



Regione Lazio  
**Comune di Anzio (RM)**



**CAPO D'ANZIO S.p.A.**  
C.D.M. n. 6586/2011

**PROGETTAZIONE ESECUTIVA**

**FASE 3 - DARSENA SUD**

Proponente:



Marina di  
Capo d'Anzio

Amministratore Delegato  
Avv. Antonio Bufalari

Titolo elaborato:

**MONITORAGGIO DELLA  
LINEA DI RIVA**

Progettazione:



Marinedi S.r.l.

Ing. Renato Marconi

Arch. Vittoria Biego





**Regione Lazio  
Comune di Anzio (RM)**

**Proponente: Capo d'Anzio S.p.A.**

**Progettazione: Marinedi S.r.l.**

***MARINA DI CAPO D'ANZIO***

***C.D.M. n. 6586/2011***

**PROGETTAZIONE ESECUTIVA**

**FASE 3**

**Darsena Sud**

**DEC. VIA 0794/2003**

**Monitoraggio della linea di riva**

## INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO.....	5
2.1	Area di intervento .....	5
2.2	Sintesi dell'inquadramento morfologico .....	7
2.3	Fase 3, Darsena Sud.....	14
2.4	Valutazione dell'impatto delle nuove opere sulle spiagge adiacenti .....	22
2.5	Studio dell'insabbiamento dell'imboccatura portuale .....	29
3.	IL PIANO DI MONITORAGGIO DELLA LINEA DI COSTA.....	37
3.1	Monitoraggio morfologico.....	37
3.1.1	Monitoraggio ante operam .....	37
3.1.2	Monitoraggio post operam .....	39

**Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

## **1. PREMESSA**

Il presente documento costituisce la relazione relativa al Monitoraggio della linea di riva richiesto dal Decreto di pronuncia di compatibilità ambientale concernente il progetto per la realizzazione del nuovo Piano Regolatore Portuale del Porto di Anzio presentato dalla Società Capo d'Anzio S.p.A. ed il Comune di Anzio DEC/VUA/2003/0794 del 11/12/2003.

Nel particolare il citato Decreto richiedeva alla lettera c) primo punto "per il tratto di costa tra Anzio e Nettuno dovrà essere previsto un sistema di monitoraggio della linea di riva che testimoni lo stato attuale e l'evoluzione della stessa. Tale monitoraggio dovrà avere inizio prima dell'avvio dei lavori e dovrà, con cadenza semestrale, svilupparsi per l'intera vita dell'opera".

Nel 2008 nell'ambito del Progetto definitivo del Porto di Anzio la Società Capo d'Anzio S.p.A. ha conferito al Prof. Ing. Paolo De Girolamo l'incarico professionale di consulenza riferito allo *Studio dell'influenza delle nuove opere portuali sulle spiagge adiacenti e dell'insabbiamento dell'imboccatura portuale* Relazione idraulico marittima e studi su modello". Lo studio è stato orientato a:

- determinare l'influenza delle nuove opere portuali sulle spiagge adiacenti ed individuare i necessari interventi mitigatori;
- determinare il rateo medio annuo di insabbiamento dell'imboccatura portuale.

Lo studio sopracitato, ovviamente, ha tenuto conto dei precedenti studi redatti a supporto del Piano Regolatore Portuale e del Progetto Preliminare del Porto di Anzio ed è stato effettuato a valle dell'analisi preliminare che ha approfondito il punto di vista morfologico dell'area d'intervento in riferimento alla sua evoluzione storica ed al regime della dinamica litoranea locale (trasversale e longitudinale).

Il Piano di monitoraggio della linea di riva si pone l'obiettivo di stabilire le metodiche di controllo delle eventuali modificazioni del litorale in relazione alla realizzazione del progetto.

**Capo d'Anzio S.p.A.**  
**C.D.M. n. 6586/2011**

***Progettazione Esecutiva***  
***Fase 3, Darsena Sud***

Monitoraggio della linea di riva

---

La natura del Piano è quella di uno strumento dinamico che si dovrà adattare alla varietà dei fattori naturali che dunque inficiano l'impatto sul litorale limitrofo.

Dovrà essere individuata, dall'Amministrazione Comunale Competente, la figura di un "gestore" del sistema che verificando i risultati ottenuti decide di apportare le opere di manutenzione del caso.

**Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

## **2. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO**

### **2.1 Area di intervento**

La traversia del Porto di Anzio è costituita da un settore secondario tutto contenuto nel II quadrante (levante-scirocco). I fetch geografici sono comunque limitati al promontorio di Torre Astura. La diga di sopraflutto (Molo Innocenziano) intercetta le ondate provenienti dal settore di traversia principale compreso nel II, da Scirocco a Libeccio.

L'area interessata dalla realizzazione della Darsena Sud del Marina di Capo d'Anzio, è interna a quella concessa alla Capo d'Anzio S.p.A. con C.D.M. n. 6586/2011 ed abbraccia il porto esistente e una vasta porzione di specchio acqueo a sud dello stesso, così come previsto dal Piano Regolatore Portuale (rif. elaborato grafico IN.02a - Stato di fatto con delimitazione C.D.M. n. 6586/2011).

Il porto esistente è protetto dalla diga di sopraflutto, il Molo Innocenziano, che si allunga nel mare a sud-ovest, e dalla diga di sottoflutto, il Molo Pamphili, protesa nel mare a nord-est. L'imboccatura, rivolta verso SE, è larga 200 m. Lungo la banchina di riva che affaccia sulla Darsena Pamphili si trovano i cantieri nautici e i circoli velici che costituiscono una barriera tra abitato e porto. Nell'estremità nord-occidentale del Porto, in prossimità dei cantieri nautici e dei circoli velici, è presente una darsena occupata da unità da pesca minori. Numerose anche le unità da pesca di maggiori dimensioni che ormeggiano lungo il Molo Innocenziano. Sempre lungo il Molo Innocenziano ormeggiano gli aliscafi di collegamento con le isole Pontine. E' inoltre presente un impianto di bunkeraggio. Il porto ospita unità da pesca, da trasporto passeggeri e unità da diporto. Il porto attuale, come noto, sarà oggetto dell'intervento di Fase 2 che lo trasformerà nella Darsena Nord del Marina di Anzio.

L'area di intervento comprende la parte meridionale del Molo Innocenziano, Piazzale dei Marinai d'Italia in particolare, e una vasta porzione di specchio acqueo a Sud del molo stesso. Si accede all'area di intervento tramite la Riviera Vittorio Mallozzi che conduce direttamente al Piazzale Marinai d'Italia. La Riviera

**Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud**

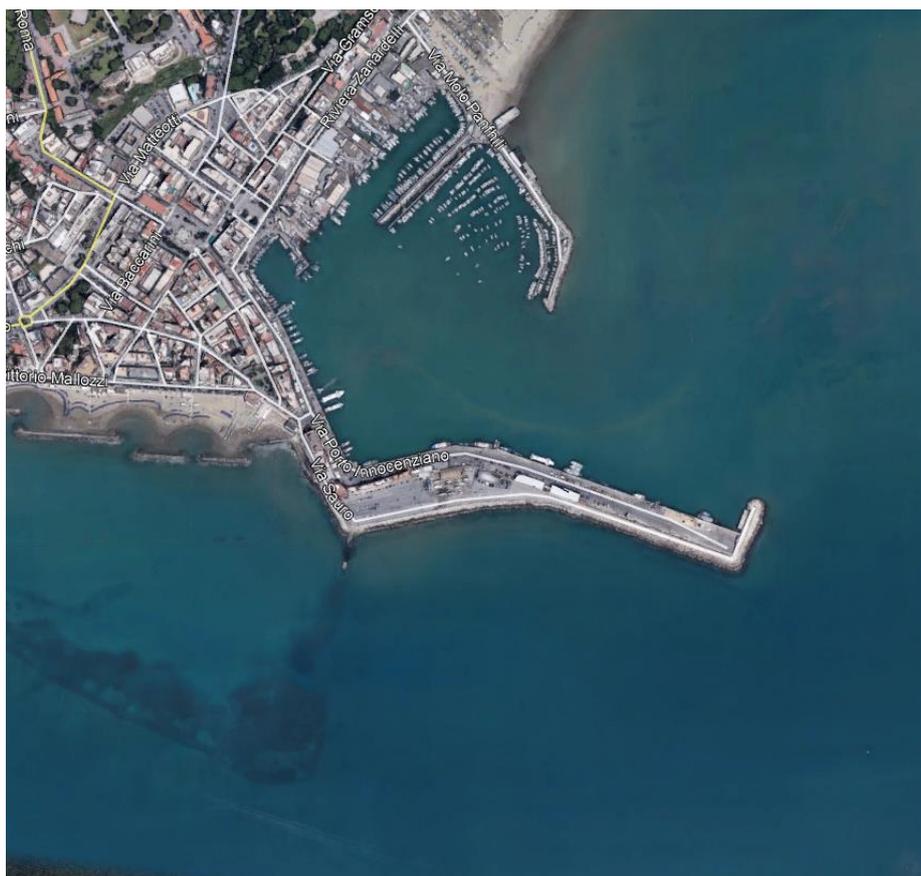
Monitoraggio della linea di riva

---

Vittorio Mallozzi è connessa a via Fanciulla di Anzio e via Roma direttamente collegate alla S.R. 207 Nettunense, viabilità extraurbana di collegamento di Anzio all'entroterra, ad Aprilia a Nord, a Latina a sud, tramite la S.S. 148, via Pontina.

Il Porto di Anzio, come noto, è inserito in un contesto urbano fortemente caratterizzato dalla presenza di residenze estive, servizi commerciali e spazi aperti per la collettività (piazze).

L'immediato intorno del porto che si ritiene possa risultare potenzialmente impattato dall'intervento in esame, soprattutto in fase di cantiere, si estende tra la Riviera Zanardelli e via Gramsci, tra la Piazza Garibaldi e la Riviera Egidi.



**Figura 1** Elab. grafico IN.03a – Planimetria di progetto

**Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

## 2.2 Sintesi dell'inquadramento morfologico

Il porto di Anzio è collocato nel versante orientale dell'omonimo promontorio che costituisce il limite settentrionale dell'unità fisiografica che si estende verso sud fino a Torre Astura.

