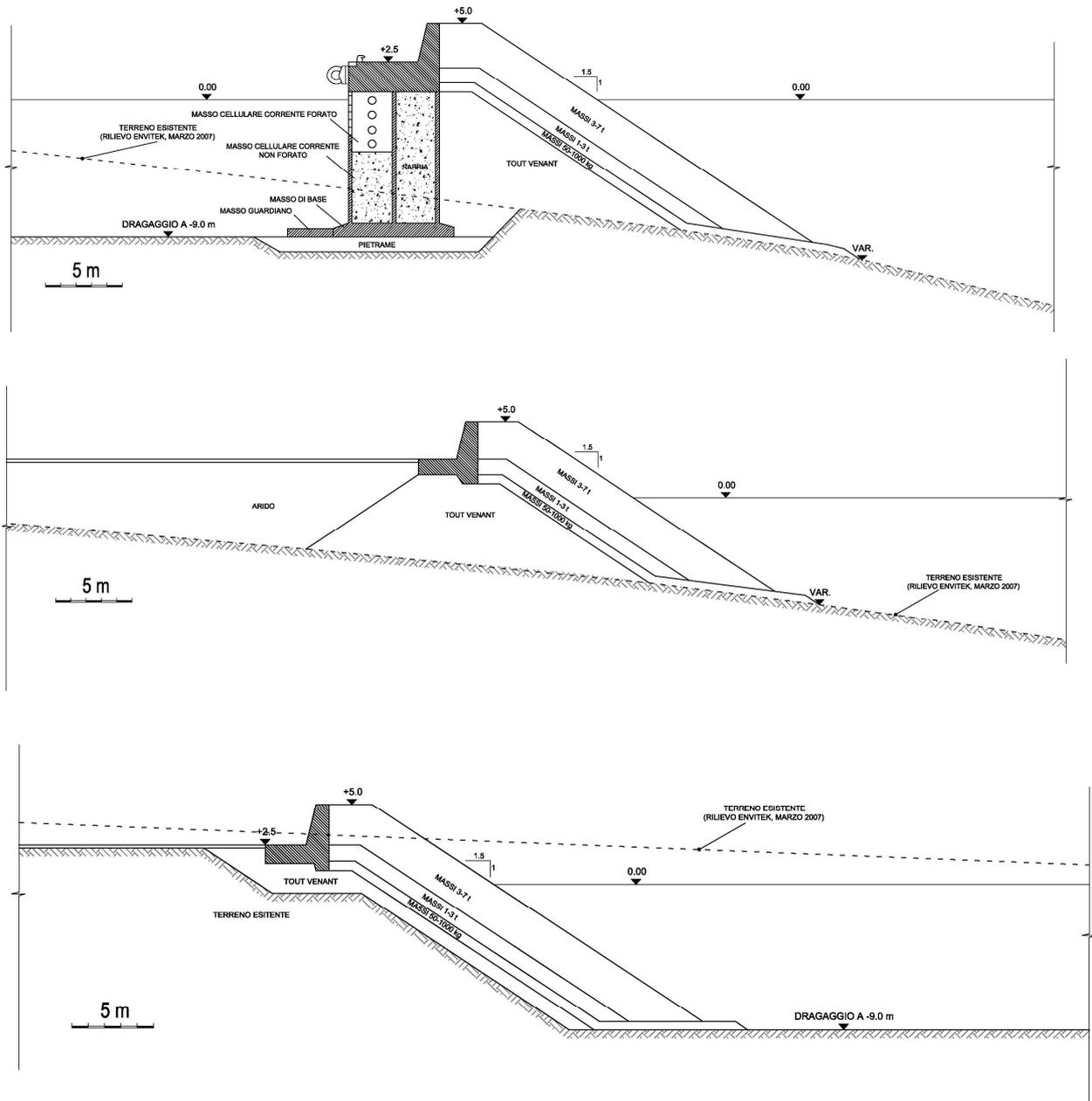


Fig. 7.5 Tremestieri – Sezioni tipiche indicative delle opere di difesa a scogliera