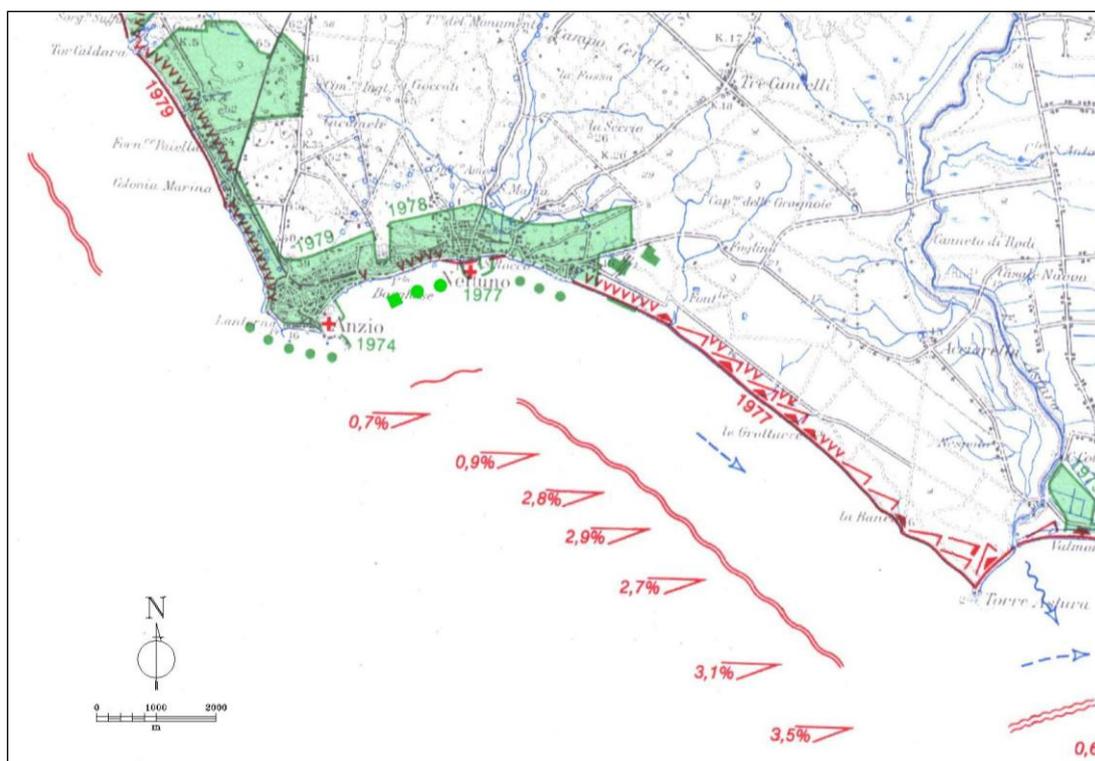


Figura 2 Atlante delle spiagge del CNR



**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

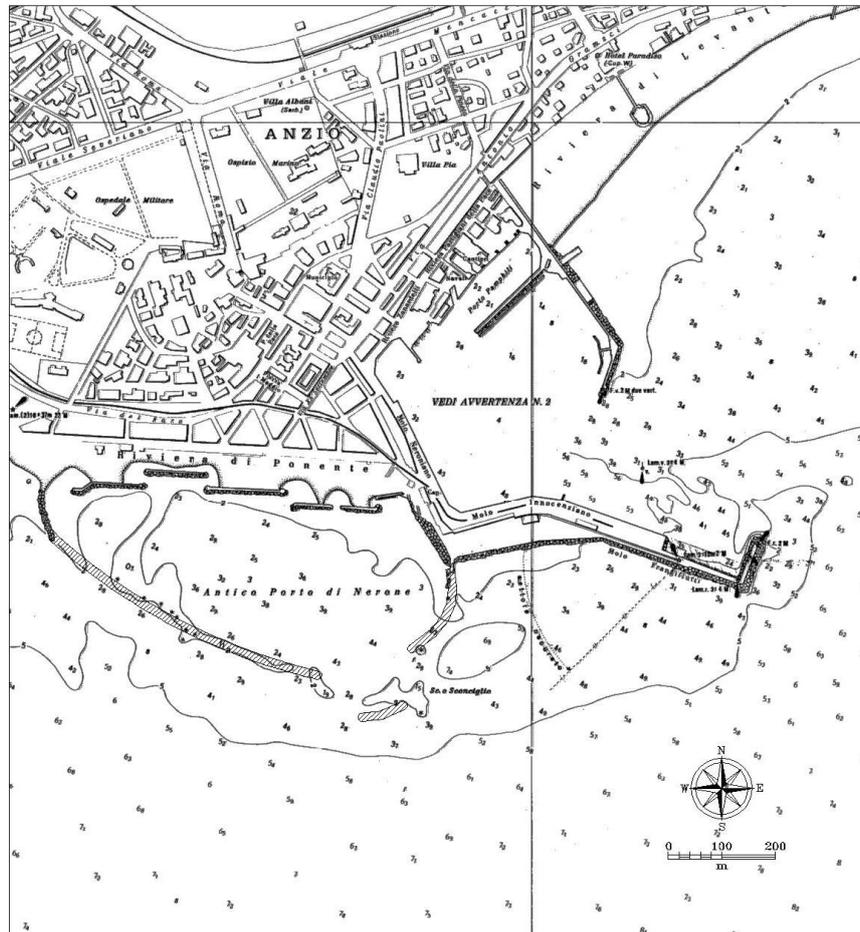
Le caratteristiche principali del litorale in esame sono sintetizzate nella fig. 1 estratta dall'Atlante delle Spiagge del CNR. Dal promontorio di Anzio fino a Torre Astura il litorale è costituito da un'alternanza di spiagge sabbiose, in parte corredate da cordoni dunari, e di costa rocciosa. Dallo studio della composizione delle sabbie (Gandolfi et al., 1984) sono emersi i seguenti aspetti:

- sono da escludere contributi significativi di sedimenti da parte dei corsi d'acqua che sfociano in questo tratto di costa;
- le sabbie che costituiscono le spiagge derivano dall'erosione di diverse formazioni affioranti: nella spiaggia di Anzio la *facies* litorale del Pliocene, nella spiaggia di Nettuno tufi tufiti e areniti piroclastiche, verso la foce dell'Astura sabbie tirreniane ed eoliche del Pleistocene;
- la mancata omogeneizzazione composizionale suggerisce la possibilità che il litorale sia caratterizzato da una dinamica dei sedimenti diretta prevalentemente in senso trasversale alla linea di costa.

La zona settentrionale della suddetta unità fisiografica è un esempio di quelle aree dove l'intervento dell'uomo ha interferito a lungo con l'evoluzione del litorale. A tal proposito si ricorda che il porto di Nerone, rimasto attivo per circa 500 anni, risale al I° secolo a.C. e che alla fine del secolo XVII° per ordine del Papa Innocenzo XII, fu costruito il "molo Innocenziano" del quale l'attuale porto di Anzio ricalca le caratteristiche principali. Inoltre, nel tratto di costa compreso tra Anzio e Nettuno furono costruite nel corso del '900 una serie di ville da parte di famiglie aristocratiche. Nel recente passato (1985) è stato costruito il porto di Nettuno nella zona prospiciente al vecchio borgo medievale.

**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva



**Figura 4** Il porto di Anzio e l'antico porto di Nerone

Recentemente (2007) il porto di Nettuno è stato ampliato (fig. 3a) mediante la realizzazione di due moli foranei che, conservando l'imboccatura portuale a moli convergenti, hanno portato la stessa imboccatura ad intestarsi sulla profondità naturale di circa -5.0 m sul l.m.m.

Il porto di Nettuno suddivide l'unità fisiografica in due sub-unità: la prima, compresa tra Nettuno e Torre Astura, ha una estensione di circa 10 km, mentre la seconda, compresa tra i due porti, si sviluppa per circa 2 km.

Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud

Monitoraggio della linea di riva

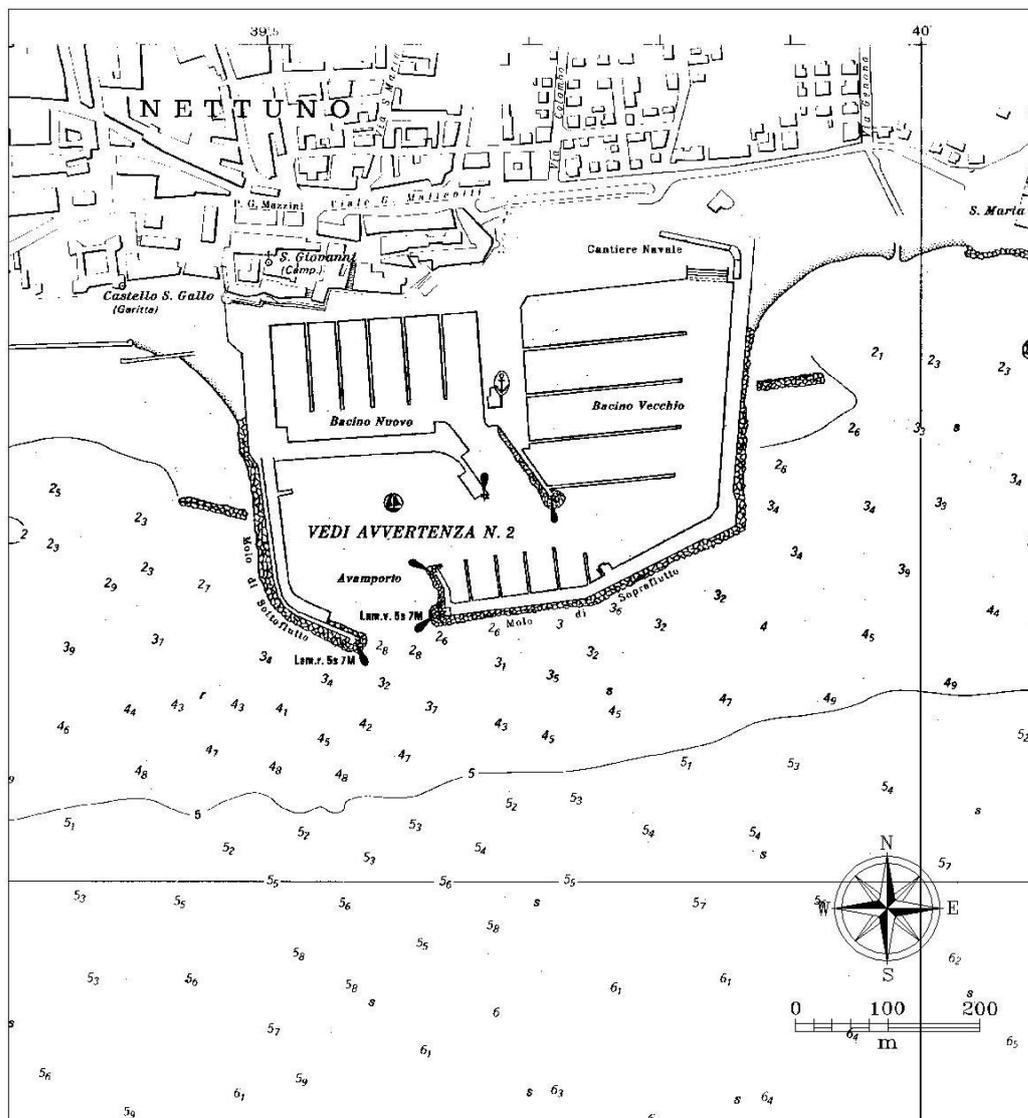


Figura 5 Il porto di Nettuno (1985)

Quest'ultima sub-unità fisiografica è costituita da un litorale sabbioso confinato a terra dalla strada litoranea o da formazioni rocciose. La zona a ridosso del molo di sottoflutto del porto di Anzio è caratterizzata da una spiaggia larga circa 140 m. Procedendo verso Nettuno, la larghezza di spiaggia si riduce progressivamente fino ad annullarsi in corrispondenza di alcuni fabbricati posti al centro del tratto di costa in esame (fig. 5).

Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud

Monitoraggio della linea di riva

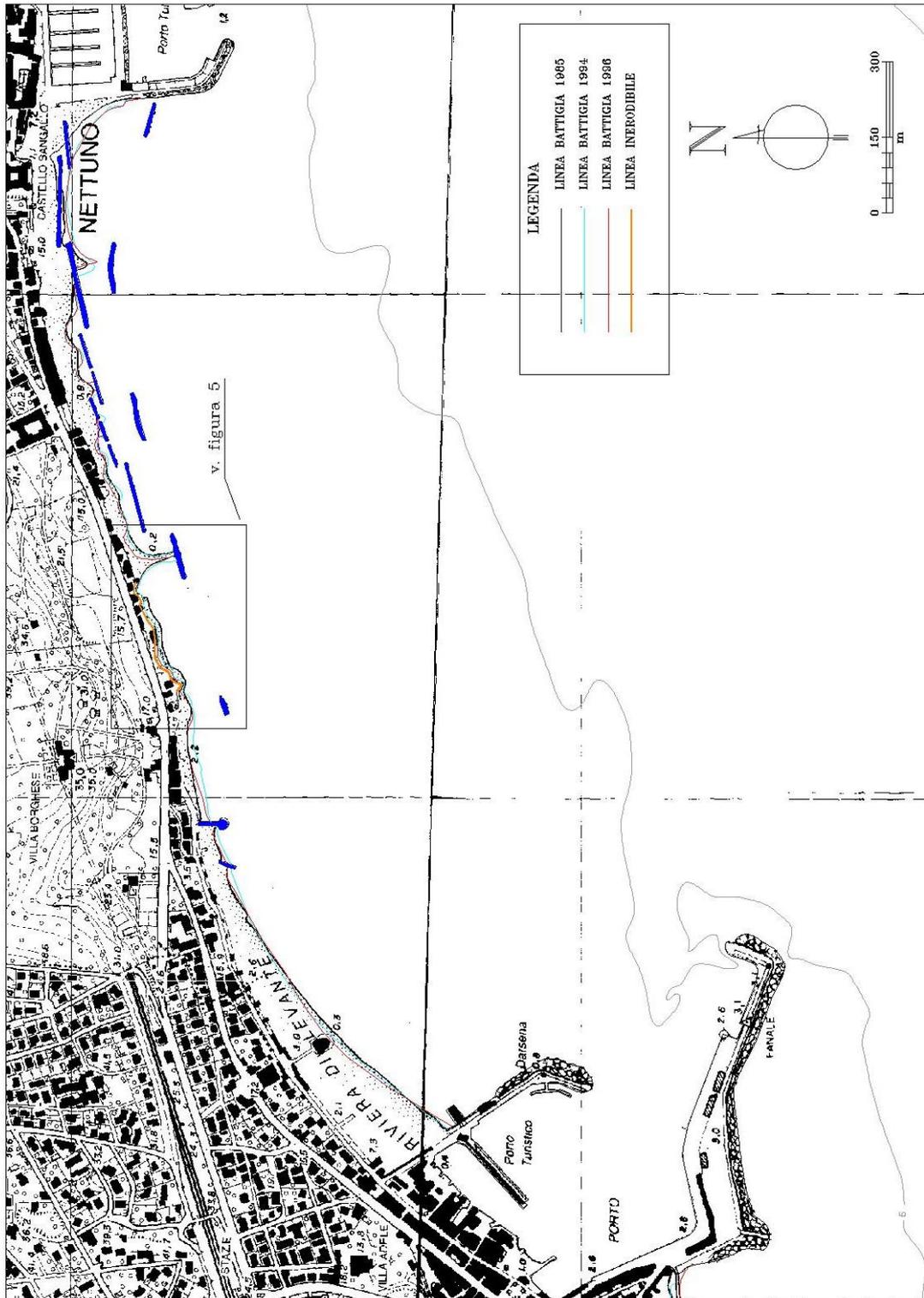


Figura 6 Variazioni planimetriche della linea di riva nel periodo 1985-1996

**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva



**Figura 7** Particolare di un tratto di litorale in erosione

**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

La zona a ridosso del molo ovest del porto di Nettuno è protetta da una serie di barriere distaccate emergenti che formano un sistema di difesa pressoché continuo per circa un chilometro. Tali opere sono state realizzate allo scopo di difendere le rocce retrostanti su cui sono fondate numerose ville, ed alcune di esse sono tombolizzate o completamente insabbiate.

Nella figura precedente sono inoltre riportate le posizioni della linea di riva relative agli anni 1985, 1994 e 1996. Dall'analisi delle linee di riva non emerge una evidente deriva dei sedimenti sia a causa dell'azione di schermo del moto ondoso operata dal molo di sopraflutto del porto di Anzio, sia per l'azione di contenimento dovuta alle opere di difesa.

In seguito alla realizzazione dei nuovi moli foranei del porto di Nettuno non si sono verificate sensibili variazioni della posizione planimetrica della linea di riva posta ad ovest e ad est dello stesso porto. Ciò conferma quanto sopra esposto ed in particolare che i due porti delimitano unità fisiografiche indipendenti con trasporto solido longitudinale pressoché nullo.

### **2.3 Fase 3, Darsena Sud**

Il progetto esecutivo della Fase 3, Darsena Sud, è relativo alla realizzazione della nuova darsena del Marina di Capo d'Anzio a sud del porto esistente e del Molo Innocenziano.

A seguito della realizzazione della Darsena Sud, il Marina di Capo d'Anzio sarà costituito da due Darsene: la Darsena Nord, ottenuta adeguando il porto esistente alle nuove esigenze di sviluppo dello stesso e la Darsena Sud, di nuova realizzazione. Le due Darsene sono così denominate in virtù della loro ubicazione rispetto al Molo Innocenziano.

Complessivamente, dunque, il Marina di Capo d'Anzio coprirà una superficie di circa 451.448,09 m<sup>2</sup>, corrispondente alla superficie concessa; la profondità del fondale varierà tra la - 7,50 m s.l.m.m. all'imboccatura della Darsena Sud e - 2,50 m. s.l.m.m. in corrispondenza della Darsena Pamphili interna alla Darsena Nord.

**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

Il Piano ormeggi del Marina di Capo d'Anzio prevede complessivi 1.006 posti barca (di lunghezza compresa tra 7,00 m e 60,00 m), di cui 117 destinati alla pesca, secondo la tabella di seguito riportata.

La profondità dello specchio acqueo varierà tra la - 5,00 m s.l.m.m. in corrispondenza della parte più interna della Darsena Pescherecci e la - 7,00 m s.l.m.m. in corrispondenza dell'imboccatura.

I posti auto disponibili saranno 409 dislocati tra le due darsene. Da terra il Porto sarà accessibile, a nord, dalla Riviera Zanardelli, opportunamente riqualificata, e, a sud, dalla Riviera Vittorio Mallozzi.

La viabilità portuale si snoderà all'interno dell'infrastruttura garantendo l'accessibilità a tutte le aree funzionali ed operative. Tale viabilità sarà servita, nella zona nord del porto dalla Riviera Zanardelli, nella zona Sud, da via del Molo Innocenziano e da via Nazario Sauro, opportunamente riqualificata e collegata alla viabilità urbana tramite Riviera Vittorio Mallozzi.

La realizzazione della Darsena Sud comporterà la delocalizzazione degli accosti per traghetti presso il molo dedicato nella Darsena Sud ed introduzione di ulteriori posti barca per unità da diporto.

La nuova Darsena Sud, radicata al Molo Innocenziano, ha forma semicircolare con la Diga di sopraflutto rivolta verso Sud che, insieme al Molo Nord, delimitano l'imboccatura orientata a Nord - Est ed ampia circa 120 m.

Entro il limite dell'area di intervento, la superficie portuale misurerà 304.846 m<sup>2</sup> di cui 199.472 m<sup>2</sup> di specchio acqueo e 105.374 m<sup>2</sup> di aree a terra, queste ultime in buona parte ricavate tramite riempimento a mare.

Il bacino portuale sarà racchiuso a nord dal Molo dedicato all'accosto traghetti (Molo Nord) - e dal Terrapieno Nord, presso il quale saranno realizzati 5 cantieri nautici e l'impianto di bunkeraggio; a Sud e ad Ovest dalla diga di sopraflutto, a scogliera, radicata al terrapieno Ovest che comprende anche il Piazzale Marinai d'Italia, sul quale saranno realizzati servizi vari, tra cui alaggio/varo delle unità da

**Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

diporto minori, e nel quale si apriranno due darsene interne minori una per il diporto nautico, l'altro per la pesca con i relativi servizi a terra.

La viabilità dedicata si snoderà a Nord e a Sud dell'infrastruttura, servendo il complesso delle zone operative/funzionali in cui la stessa è suddivisa. Ampie aree a parcheggio sono previste presso il terrapieno Ovest per soddisfare il fabbisogno di posti auto generato dalla Darsena Sud.

Le unità da diporto saranno ormeggiate in parte lungo le banchine ma, soprattutto, tramite il sistema di pontili che saranno installati nel bacino. Di questi il pontile maggiore, posizionato a tergo della diga di sopraflutto, sarà fisso, gli altri galleggianti. La profondità del bacino portuale varierà tra - 5,00 m s.l.m.m e - 7,00 m s.l.m.m.

Il piano ormeggi previsto per la Fase 3, Darsena Sud, comprende 313 posti barca per unità da diporto e 43 posti barca per unità da pesca di l.f.t. compresa tra 14 e 18 m.

Il progetto della Darsena Sud prevede (rif. elaborato grafico "Planimetria degli interventi di demolizione e ricostruzione"):

- la demolizione/salpamento della scogliera a sud del Molo Innocenziano;
- la realizzazione delle seguenti nuove opere (banchine, terrapieni e scogliere):
  - o Diga di sopraflutto;
  - o Sporgente centrale;
  - o Terrapieno nord e relative banchine;
  - o Terrapieno ovest comprendente la darsena interna minore della pesca e la darsena interna minore del diporto nautico con le relative banchine e la risistemazione del Piazzale Marinai d'Italia;
- il dragaggio dei fondali, distinguendo tra:
  - o il dragaggio dell'imboccatura della Darsena Nord;
  - o il dragaggio della parte più interna della Darsena Sud.