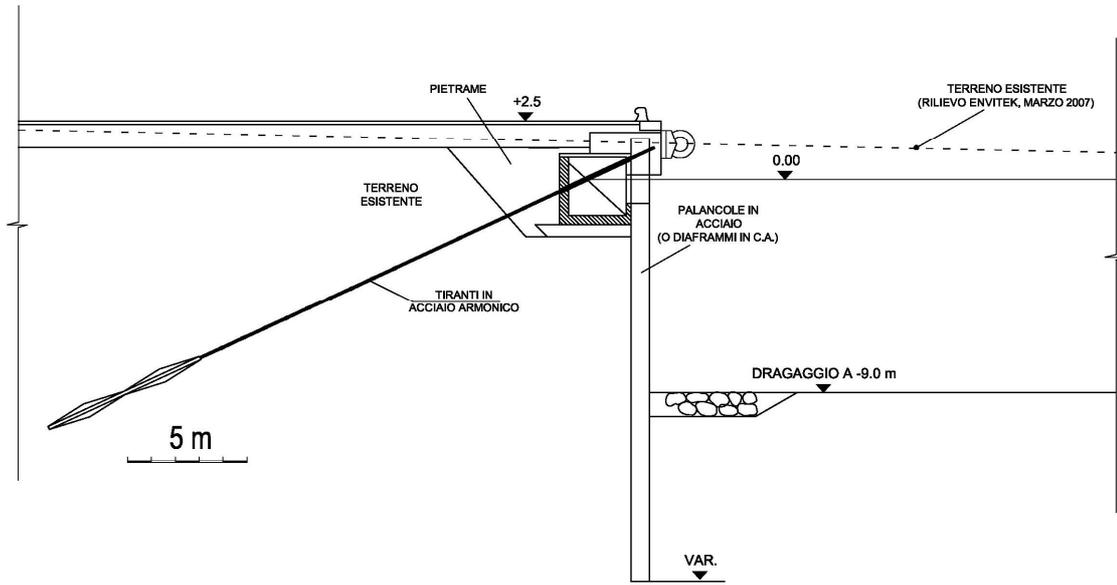


Fig. 7.6 Tremestieri – Sezione tipica indicativa delle nuove banchine

8. ASPETTI FUNZIONALI, AREE A TERRA, COLLEGAMENTI

8.1. Assetti funzionali

Per fra fronte agli obiettivi ed agli indirizzi del “Quadro Strategico” (cap. 3) ed in base alle considerazioni esposte al cap. 4 della presente, è del tutto evidente che il nuovo porto di Tremestieri dovrà essere caratterizzato dalla **massima flessibilità di utilizzo**, consentendo – nei limiti dimensionali imposti dalle condizioni esterne, di far fronte alle esigenze prossime e future prevedibili per il traghettamento dello Stretto e relativa cantieristica di supporto e per le “autostrade del mare”.

Nel breve termine, non appena realizzate le nuove opere e trasferito a Tremestieri il traghettamento dello Stretto anche delle automobili assieme a quello dei mezzi stradali commerciali, si è valutato che gli accosti operativi necessari per il traghettamento siano 3-4 qualora prosegua l'utilizzo “promiscuo” attualmente praticato tramite la società “Terminal Tremestieri” che riunisce i diversi armatori, pari almeno a 4 qualora invece – come appare probabile – gli accosti vengano utilizzati in esclusiva da ciascun operatore.

Occorre poi disporre di 1-2 accosti per la manutenzione dei traghetti, oltre agli accosti – necessariamente non a Tremestieri – dei traghetti temporaneamente non attivi, di notte e/o nei periodi di minore traffico.

Per le “autostrade del mare” sono potenzialmente utilizzabili 2 accosti (sul lato di levante e su quello di ponente della nuova darsena), compatibilmente con le esigenze del traghettamento, da considerarsi evidentemente prioritarie e – in assenza del Ponte – in mancanza di alternative per una funzione vitale per l'intera economia siciliana.

Quanto sopra è tuttavia suscettibile di modificazioni significative nel medio-lungo termine (ma potenzialmente anche a breve) in relazione all'effettivo andamento dei volumi del traffico di traghettamento dello Stretto, prudenzialmente stimato in (moderata) crescita benché diversi operatori ne prevedano la stabilità se non un calo tendenziale, conseguente allo sviluppo (peraltro auspicabile e promosso dalle politiche comunitarie e nazionali) di modalità di trasporto diverse da quelle su gomma.

Altri fattori che possono indurre a modificare l'assetto funzionale complessivo sono quelli legati alle modalità di gestione (consortili o separate per i diversi operatori) del traghettamento, alle dimensioni e prestazioni delle navi traghetto e RoRo per “autostrade del mare” che verranno effettivamente impiegate, alla modalità

“accompagnato” o “non accompagnato” del traffico su navi RoRo, alle effettive esigenze di manutenzione dei traghetti, etc.

Per non parlare della eventuale realizzazione del Ponte, che determinerebbe una drastica riduzione delle esigenze di traghettamento e conseguente aumento della disponibilità di infrastrutture per le “autostrade del mare”. Questa eventualità, ancorché non considerata entro l’orizzonte temporale del Piano, va opportunamente tenuta anch’essa presente – nei limiti del possibile – ad evitare di realizzare opere importanti che potrebbero risultare inutili perché non dotate di sufficiente flessibilità.