**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

- la predisposizione del sistema di ormeggi delle unità da diporto costituito da un pontile su pali e da 7 pontili galleggianti di lunghezza e larghezza variabili.

A ciò si aggiunga la realizzazione della viabilità stradale, dei parcheggi e delle opere verde, dei piazzali operativi e delle aree pedonali, degli impianti elettrico, fluido-meccanici e speciali nonché dei seguenti edifici:

- DM/A/R - Direzione del Marina, Accoglienza e Ristoro;
- SI/LO - Servizi Igienici/Locale Ormeggiatori;
- CN – Cantiere Nautico nel numero di 5;
- MI – Mercato Ittico;
- LT – Locale Tecnico.

La Darsena Sud sarà infine dotata di uno scivolo per l'alaggio/varo aperto al pubblico e n. 5 scivoli di alaggio/varo ad uso privato dei cantieri nautici, dell'impianto di bunkeraggio e delle isole ecologiche per la raccolta dei rifiuti anche speciali.

**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva



**Figura 8** Inquadramento generale del Marina di Capo d'Anzio

La nuova diga di sopraflutto, con andamento NO-SE, ha forma curvilinea e si allunga nel mare per circa 1100 m. La realizzazione di tale diga comporta la demolizione/salpamento della scogliera del Molo Innocenziano, i cui materiali aridi costitutivi saranno utilizzati nell'ambito del cantiere di costruzione.

Tale diga consiste in un'opera a gettata, composta da un nucleo in tout venant di cava protetto sul lato esterno dall'azione ondosa da una mantellata in doppio strato. Essa è costituita da massi naturali di III categoria e massi artificiali di Antifer da 6 e 9 m<sup>3</sup>. Al fine di evitare l'asportazione del tout venant ad opera del moto ondoso, tra il nucleo e la mantellata è interposto uno strato filtro in massi di adeguata pezzatura. L'opera è completata dal muro paraonde in c.a. il cui coronamento è posto a quota + 6,00 m.

**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

Il Molo Nord, di forma pressoché trapezoidale, è radicato presso la testata del Molo Innocenziano. Esso si allunga del mare per circa 217,00 m, con larghezza che da 26,40 m (testata) e 45,00 m alla base (lato Molo Innocenziano). Questa opera, utile a proteggere il bacino portuale dal modo ondoso incidente, sarà utilizzata come accosto traghetti. A sud della radice è collocato l'impianto di bunkeraggio.

La banchina sarà realizzata mediante l'utilizzo di cassoni cellulari a due celle, di cui una antiriflettente, prefabbricati in conglomerato cementizio armato. Il singolo cassone prefabbricato, di dimensioni 8,00 m x 13,00 m, viene zavorrato in opera con materiale arido e/o con conglomerato cementizio non armato.

La profondità d'imbasamento del cassone è pari a -7,00 m s.l.m.m. il coronamento a quota +2,00 m s.l.m.m.

Il terrapieno Nord, posto immediatamente a ridosso del Molo Innocenziano, ha forma pressoché rettangolare. È largo circa 90 m e lungo circa 276 m. Il profilo sul mare sarà realizzato tramite cassoni monocella prefabbricati di dimensioni in pianta 3,50 m x 4,50 m. Questi sono caratterizzati da una profondità di imbasamento pari a -5,00 m s.l.m.m. e coronamento posto a quota +1,70 m s.l.m.m. Lungo tale banchina è prevista la realizzazione di 5 darsene di 18,00 m x 8,50 m.

Questo terrapieno sarà destinato ai cantieri nautici nel numero di 5.

Per il riempimento a tergo, qualora le caratteristiche e la qualità dei materiali lo consentano, saranno impiegati i sedimenti provenienti da dragaggio dei fondali antistanti l'imboccatura della Darsena Nord e la parte più interna della Darsena Sud. Questa soluzione progettuale consentirebbe di contenere l'impatto ambientale dell'opera in fase di cantiere relativamente alle componenti traffico, atmosfera e rumore a fronte del mancato apporto di materiali di cava.

Il terrapieno Ovest, comprendente anche il piazzale Marinai d'Italia, ha forma pressoché triangolare con la base rivolta verso l'imboccatura. Il profilo a mare di questo terrapieno è articolato per la presenza di due darsene interne minori, una

**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

a sud, per la nautica da diporto, l'altra a nord, per la pesca. Il banchinamento del Terrapieno Ovest è realizzato con cassoni monocella aventi le stesse caratteristiche di quelli impiegati per il terrapieno Nord. Il terrapieno verrà destinato a viabilità stradale e pedonale, parcheggi, opere a verde, attività di pesca e attività proprie del Marina.

Come per il terrapieno Nord, qualora le caratteristiche e la qualità dei materiali lo consentano, anche il terrapieno Ovest sarà riempito con i sedimenti provenienti dal dragaggio dei fondali antistanti l'imboccatura della Darsena Nord e la parte più interna della Darsena Sud, sempre a vantaggio della salvaguardia dell'ambiente.

Al fine di adeguare la profondità del fondale della Darsena Sud alle esigenze del parco nautico che vi sarà ospitato, il progetto prevede di approfondire il fondale nella parte occidentale del bacino di circa - 2,50 m in modo da raggiungere la quota di - 5 m s.l.m.m.

Il presente progetto comprende anche il dragaggio alla quota di - 5 m s.l.m.m. del canale di accesso all'imboccatura della Darsena Nord.

Il dragaggio interno alla Darsena Sud investe un'area di circa 38.473 m<sup>2</sup> dalla quale saranno rimossi circa 30.436 m<sup>3</sup> di sedimenti marini. L'approfondimento del canale di accesso alla Darsena Nord, invece, interessa un'area di circa 114.779 m<sup>2</sup> dalla quale saranno rimossi circa 107.871 m<sup>3</sup>, per un totale di 138.307 m<sup>3</sup> di materiali dragati.

Posto che il fabbisogno di materiali per il riempimento ammonta a circa 259.506 m<sup>3</sup>, qualora possibile riutilizzare i sedimenti marini dragati, i restanti 121.199 m<sup>3</sup> di materiali saranno approvvigionati da cava.

Le unità da diporto saranno ormeggiate a pontili galleggianti ancorati al fondale con corpi morti e catene, 7 pontili (R, S, T, U, V, W e Z) di lunghezza variabile tra 36,10 m e 208,85 m, gli ultimi sei dei quali galleggianti (S-Z) radicati al pontile fisso che corre parallelamente alla diga di sopraflutto lungo il lato interno della stessa. Ulteriore pontile fisso (Q) è quello che divide la darsena minore per la

**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

pesca in due zone, mentre ulteriore pontile galleggiante (R) è quello posizionato all'incirca alla metà della darsena minore per il diporto nautico.

Il progetto prevede la realizzazione di sette edifici, uno per la direzione del marina, l'accoglienza e il ristoro, il mercato ittico e cinque capannoni per i cantieri nautici cui si aggiungono due blocchi di servizi igienici uno dei quali completato dal locale ormeggiatori. A ciò si aggiungano i locali tecnici degli impianti di servizio al Marina. I servizi igienici portuali sono stati dimensionati sulla base delle indicazioni fornite dalle Raccomandazioni per la progettazione dei porti turistici PIANC-AIPCN.

La nuova viabilità carrabile dedicata sarà articolata in due tratti principali, in continuità con Riviera Vittorio Mallozzi:

- La viabilità nord che percorre i terrapieni nord ed ovest a ridosso del Molo Innocenziano di servizio all'area della pesca, ai cantieri nautici, al bunkeraggio e agli accosti traghetti;
- La viabilità sud che percorre il terrapieno sud fino a raggiungere la radice della diga di sopraflutto.

Nell'area di intervento saranno disponibili 409 posti auto, nel pieno rispetto dell'indice 0,6 posti barca/posti auto indicato dal Piano di Coordinamento dei Porti della Regione Lazio (206).

Tali posti auto saranno distribuiti tra 6 parcheggi, P1-P6, di cui il più capiente è il parcheggio P4, ricavato presso il terrapieno Ovest, collocato nelle immediate vicinanze dell'accesso carrabile alla darsena.

Il progetto prevede la realizzazione di una passeggiata pedonale continua lungo la Darsena che si sviluppa in parte lungo la viabilità stradale, nella zona Nord, laddove le funzioni/attività insediate necessitano l'affaccio sull'acqua, in parte, nella zona Sud, lungo il bordo sull'acqua (zona diporto nautico).

Le opere a verde, per circa 2454 m<sup>2</sup>, completano il disegno dello spazio aperto e sono individuate in parte presso i parcheggi, in parte presso le rotatorie.

**Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

In ottemperanza al DEC/VIA/2003/0794, prescrizione di cui al Rapporto di ottemperanza, secondo quanto richiesto dalla D.G.R. del Lazio n. 2546 del 12/12/2000, la suddetta superficie corrisponde a più del 30% della superficie impegnata dai parcheggi (409 posti auto x 12,5 m<sup>2</sup> = 5.112 m<sup>2</sup> → 30% = 1534 < 2454 m<sup>2</sup>).

La sistemazione delle aiuole prevede la piantumazione di elementi arborei e la messa a dimora di arbusti. Le specie vegetali impiegate saranno scelte in quanto resistenti ai climi marini e rappresentative della flora locale autoctona (macchia mediterranea).

Si ricorda, infine che il progetto prevede, infine, la realizzazione degli impianti elettrico, speciali e fluido-meccanici.

#### **2.4 Valutazione dell'impatto delle nuove opere sulle spiagge adiacenti**

Per quanto riguarda la valutazione dell'impatto delle nuove opere sulle spiagge adiacenti, si è concentrata l'attenzione solo al tratto di costa compreso tra Anzio e Nettuno assumendo in tal modo che le nuove opere portuali non possono avere alcuna ripercussione sul litorale posto immediatamente a nord di Anzio. Il tratto di costa oggetto di studio è stato indagato applicando il metodo di Silvester e Hsu (1993) particolarmente adatto all'analisi di "pocket beaches".

Il metodo di Silvester e Hsu ha messo in evidenza che, nel caso in cui non si prevedesse alcun intervento mitigatorio, la realizzazione delle nuove opere foranee comporterebbe una rotazione della linea di riva in senso antiorario nel tratto di litorale adiacente al molo di sottoflutto. Tale rotazione avrebbe per conseguenza l'avanzamento della linea di battigia nel tratto di costa adiacente al porto a scapito della spiaggia sopraflutto soggetta ad una evidente erosione.

Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud

Monitoraggio della linea di riva

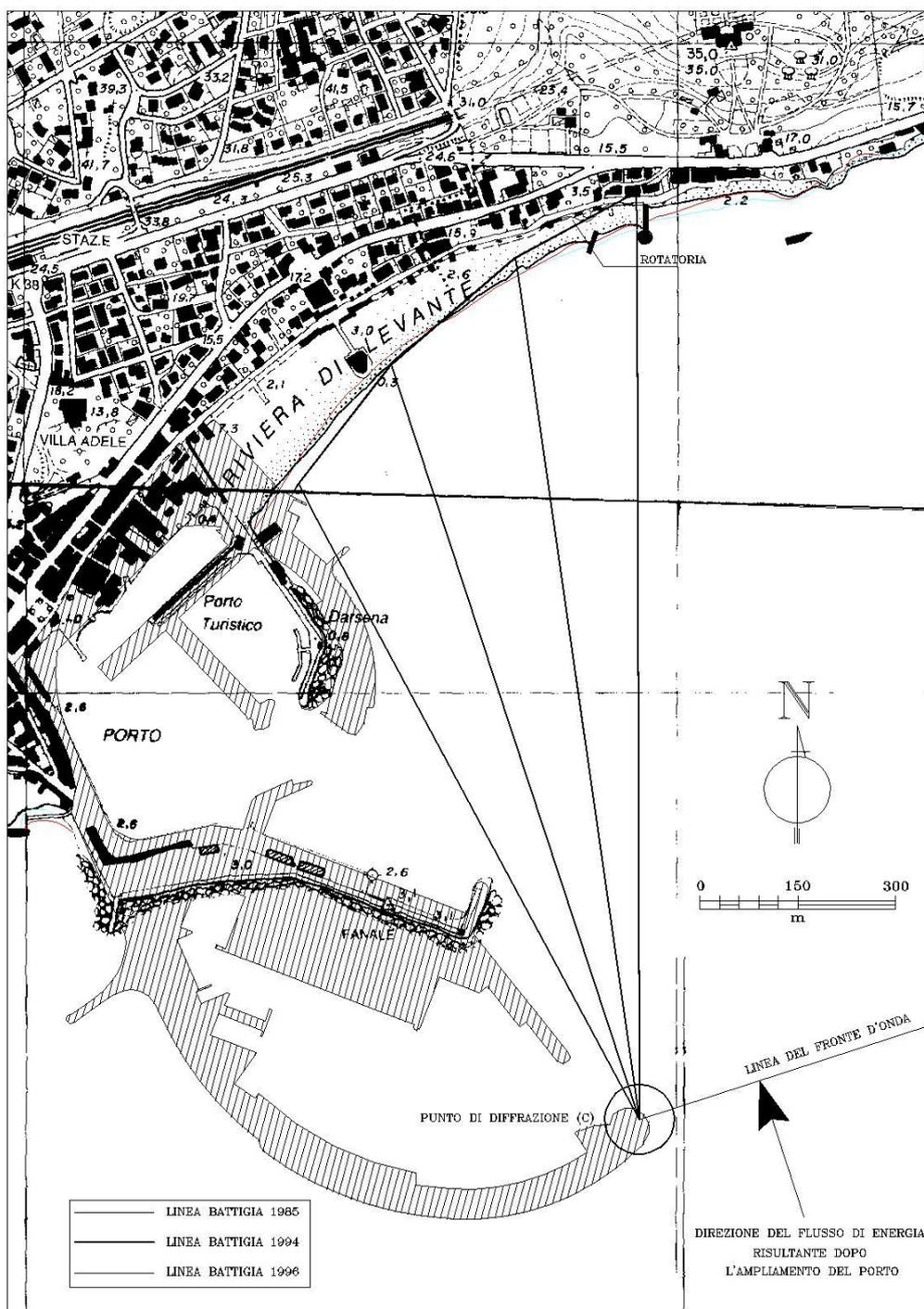


Figura 9 Conformazione futura della linea di riva in assenza di interventi

Per evitare che la larghezza di spiaggia si riduca a valori inferiori a quelli attuali, soprattutto in corrispondenza della rotatoria prevista nel presente Piano, sono state studiate diverse ipotesi di intervento:

**Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

- versamento di un volume di sabbia pari a circa 200.000 m<sup>3</sup> per compensare la rotazione della linea di riva.
- la realizzazione di un pennello (della lunghezza di 150 m) finalizzato a limitare la rotazione della linea di riva e ripascimento (pari a circa 30.000 m<sup>3</sup> di sabbia) del tratto di spiaggia ad est del pennello.
- realizzazione di due pennelli di contenimento della lunghezza di circa 70 m e ripascimento (circa 10.000 m<sup>3</sup> di sabbia) nel tratto di litorale prospiciente la rotatoria.

**Il metodo di Silvester e Hsu ha consentito di individuare la soluzione ottimale, sia dal punto di vista morfologico che da quello tecnico-economico. Tale soluzione è quella che prevede la realizzazione di un ripascimento e di due pennelli di contenimento. Si osserva che questa ipotesi di intervento risulta più economica rispetto alle altre studiate e rende minime le variazioni planimetriche della linea di riva rispetto alla conformazione attuale.**

Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud

Monitoraggio della linea di riva

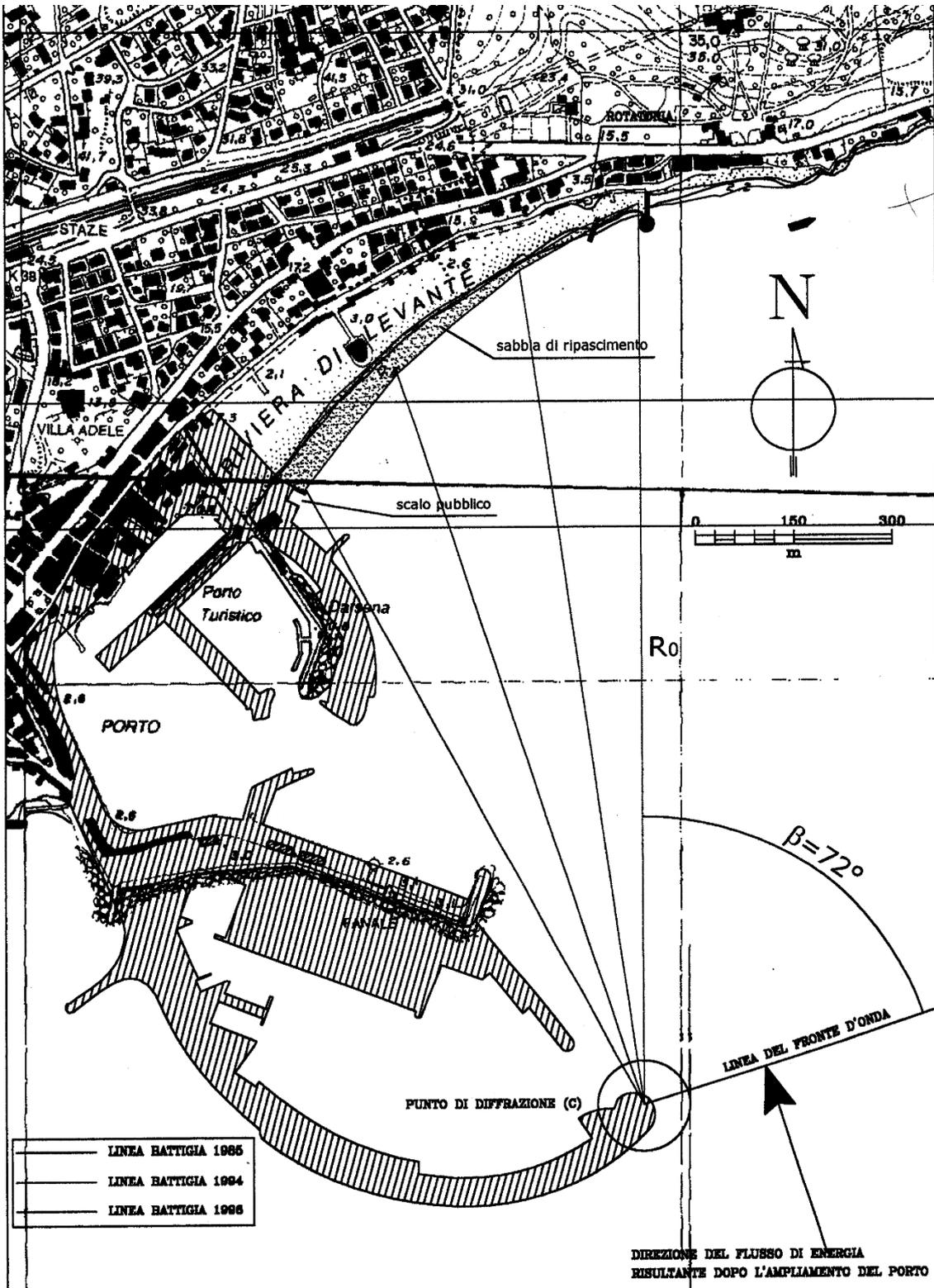


Figura 10 Conformazione di equilibrio della linea di riva nel caso di versamenti di sabbia

Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud

Monitoraggio della linea di riva

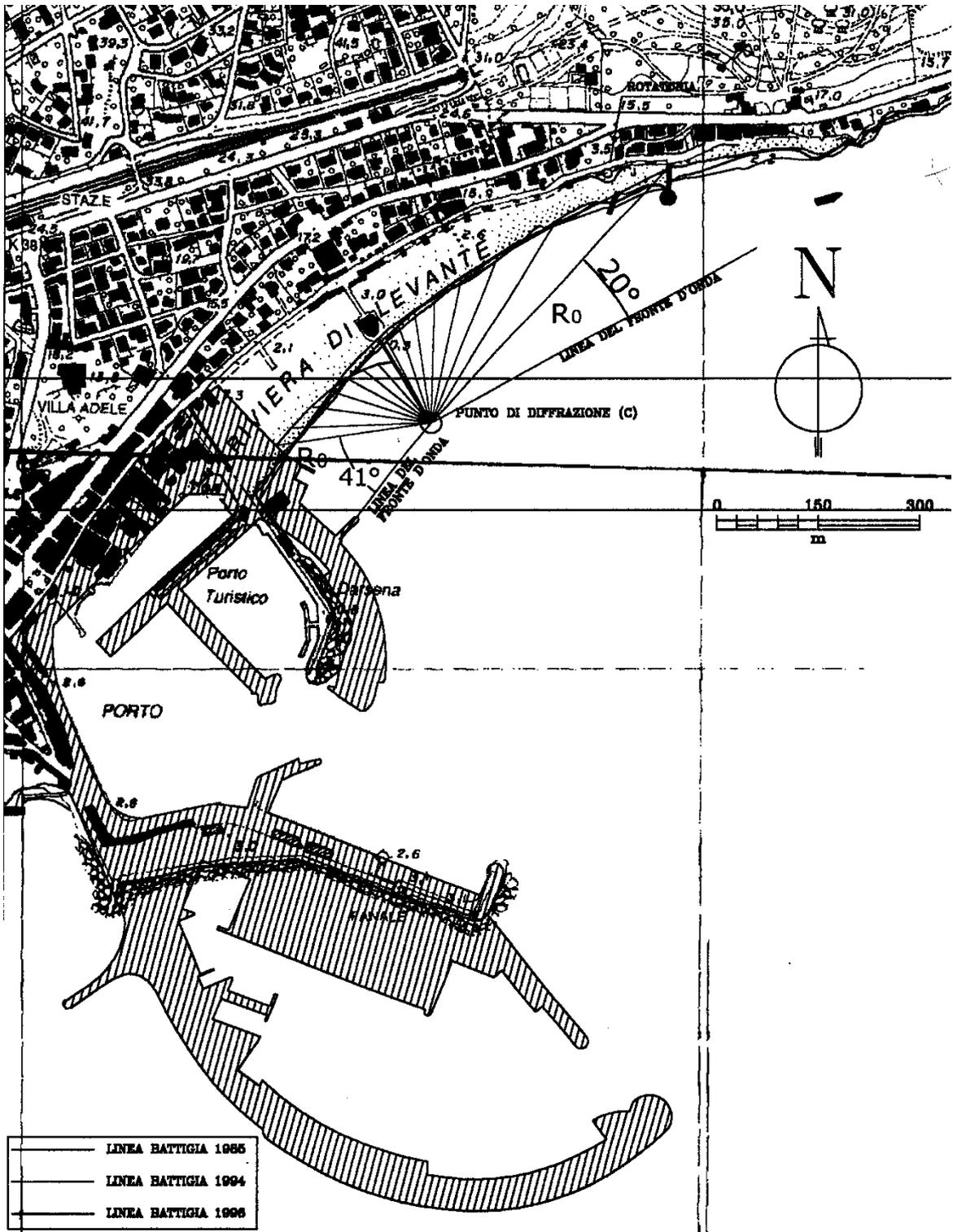


Figura 11 Conformazione di equilibrio della linea di riva nel caso di realizzazione di un pennello (prima soluzione)

Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud

Monitoraggio della linea di riva

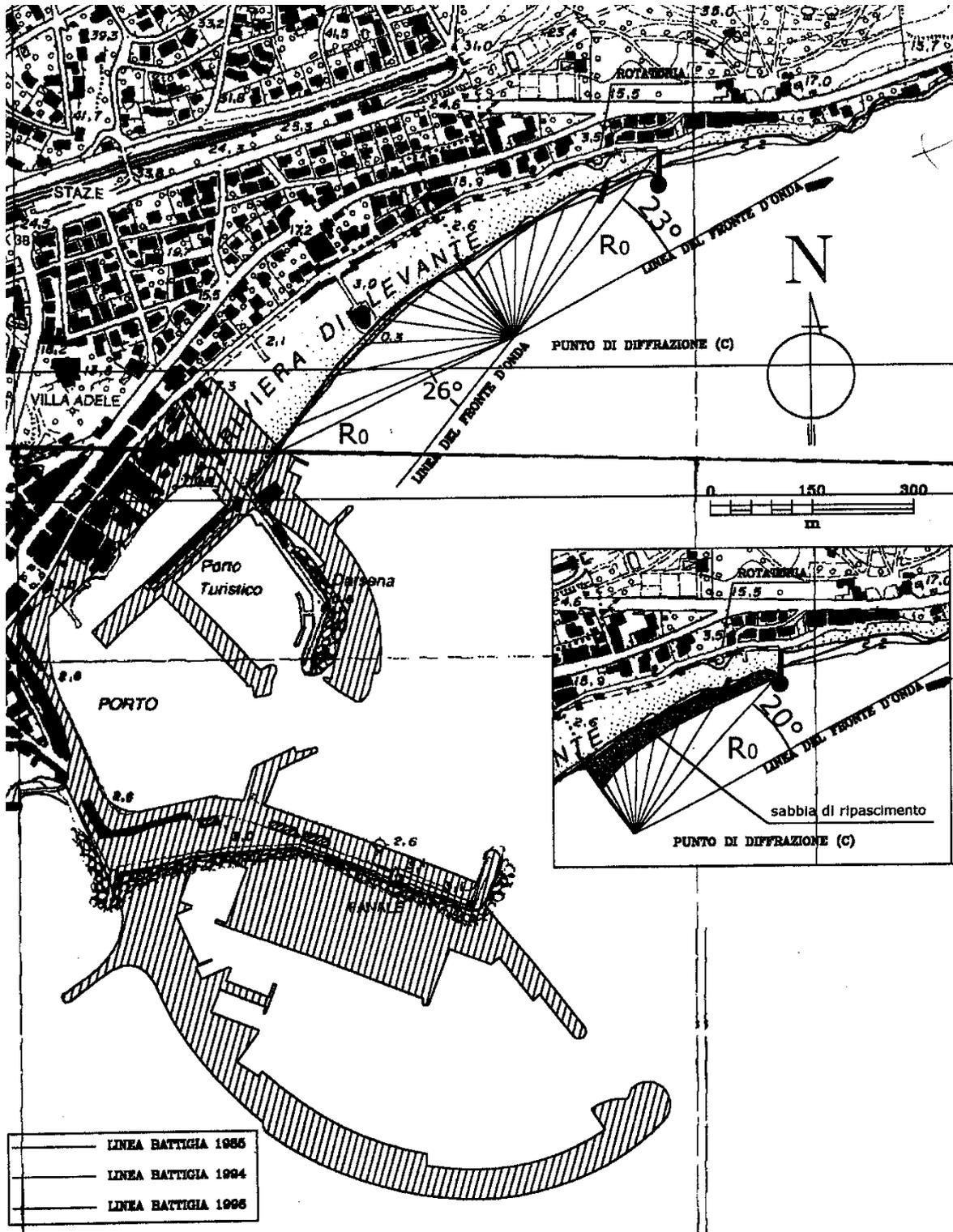


Figura 12 Conformazione di equilibrio della linea di riva nel caso di realizzazione di un pennello (seconda soluzione)

Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud

Monitoraggio della linea di riva

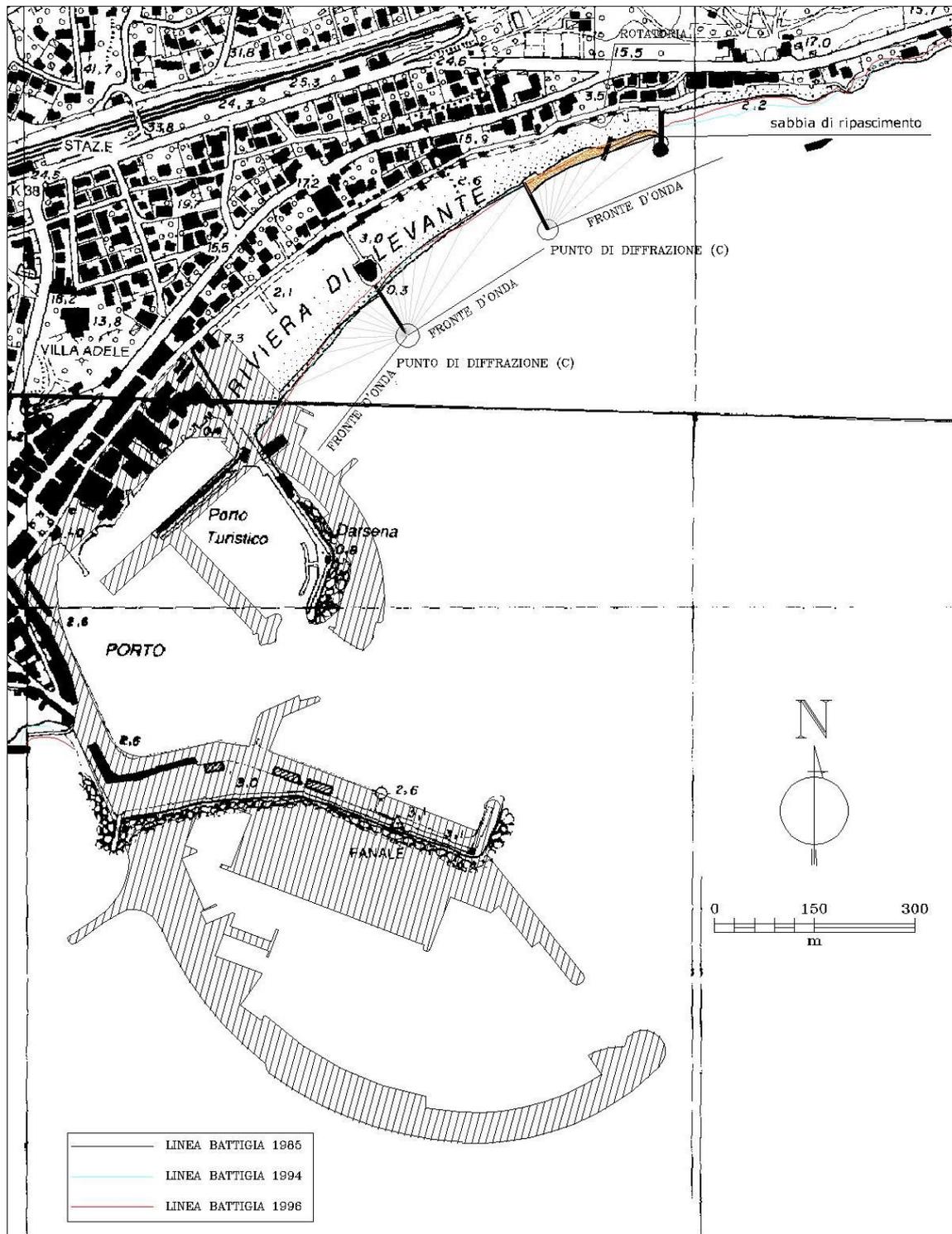


Figura 13 Conformazione di equilibrio della linea di riva nel caso di realizzazione di due pennelli

## **2.5 Studio dell'insabbiamento dell'imboccatura portuale**

Il problema della sedimentazione dell'imboccatura portuale, è stato affrontato con due metodologie diverse che hanno avuto per obiettivo lo studio delle zone di erosione e sedimentazione e la stima quantitativa della sedimentazione con la nuova configurazione portuale.