Il disegno del nuovo PRP di Tremestieri è improntato appunto alla massima flessibilità ed in particolare prevede:

- **darsena esistente.** Mediante semplici interventi di risagomatura delle banchine di riva (peraltro bisognose di interventi di consolidamento strutturale) verrà reso disponibile un terzo accosto per traghetti. L’accosto nord verrà riservato all’uso esclusivo dei cantieri per la manutenzione dei traghetti, che il Piano prevede di ubicare nel piazzale attualmente utilizzato per l’accumulo degli automezzi in attesa di imbarco. L’accosto sud verrà utilizzato quale accosto pienamente operativo per il traghettamento e l’accosto intermedio potrà essere utilizzato per entrambe le funzioni, a seconda delle esigenze e del loro divenire;
- **accosto “intermedio”.** Il nuovo accosto previsto dal PRP (soggetto ad alcune limitazioni d’uso in presenza di mareggiate dal 2° quadrante, ancorché non tali da comprometterne la funzionalità in maniera apprezzabile, cfr. il cap. 5 della presente), per le sue caratteristiche dimensionali si presta ad essere utilizzato esclusivamente quale accosto operativo per il traghettamento;
- **nuova darsena sud.** La nuova darsena prevista dal PRP si presta ad una molteplicità di assetti funzionali diversi, alcuni dei quali sono mostrati, a scopo orientativo, in Fig. 8.1. Gli accosti utilizzabili sono:
 - per traghettamento dello Stretto: minimo 1 (ipotesi D in presenza di calo della domanda di traghettamento a favore delle “autostrade del mare”), probabilmente 2-3 (ipotesi A e B), massimo 4 (ipotesi D).

Si noti che, in alcuni casi, alcuni accosti per il traghettamento non dovranno essere occupati durante l’ingresso e l’uscita delle navi RoRo per le “autostrade del mare” onde consentire gli spazi necessari a queste ultime per manovrare in

sicurezza (cfr. studio CETENA), senza che ciò comporti inconvenienti apprezzabili poiché sia la sosta in porto dei traghetti sia la manovra delle navi RoRo dura pochi minuti (al massimo 20-30) e potranno quindi essere facilmente coordinabili. Nessuna limitazione sussiste invece per la manovra dei traghetti in presenza di navi RoRo ormeggiate in porto, per durate assai maggiori. I traghetti non accostati a banchina potranno essere ormeggiati utilizzando “bettoline” come quelle indicate talvolta in Fig. 8.1, oppure tramite le ancore;

- per autostrade del mare: minimo 0 (ipotesi C, speculare rispetto alla ipotesi D e relativa ad una condizione – non prevedibile – di forte crescita della domanda di traghettamento e conseguente rinuncia ad accosti RoRo), probabilmente 1 (ipotesi A e B), massimo 2 (ipotesi D).

L’assetto A di Fig. 8.1 appare al momento il più razionale e coerente con le ipotesi fatte e ad esso saranno riferite le valutazioni che seguono, tenendo tuttavia sempre presente che anche altre soluzioni sono possibili, e naturalmente consentite dal nuovo PRP.

8.2. Potenzialità di traffico per il traghettamento dello Stretto

Gli accosti operativi ipotizzabili sono, per quanto detto, prudenzialmente stimabili come segue nella ipotesi A di assetto complessivo:

- darsena esistente: 1-2
- accosto “intermedio”: 1
- nuova darsena: 2

in totale quindi 4 se la manutenzione delle navi occupa due accosti, 5 se solo l’accosto nord della darsena esistente fosse permanentemente occupato da navi in manutenzione.

La corrispondente potenzialità di traffico di un accosto può essere, anch’essa prudenzialmente, valutata come segue sulla base dei dati illustrati al cap. 3 dell’Allegato D.2:

- linea di carico netta: 200-300 m
- numero medio giornaliero di corse: 30-35
- numero medio annuo di corse: 10.800-12.600
- numero medio annuo di “auto equivalenti”, trahettate nelle due direzioni: 1.200.000-1.600.000

La disponibilità di quattro accosti operativi consente quindi una potenzialità di traffico dell'ordine di 5-6 milioni di "auto equivalenti", sostanzialmente corrispondente cioè a quanto prevedibilmente necessario in base alle considerazioni esposte al cap. 4 della presente relazione.

In realtà è possibile che la domanda prevedibile nel prossimo futuro possa essere soddisfatta – intervenendo sul fattore di occupazione della stiva, il numero e la frequenza delle corse, etc. rispetto a quanto risulta in base ai dati relativi al 2004/2005 – anche usufruendo di soli 3 accosti operativi, per l'intero arco dell'anno o nei periodi non di picco del traffico. In tal caso potrebbe risultare possibile attivare, nella nuova darsena, anche il secondo accosto per "autostrade del mare", adottando un assetto operativo del tipo D di cui alla Fig. 8.1.

8.3. Proprietà delle aree, aspetti catastali

In Fig. 8.2, la configurazione definita per l'ampliamento del porto di Tremestieri, è rappresentata su una base cartografica catastale unitamente agli attuali confini della Circoscrizione territoriale di competenza dell'Autorità Portuale di Messina nonché al nuovo confine sud della Circoscrizione che qui viene proposto, coincidente con lo sfocio a mare della fiumara Canneto.

Come è possibile osservare, le aree interessate dalle opere previste dal nuovo PRP ricadono nei fogli 161 e 169 del comune di Messina.

Nella figura, sono inoltre campite in maniera diversa, a seconda dell'attuale regime (pubblico o privato), le particelle catastali interessate dalle opere in progetto ed ubicate a sud dell'area occupata dagli approdi esistenti.