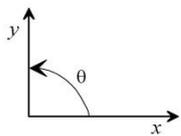
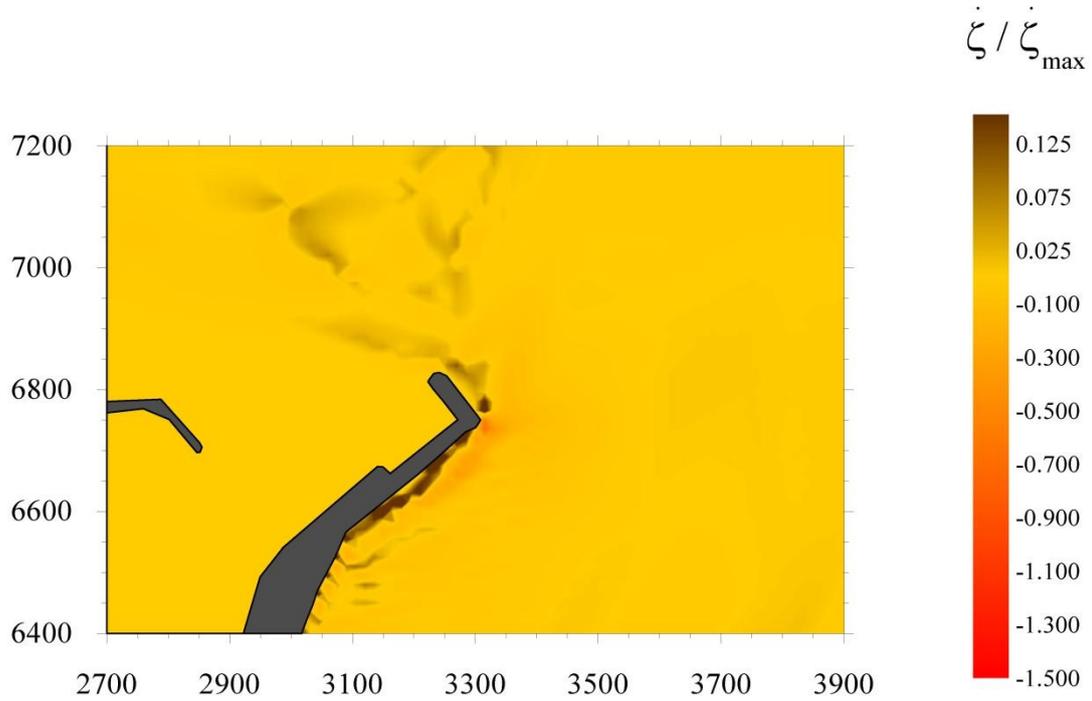
### *Studio delle zone di erosione e sedimentazione*

Con il primo metodo di analisi ci si è posti l'obiettivo di individuare le zone di erosione e sedimentazione che si vengono a creare in presenza delle nuove opere portuali. In particolare con riferimento al presente caso risulta di estrema importanza individuare in quali aree la sabbia, messa in sospensione e trasportata dal moto ondoso frangente, tende a depositare. In particolare lo studio condotto, mediante l'applicazione di una serie di modelli numerici, ha consentito di mettere a confronto la planimetria di progetto sia con la situazione attuale sia con la soluzione progettuale individuata nel 1989 dall'Estramed che eseguì, per conto della Regione Lazio, uno studio sperimentale rivolto alla individuazione di soluzioni atte a ridurre il fenomeno dell'insabbiamento dell'imboccatura portuale.

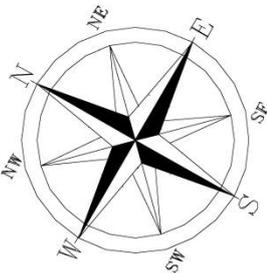
I risultati ottenuti nel caso della configurazione attuale sono in accordo con la tendenza evolutiva che si verifica realmente per cui si ha sedimentazione all'imboccatura portuale in corrispondenza della testata dell'opera di difesa interessando il canale di accesso al porto.

**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva



Orientamento positivo degli assi e  
verso di rotazione positivo degli angoli



CARATTERISTICHE DI GRIGLIA

Passo di discretizzazione pari a 15m

Numero di righe pari a 281

Numero di colonne pari a 161

Tavola	Porto di Anzio: studio idrodinamico - configurazione attuale
11a	Tendenza all'evoluzione del fondale
Andamento del rapporto tra il tasso di variazione del fondale ed il suo valore massimo	

**Capo d'Anzio S.p.A.**  
**C.D.M. n. 6586/2011**

***Progettazione Esecutiva***  
***Fase 3, Darsena Sud***

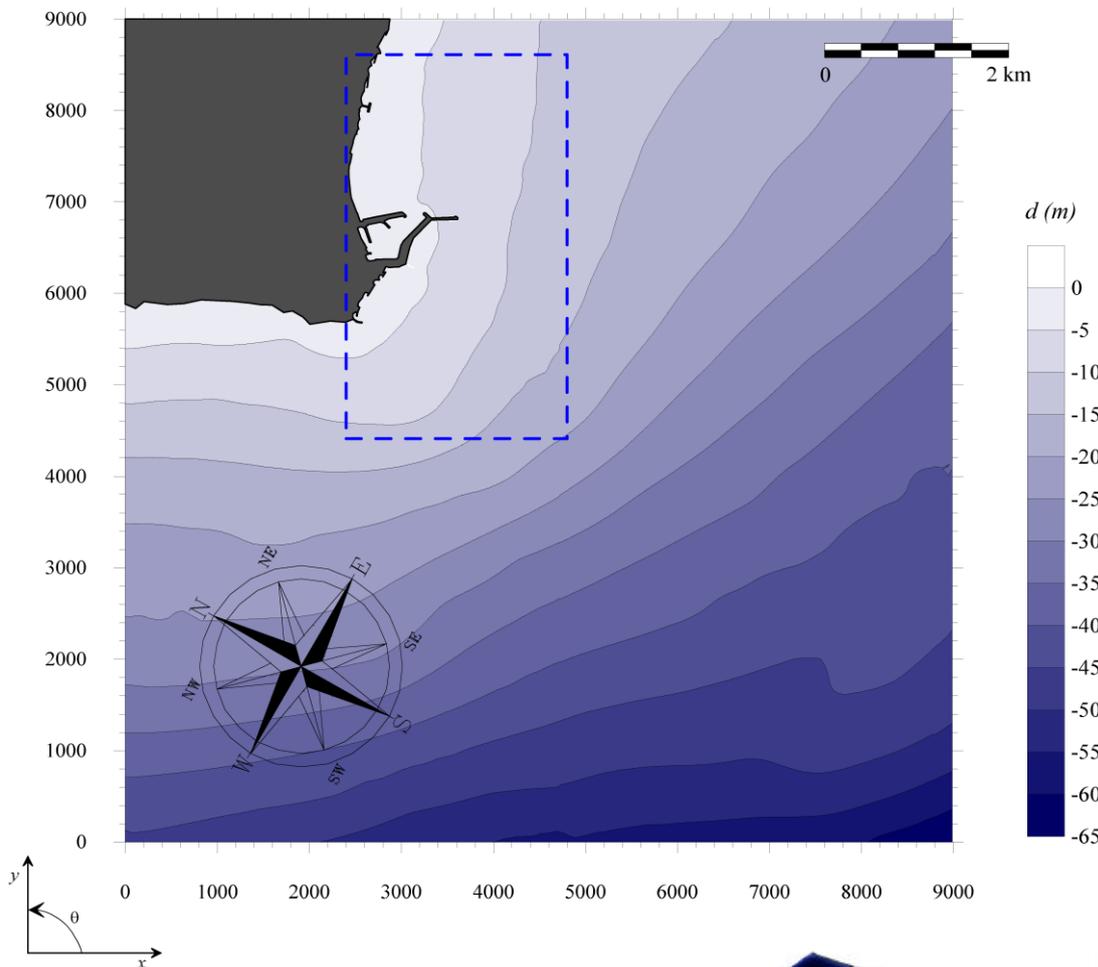
Monitoraggio della linea di riva

---

I risultati ottenuti nel caso della configurazione studiata dall'Estramed sono in accordo con i risultati ottenuti sul modello fisico per cui si ha sedimentazione principalmente lungo l'opera di difesa e in misura minore in corrispondenza della testata. Inoltre, la tendenza alla sedimentazione risulta minore rispetto a quella relativa alla configurazione attuale.

**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva



Orientamento positivo degli assi e  
verso di rotazione positivo degli angoli

CARATTERISTICHE DI GRIGLIA
<i>Passo di discretizzazione pari a 15m</i>
<i>Numero di righe pari a 601</i>
<i>Numero di colonne pari a 600</i>

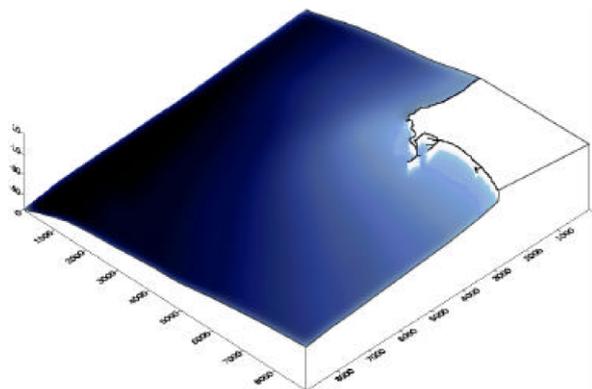


Tavola	Porto di Anzio: studio idrodinamico - configurazione studio Estramed
1b	Propagazione del moto ondoso dal largo alla riva
Andamento delle isobate	