Si tratta per la gran parte di aree pubbliche ma, non irrilevanti, sono anche quelle private. Queste sono concentrate in buona parte in una stretta porzione di territorio collocata appena a nord della fiumara Guidari, a ridosso della massicciata ferroviaria. A sud è poi presente una ulteriore particella di proprietà privata.

Complessivamente le particelle in regime di proprietà privata ammontano a circa 15.400 m² mentre quelle in regime di proprietà pubblica a circa 100.700 m², di cui circa 4.200 m² facenti capo al demanio ferroviario.

8.4. Organizzazione delle aree a terra, viabilità, collegamenti

La Fig. 8.3 illustra una ipotesi di organizzazione delle aree a terra, dei piazzali per sosta ed accumulo degli automezzi e delle automobili in attesa di imbarco, della viabilità interna al porto e di quella di accesso e collegamento alle reti stradali ed autostradali.

L'ipotesi è stata disegnata allo scopo di verificare la compatibilità complessiva e di trarre orientamenti circa la migliore – e più flessibile – ubicazione degli interventi “fissi” di maggiore impegno (edifici, biglietterie, opere strutturali) ed è riferita ad un assetto funzionale del tipo A di Fig. 8.1 ma si presta facilmente ad essere modificata ed adattata anche ad altri assetti ed usi diversi degli accosti della nuova darsena.

Si evidenzia:

- la necessità di ampliare gli spazi a terra mediante la costruzione di una opera di sostegno del rilevato della ferrovia;
- la disponibilità, oltre al collegamento principale attraverso l'esistente sottopasso della ferrovia, di un accesso di servizio e di emergenza – anch'esso esistente – al margine nord dell'area cantieristica;
- la possibilità di realizzare tre distinti terminali per il traghettamento, dotati di autonome strutture e di spazi a terra adeguati, qualora la gestione consortile degli approdi esistenti attualmente praticata si rivelasse non più opportuna nella nuova configurazione o non più consentita in ossequio alla normativa sulla tutela della concorrenza. In alternativa, allo scopo di utilizzare al massimo le opere ed evitare le diseconomie potenzialmente derivanti dall'uso in esclusiva dei terminali, potranno essere definite procedure e normative che disciplino l'uso di un terminale da parte di più operatori – ad esempio concedendo agli stesso *slots* temporali differenziati in relazione ai rispettivi orari – salvaguardando così l'autonomia di gestione e tariffazione.

Nelle ipotesi di assetto di Fig. 8.3 la disponibilità di piazzali per automobili ed automezzi in attesa di imbarco è riepilogata nella seguente tabella, nella quale per “linea di carico” si intende lo sviluppo di corsie affiancate larghe 3 m e per “auto equivalenti” il numero di automobili, lunghe mediamente 4,5 m, accoglibile nelle corsie di sosta.

area	superficie (m ²)	linea di carico (m)	auto equivalenti (n°)
P1	4.700	1.567	350
P2	2.130	710	160
P3	1.545	515	115
P4	5.250	1.750	390
P5	6.475	2.158	480
P6	6.635	2.212	490
P7	7.280	2.427	540
totale	!Errore di sintassi,)	!Errore di sintassi,)	!Errore di sintassi,)

Analizzando le diverse aree si può osservare quanto segue:

accosti B e C (darsena nord). Al corrispondente piazzale (P1) si può accedere dalla rotatoria, mentre gli automezzi in sbarco possono dirigersi direttamente al tunnel esistente (sottopasso della ferrovia) e quindi all'autostrada ed alla viabilità ordinaria. L'area verde a ponente del piazzale P1 può accogliere biglietterie e servizi.

Il piazzale P1, con una superficie di 2.350 m², una "linea di carico" di 780 m e la possibilità di accogliere 175 "auto equivalenti" per ciascuno dei due accosti B e C, dispone dei requisiti di cui al punto 4.2 della presente relativi ad accosti per il traghettamento dello Stretto ed è quindi in grado di servire contemporaneamente i due accosti, con qualche margine che potrebbe essere utilizzato per ampliare l'area biglietterie e servizi.

accosto D. L'accosto D per il traghettamento (intermedio tra le due darsene ma comunque da ritenersi sufficientemente protetto dal moto ondoso, come detto) può essere alimentato dai due piazzali P2 e P3. L'accesso ai piazzali, come orientativamente prefigurato in Fig. 8.3, può avvenire attraverso la zona biglietterie e servizi indicata al margine sud-ovest dell'area portuale salvo che – a seguito dei necessari approfondimenti – risulti possibile dotare questo potenziale terminale di biglietterie e servizi autonomi. Gli automezzi in sbarco possono invece avviarsi direttamente all'uscita.

L'insieme dei due piazzali P2 e P3, con una superficie complessiva di 3.675 m², una "linea di carico" di 1.225 m e la possibilità di accogliere 275 "auto equivalenti", ha dimensioni largamente in grado di servire l'accosto D ed, anche in questo caso, alcuni spazi potranno essere dedicati a verde e servizi.

accosti E ed F. L'accesso al corrispondente piazzale P4 è previsto attraverso la zona biglietterie e servizi indicata in Fig. 8.3, mentre gli automezzi in sbarco possono avviarsi direttamente all'uscita.

Il piazzale P4, con una superficie di 2.625 m², una "linea di carico" di 875 m e la possibilità di accogliere 195 "auto equivalenti" per ciascuno dei due accosti serviti è in linea con i requisiti dimensionali indicati al punto 4.2 per il traghettamento.

accosto G e piazzali per "autostrade del mare". I tre piazzali P5, P6 e P7 dispongono complessivamente di una superficie di 20.400 m² circa, al netto della viabilità di collegamento, di accesso e perimetrale ed al lordo dei corselli interni alle aree di sosta, da prevedere specie per un uso con modalità "non accompagnato", per la quale appaiono più indicati i piazzali P7 e P6.

Ipotizzando un ingombro di circa 40-45 m² per ogni autotreno "accompagnato" (in sosta quindi su corsie affiancate larghe 3,0-3,5 m) e di circa 100 m² per ogni semirimorchio "non accompagnato" (con un ingombro quindi comprensivo dei corselli intermedi necessari alla movimentazione dei semirimorchi con le apposite motrici), nonché una "linea di carico" equivalente al numero di autotreni o di semirimorchi moltiplicato per una lunghezza media di 12,5 m, si ottengono all'incirca i risultati della seguente tabella.

piazzale	modalità	superficie (m ²)	autotreni (n°)	semirimorchi (n°)	linea di carico (m)
P5	non accompagnato	6.475	150	-	1.875
P6	non accompagnato	6.635	155		1.935
P7	accompagnato	7.280		75	940
totale		!Errore di sintassi,)	!Errore di sintassi,)	!Errore di sintassi,)	!Errore di sintassi,)
complessivamente			380		

Se anche il piazzale P6 fosse utilizzato con modalità "accompagnato", nelle stesse ipotesi il numero complessivo di autotreni e semirimorchi ospitabili nei tre piazzali risulterebbe di circa 290 unità, con una "linea di carico" di 3.625 m.

Da quanto esposto, e con riferimento ai parametri e requisiti di cui al punto 4.2 della presente si può concludere che, nelle ipotesi fatte, la disponibilità di piazzali indicata a titolo orientativo e di verifica preliminare in Fig. 8.3:

- *se a servizio di 1 accosto RoRo per “autostrade del mare”, i piazzali P5, P6 e P7 consentono di operare anche con una forte componente di “non accompagnato”;*
- *se a servizio di 2 accosti RoRo (ipotesi considerata, come detto, anch’essa un essenziale riferimento per il disegno della nuova darsena) risulterebbe disponibile anche l’accosto P4. La superficie netta aumenta in questa ipotesi a circa 25.640 m², il numero di mezzi commerciali complessivamente accoglibile (dedicando al “non accompagnato” i piazzali P6 e P7) risulta pari a circa 410 e la “linea di carico” a circa 2.560 m per ciascuno dei due accosti, in buon accordo quindi con la capacità di stiva (2.500-3.000 m) delle navi RoRo previste a riferimento del Piano.*

Ad ulteriore conferma dell’adeguatezza del dimensionamento complessivo della nuova darsena sud e relative aree a terra previsto dal PRP si osserva che la superficie dell’area a sud della banchina di riva è di circa 56.300 m² (compresa viabilità, servizi, verde, etc.) e quindi sufficientemente adeguata rispetto alle indicazioni di 30-35.000 m² per ciascun accosto di cui al punto 4.2 della presente.

8.5. Possibilità di ulteriori sviluppi

Qualche parola infine – ancorché al momento non se ne ravvisi la necessità, in base alle considerazioni sopra esposte – circa le possibilità di ulteriori sviluppi e potenziamento del porto di Tremestieri, peraltro non previsti dal Piano ma delle quali appare fare cenno in vista di nuove ed imprevedibili esigenze nonché per individuare interventi che ne ostacolino il meno possibile l’eventuale realizzazione.

Esclusi ampliamenti verso ponente (a causa della presenza della ferrovia), gli ampliamenti ipotizzabili potrebbero interessare:

- la darsena esistente, ampliabile verso nord con la realizzazione di un ulteriore accosto per traghetti, che porterebbe così a 4 il numero complessivo di accosti operativi o per manutenzione disponibili nella darsena nord. Ciò avverrebbe naturalmente a scapito di parte dell’area destinata dal PRP ai cantieri navali per la manutenzione dei traghetti, senza ampliamento dell’ambito portuale. Di tale possibile intervento si potrebbe tenere conto – se consentito dalle esigenze operative dei cantieri – collocando officine e strutture fisse in maniera da non contrastarne la realizzazione;
- il territorio a sud della nuova darsena, demaniale ed (eventualmente) anche di proprietà privata, nel quale realizzare – se necessario e conveniente, compatibilmente con altre esigenze – eventuali ampliamenti dei piazzali operativi del

porto. Analoghi potenziamenti dei piazzali portuali potrebbero essere attuati allargando verso mare il rilevato a sud della banchina di riva della darsena, intervento considerato in sede di elaborazione del Piano ed accantonato perché – come detto – il dimensionamento dei piazzali previsti appare sostanzialmente adeguato rispetto alle esigenze e per l'alto costo dell'opera di difesa del rilevato "allargato", posta su fondali maggiori ed assai ripidi. Altri interventi potrebbero essere infine concepiti senza necessariamente ampliare l'area portuale, ad esempio disponendo le automobili in attesa di imbarco su strutture sopraelevate, al di sotto delle quali parcheggiare i mezzi commerciali;