**Capo d'Anzio S.p.A.**  
**C.D.M. n. 6586/2011**

***Progettazione Esecutiva***  
***Fase 3, Darsena Sud***

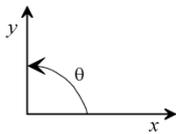
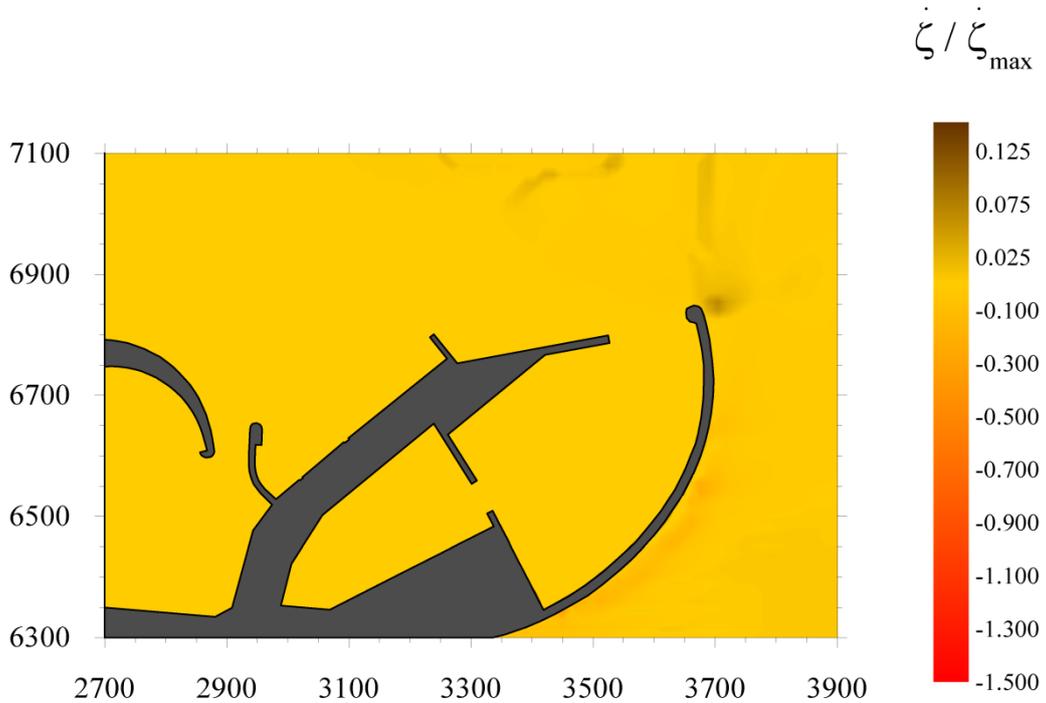
Monitoraggio della linea di riva

---

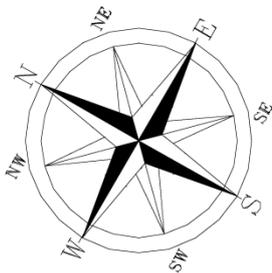
I risultati ottenuti nel caso della configurazione proposta nel progetto mostrano una diminuzione della sedimentazione; nel particolare il materiale incoerente si sedimenta lungo l'opera come mostrato di seguito.

**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva



Orientamento positivo degli assi e  
verso di rotazione positivo degli angoli



CARATTERISTICHE DI GRIGLIA

Passo di discretizzazione pari a 15m

Numero di righe pari a 281

Numero di colonne pari a 161

Tavola	Porto di Anzio: studio idrodinamico - nuova configurazione
11c	Tendenza all'evoluzione del fondale
Andamento del rapporto tra il tasso di variazione del fondale ed il suo valore massimo	

**Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

Pur essendo la tendenza evolutiva simile a quella evidenziata nel caso precedente, la sedimentazione in corrispondenza della testata dell'opera risulta diversa da quella che si realizza negli altri due casi. Infatti, sia nella configurazione attuale che in quella proposta dallo studio Estramed, la brusca espansione del pennacchio in corrispondenza della testata del molo sopraflutto determina una sedimentazione in banco. Invece, nel caso della configurazione proposta nel progetto, la particolare conformazione dell'opera esterna determina un progressivo distacco del pennacchio stesso evitando la brusca espansione del flusso. Conseguentemente, la sedimentazione in corrispondenza della testata dell'opera si sviluppa in direzione longitudinale (parallela alla corrente litoranea), tendendo a formare una "flèche" e non interessando, se non parzialmente, il canale d'accesso al porto.

*Stima quantitativa della sedimentazione con la nuova configurazione portuale*

Il modello numerico utilizzato ha consentito di calcolare il flusso potenziale dei sedimenti in funzione della conformazione del fondale, delle caratteristiche del moto ondoso (altezza, periodo e direzione dell'onda incidente) e della granulometria dei sedimenti. In particolare, lungo una sezione di riferimento, il modello ha avuto per obiettivo la determinazione della distribuzione lungo la sezione di calcolo del volume di sabbia che annualmente migra dalla zona ad ovest del porto verso l'imboccatura portuale.

**Poiché il trasporto solido simulato è potenziale e non effettivo, la distribuzione della portata solida è stata considerata in forma parametrica.** In sostanza, è stato considerato per ogni nodo di calcolo il rapporto percentuale tra la portata solida cumulata dal largo (progressiva 0 e profondità di -20 m sul l.m.m.) fino alla progressiva in esame e quella totale calcolata sommando tutti i valori della portata solida compresi tra la profondità di -20 m sul l.m.m. e la testata del molo Innocenziano (profondità -4 m sul l.m.m.).

L'andamento consente di interpretare e quantificare l'azione di ostacolo che il pennello previsto dal Piano Regolatore esercita sul flusso dei sedimenti. Infatti realizzando il

**Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

pennello si impedirebbe il flusso dei sedimenti nella fascia di fondale compresa tra la testata del molo di sopraflutto e la batimetrica  $-7$  m e si ridurrebbe di circa il 40% il volume di sabbia che annualmente transita attraverso la sezione di riferimento da ovest verso est.

**In conclusione quindi si può affermare che la realizzazione delle opere foranee previste dal progetto esecutivo determinerà una riduzione rispetto alla situazione attuale del rateo di sedimentazione medio annuo in prossimità dell'imboccatura del porto commerciale di almeno il 40%. Il rateo di sedimentazione atteso è non superiore a  $30.000$  m<sup>3</sup>/anno. Inoltre tale sedimentazione non interesserà direttamente il canale di accesso al porto commerciale. Pertanto le operazioni di manutenzione periodiche non causeranno interferenze con la fruizione da parte delle navi e delle imbarcazioni dei due bacini portuali.**

### **3. IL PIANO DI MONITORAGGIO DELLA LINEA DI COSTA**

Le principali attività di monitoraggio della costa interessata dall'intervento sono orientate al monitoraggio morfologico della Riviera di Levante nei pressi dei due pennelli di contenimento.

#### **3.1 Monitoraggio morfologico**

Il monitoraggio morfologico si articolerà in campagne di rilievo topo-batimetrico, da eseguirsi prima (*ante operam*) e dopo l'esecuzione dei lavori (*post operam*) con cadenza semestrale per l'intera vita dell'opera.

Per consentire una corretta analisi dell'evoluzione morfologica della Riviera di Levante, è opportuno che i rilievi siano fra loro omogenei e confrontabili, per tale motivo dovranno essere eseguiti seguendo le indicate procedure e modalità.

La metodologia migliore consiste nell'individuazione di:

- "sezioni fisse", aventi lunghezza da riva a largo pari a circa 400 m a ridosso dei pennelli di contenimento;
- "punti fissi" da monitorare in epoche successive, in maniera tale da valutare direttamente cambiamenti ed evoluzioni;
- la posizione della linea di riva, in corrispondenza alla quota di 0.00 m s.m.m.

Si prevedono campagne di rilievo semestrali per l'intera vita dell'opera.

##### **3.1.1 Monitoraggio ante operam**

Il rilievo del profilo della spiaggia emersa e sommersa nelle aree di indagine sarà effettuato in modo tale da restituire delle sezioni perpendicolari alla costa. Il monitoraggio sarà supportato anche dalla produzione di ortofoto; le immagini fotogrammetriche, acquisite mediante uno scanner fotogrammetrico che restituirà un riferimento importante per il controllo della linea di riva nel corso della vita dell'opera.

Tali sezioni fisse aventi lunghezza da riva a largo pari a circa 400 m saranno ubicate presso i due pennelli di contenimento.

**Progettazione Esecutiva**  
**Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

Le operazioni di rilievo saranno effettuate in condizioni di mare calmo, con altezza d'onda non superiore a 0.5 metri.

I punti di inquadramento geodetico del rilievo, riferiti a capisaldi noti, potranno avere una incertezza centimetrica.

Il rilievo sarà suddiviso in:

- spiaggia emersa: area con quota superiore al medio mare e batimetria fino a circa 0.5 metri, rilevabile con strumenti GPS manuali;
- spiaggia e litorale sommersi: area con batimetrie superiori a 0.5 metri rilevabili con strumenti GPS e ecoscandaglio singlebeam installati su un idoneo natante in grado di operare in zone con limitato pescaggio. Il natante o la strumentazione di misura devono essere dotati di sistema di compensazione del movimento del natante a causa del moto ondoso.

All'inizio delle operazioni di rilievo sarà necessario procedere alla calibrazione degli strumenti impiegati, in particolare l'ecoscandaglio va calibrato una volta al giorno.

Per quanto riguarda la precisione il rilievo avrà una accuratezza:

- planimetrica +/- 10 cm (coordinate)
- altimetrica +/- 5 cm (quote)

La restituzione finale sarà composta da un rapporto tecnico contenente gli elementi principali del rilievo:

- data e orari di esecuzione dei rilievi
- monografie dei capisaldi utilizzati
- descrizione degli strumenti utilizzati e relativa documentazione tecnica di corredo (specifiche tecniche, calibrazioni, ecc.)
- descrizione delle procedure impiegate
- condizioni meteomarine in cui si è operato, con le indicazioni di possibili difficoltà incontrate, al fine di interpretare il rilievo svolto.

**Progettazione Esecutiva  
Fase 3, Darsena Sud**

Monitoraggio della linea di riva

---

### **3.1.2 Monitoraggio post operam**

Al termine della realizzazione della Darsena Sud nel Porto di Anzio e dunque anche della realizzazione dei due pennelli di contenimento dovrà essere fornito il rilievo batimetrico completo della Riviera di Levante e dell'area occupata dai due pennelli.

Nella fase post operam e con cadenza semestrale sarà poi richiesto il rilievo batimetrico dell'area dei due pennelli, con la necessità di monitorare in particolare:

- le batimetrie dei fondali e le relative evoluzioni;
- la possibile formazione di erosioni localizzate sul fondale;
- il possibile arretramento dell'arenile.

La metodologia più efficace, per tali attività di monitoraggio, consiste nell'integrazione di:

- ispezioni visive da parte di un addetto lungo nell'area dei pennelli, da effettuarsi con frequenza semestrale e comunque dopo il verificarsi di eventi meteo-marini particolarmente intensi;
- un ulteriore rilievo batimetrico di seconda pianta di tutto il Litorale di Levante al termine della stagione balneare.

Come indicato per la fase ante operam del monitoraggio, con i sopra indicati rilievi batimetrici dovranno essere definite e individuate:

- "sezioni fisse", con passo massimo di 50 m, ortogonali alla linea di riva;
- "punti fissi" da monitorare in epoche successive, in maniera tale da valutare direttamente cambiamenti ed evoluzioni;
- la posizione della linea di riva, in corrispondenza alla quota di 0.00 m s.m.m.

Come già anticipato, qualora fossero riscontrati fenomeni di arretramento della linea di riva, potranno essere eseguiti modesti interventi di ripascimento.

Come accennato sopra semestralmente saranno prodotte immagini fotogrammetriche al fine di rilevare eventuali modificazioni della linea di riva.