- la nuova darsena non appare infine ampliabile in maniera significativa in termini di banchine e di accosti. A fronte di eventuali future nuove esigenze potranno essere concepiti nuovi interventi lungo il litorale a sud, al momento ritenuti non giustificati in base alle considerazioni esposte al punto 4.5 della presente.

8.6. Sfocio di corsi d'acqua, trasporto solido

Come si può rilevare dalla Fig. 2.7c, lungo il litorale interessato dagli interventi di Piano sfociano i seguenti corsi d'acqua:

- Bacino Palummaro (trasporto solido ~370 m³/anno);
- Vallone Guidari (trasporto solido ~920 m³/anno);
- Bacino Giglio (trasporto solido ~520 m³/anno).

Di questi corsi d'acqua occorrerà naturalmente assicurare il deflusso, prevedendo le necessarie opere di attraversamento attraverso le scogliere e le banchine previste dal Piano.

Sulla scorta dei dati riportati, il trasporto solido risulta di modesta entità e quindi non tale da creare significativi problemi di interrimento, benché naturalmente sia da prevedere la periodica rimozione dei sedimenti eventualmente accumulati in zone interessate dalla navigazione.

Al confine sud del nuovo piazzale sfocia il:

- Bacino Canneto (trasporto solido ~680 m³/anno).

Per questo corso d'acqua potrebbe essere utile studiare la opportunità di realizzare una armatura di foce simmetrica, prevedendo un secondo pennello in riva destra analogo a

quello previsto dal Piano in riva sinistra per gli scopi di cui si è detto al punto 7.1 della presente.

Appare superfluo sottolineare la necessità di approfondire mediante indagini locali e studi specifici le caratteristiche idrologiche, idrauliche e morfologiche dei corsi d'acqua citati, a supporto del progetto e del dimensionamento delle opere di attraversamento e/o di interfaccia degli interventi previsti dal PRP.

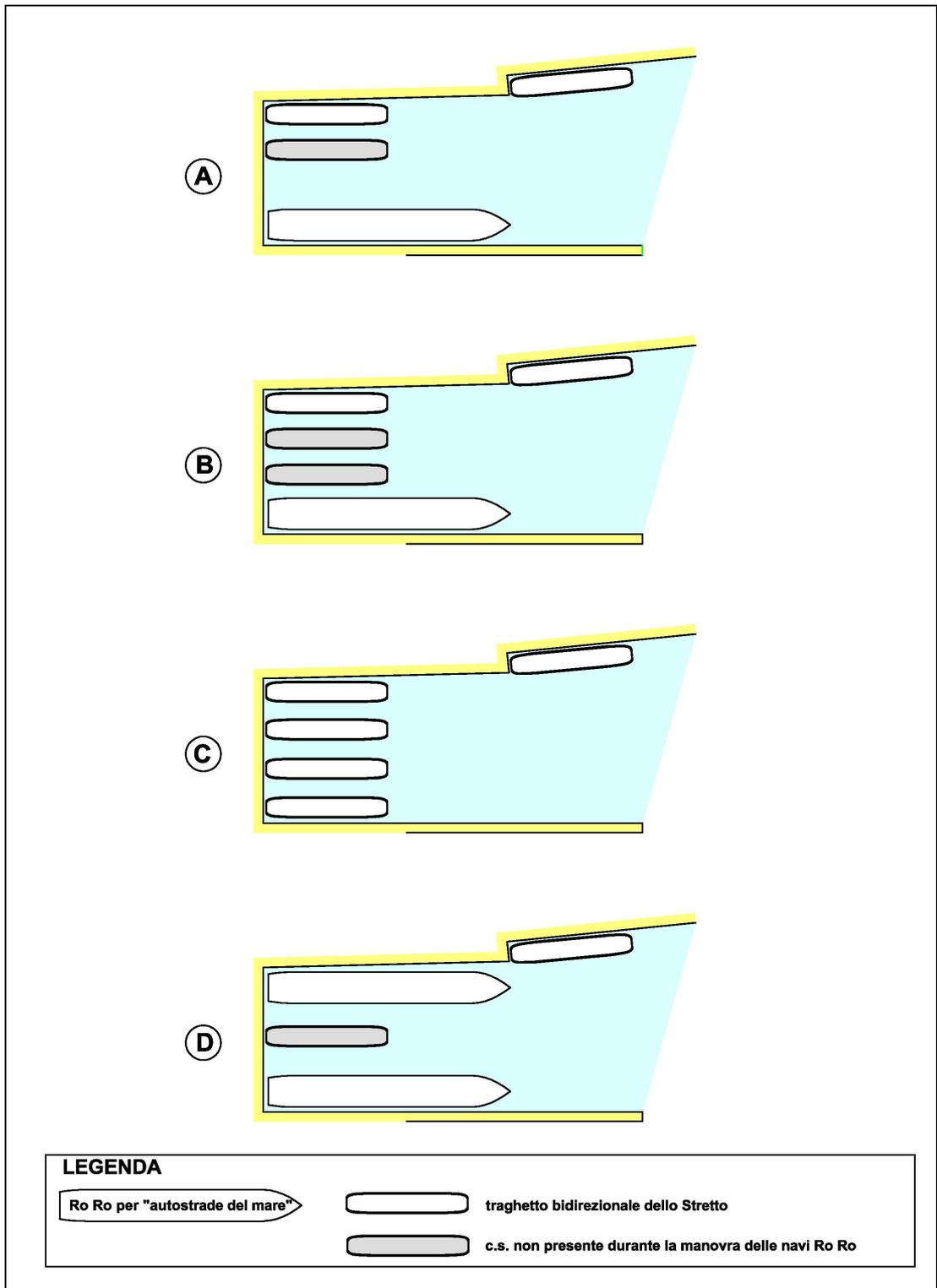


Fig. 8.1 Tremestieri – Assetti funzionali alternativi della nuova darsena

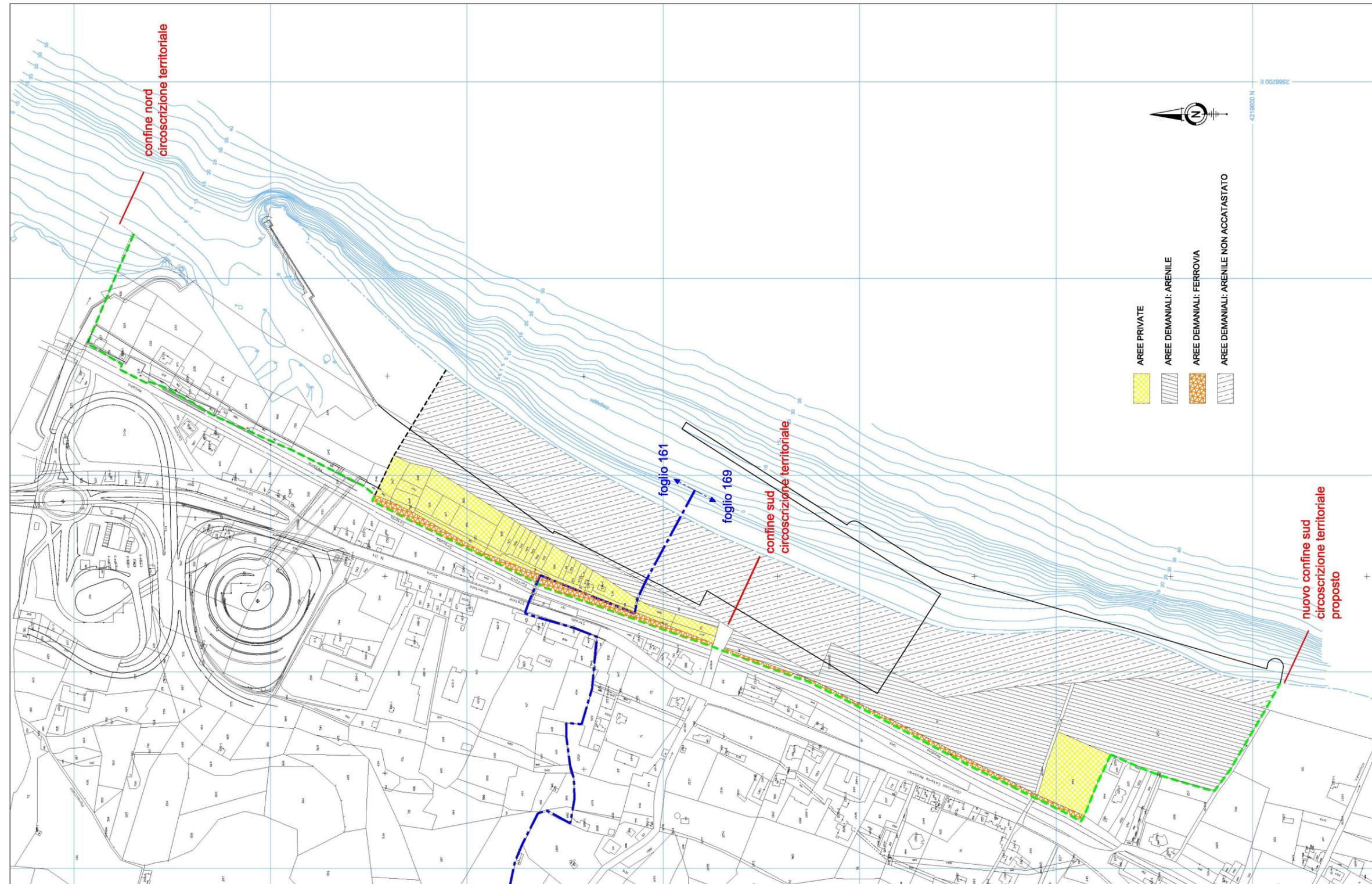


Fig. 8.2 Tremestieri – Proprietà delle aree

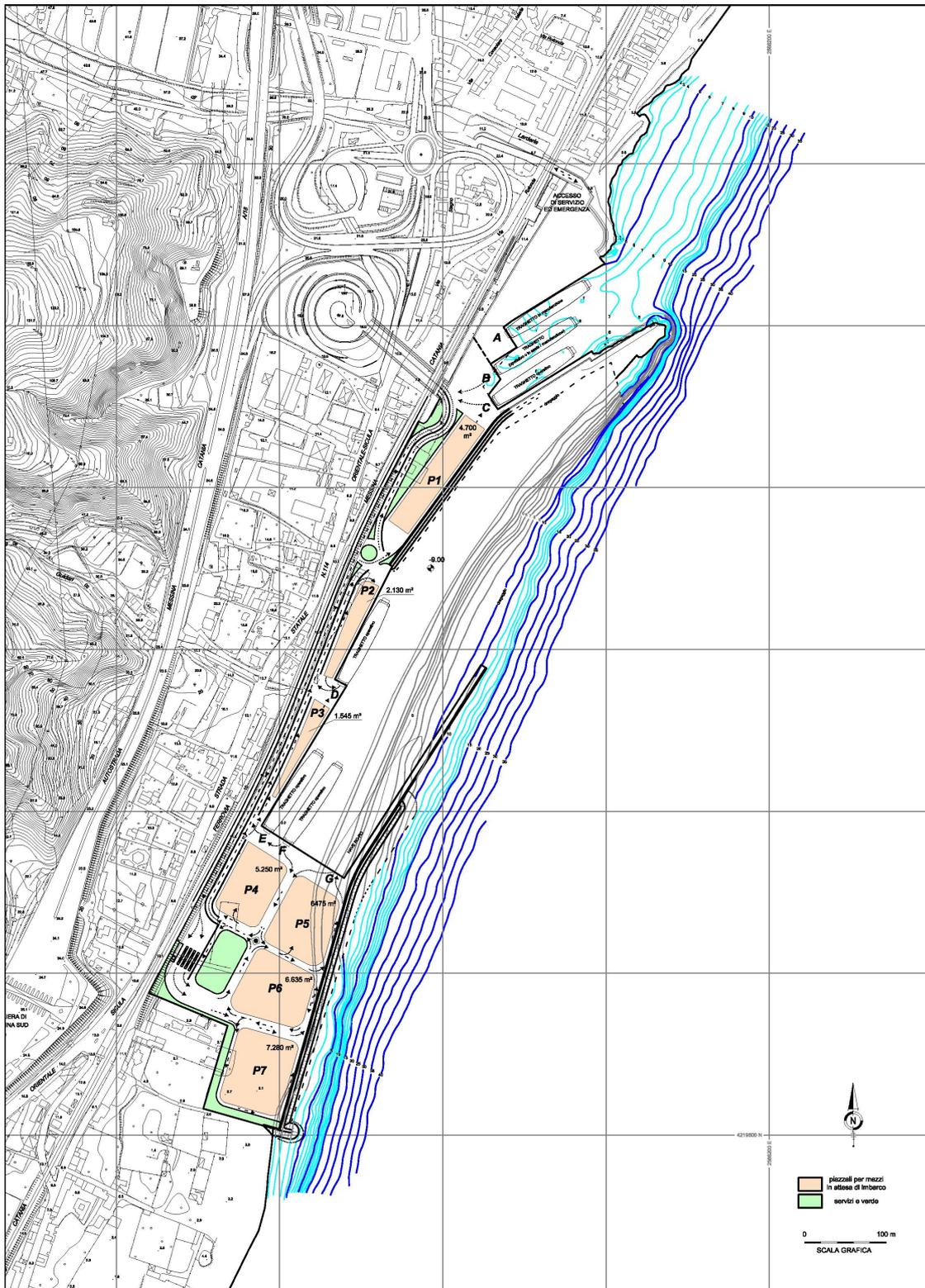


Fig. 8.3 Tremestieri – Ipotesi di organizzazione della viabilità e dei piazzali

9. RIFERIMENTI

Rif. [1] Regione Sicilia

“Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana”
Palermo 2004

Rif. [2] TECNIS s.p.a. – Prof. Concetto Amore

“Relazione geologica e geotecnica” del “Progetto esecutivo e costruzione di due approdi di emergenza in prossimità dello svincolo autostradale esistente presso il villaggio Tremestieri della città di Messina”
Settembre 2002

Rif. [3] Caronte & Tourist

“Progetto preliminare per la costruzione di un terminale marittimo collegato all’approdo di emergenza in località Tremestieri”
Dicembre 2003

Rif. [4] US Army Corps of Engineer

“Coastal Engineering Manual”

ALLEGATO

RAPPORTO CETENA S.P.A. N° 9748, APRILE 2007