



# REGIONE ABRUZZO PROVINCIA DI TERAMO



## SALVAGUARDIA IDRAULICO - AMBIENTALE FIUME VOMANO

STUDI SPECIALISTICI PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI  
SULLA LINEA DI COSTA E CONSIDERAZIONI SUL DEFLUSSO  
IDRAULICO ALLO SBOCCO A MARE

### STUDIO MORFOLOGICO

#### AGGIORNAMENTI

N°	DESCRIZIONE	DATA	Compilato	Rivisto	Approvato
0	EMISSIONE - 1° RAPPORTO	28/03/2007	A. Monaco	G. M. Beltrami	A. Di Eugenio
1	EDITING FINALE	28/06/2007	A. Monaco	G. M. Beltrami	A. Di Eugenio

REDAZIONE

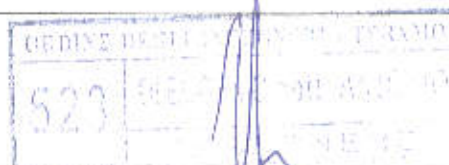
UFFICIO DIREZIONE LAVORI  
A.T.I.: **D'APPOLONIA S.p.A. (Capogruppo Mandataria)**  
**STADE S.r.l.**

Sede operativa: Via Dei Ramni, 7 - 00185, ROMA  
Tel. 06/4461004 - 4450603, E-mail: stade@micanet.it



DIRETTORE LAVORI

Ing. Antonio DI EUGENIO



**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMINI, 7 - 00185 ROMA

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSE</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL TRATTO DI COSTA COMPRESO TRA IL FIUME TORDINO E IL FIUME SALINE</b>	<b>8</b>
2.1	<i>INQUADRAMENTO GENERALE</i>	8
2.2	<i>TRATTO TORDINO – VOMANO</i>	8
2.3	<i>FOCE VOMANO</i>	9
2.4	<i>TRATTO VOMANO – PIOMBA – SALINE</i>	9
<b>3</b>	<b>CENSIMENTO DELLE OPERE DI DIFESA COSTIERA</b>	<b>12</b>
3.1	<i>TRATTO TORDINO – VOMANO</i>	12
3.2	<i>TRATTO VOMANO – PIOMBA – SALINE</i>	14
<b>4</b>	<b>ANALISI DIACRONICA DELLA LINEA DI RIVA</b>	<b>16</b>
4.1	<i>CARATTERIZZAZIONE D'INSIEME</i>	17
4.2	<i>FLUSSI SOLIDI LONGITUDINALI</i>	18
4.3	<i>RISULTANZE DELL'ANALISI DIACRONICA</i>	20
<b>5</b>	<b>VALUTAZIONE DELLA TENDENZA EVOLUTIVA MEDIANTE IL MODELLO EMPIRICO DI SPIAGGIA PARABOLICA</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>APPENDICE A: CRITERI DI IDENTIFICAZIONE DELLE LINEE DI RIVA E LORO MARGINE DI ERRORE</b>	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>APPENDICE B: CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI DELLA FASCIA DI INTERESSE</b>	<b>29</b>
	<b><u>TABELLE</u></b>	<b>38</b>
	<b><u>FIGURE</u></b>	<b>44</b>

## 1 PREMESSE

Con Determinazione Dirigenziale n° 54 del II Settore della Provincia di Teramo, del giorno 16/02/06, l'Amministrazione Provinciale affidava all'ATI costituita dalle Società D'APPOLONIA S.p.a. (Capogruppo Mandataria) e STADE S.r.l. (Mandante) il Servizio di Direzione Lavori e Coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione di cui al D.Lgs 494/96, per la realizzazione degli interventi di "Salvaguardia idraulico-ambientale del Fiume Vomano", il cui relativo contratto è stato repertoriato al n° 25769 in data 29/03/06.

Tale detto servizio, per la conduzione degli interventi previsti nel progetto esecutivo d'appalto – concorso affidati, originariamente per un importo contrattuale di € 5.760.000,00<sup>1</sup>, alla costituita ATI con capogruppo "SAVINI COSTRUZIONI S.r.l." (giusto atto notarile Repertorio n° 26521 - Raccolta n° 7292 del 22/04/05) e regolati da contratto repertoriato al n° 25579 del 18/08/05.

Le aree su cui intervenire sono risultate essere tre, in particolare:

1. in corrispondenza della foce. A monte e a valle (sino allo sbocco a mare) dei ponti su S.S. n° 16 e linea ferroviaria, nei territori comunali di Roseto degli Abruzzi e Pineto;
2. nel tratto di asta fluviale compreso tra il ponte su S.P. 553 – Fontanelle di Atri (incluso) e su S.P. 23 – Castelnuovo (escluso), nei territori comunali di Morro d'Oro, Notaresco ed Atri;
3. in corrispondenza del ponte su S.P. 23. A monte e a valle dello stesso ponte, nei territori comunali di Castellalto e Cellino Attanasio.

L'insieme dei detti interventi è stato finanziato<sup>2</sup> per un importo complessivo di €. 7.746.853,49<sup>3</sup>, con fondi a valere sulla Legge n° 183 del 18/05/1989 – DPR 09/10/1997 ed è stato affidato in concessione<sup>4</sup> alla Amministrazione Provinciale di Teramo dalla Regione Abruzzo, attraverso Ordinanza Dirigenziale del Servizio Difesa e Tutela del Suolo n° DN/05/14 del 31/05/2002.

Successivamente, l'Amministrazione Provinciale, con Determina Dirigenziale VI Settore n° 420 del 28/04/05, ha approvato l'assestamento del quadro economico generale del progetto d'appalto, rientrando nella discrezionalità della stazione Appaltante ai sensi del D.P.R. 554/99, con un importo complessivo dei lavori di €. 5.560.000,00 comprensivo di €. 160.000,00 per

<sup>1</sup> Comprensivo di €. 160.000,00 per oneri sicurezza non soggetto a ribasso.

<sup>2</sup> Con D.P.R. n° 331 del 09/05/01, che ha ripartito i fondi finalizzati al finanziamento di interventi in materia di difesa del suolo per il quadriennio 1998 – 2001, di cui al D.P.R. 27/07/99.

<sup>3</sup> €. 3.615.198,26 per l'esercizio 2001 e €. 4.131.655,23 per quello 2002.

<sup>4</sup> Come richiesto dell'Amministrazione Provinciale di Teramo con atto n° 100 del 28/02/02.



**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.p.A. – STADE S.r.l.**

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

oneri per la sicurezza e di €. 2.186.853,49 per somme a disposizione, resosi necessario per il finanziamento della perizia di Somma Urgenza come da Verbale del R.U.P. del 19/04/05.

Il costituito Ufficio Direzione Lavori, ATI D'APPOLONIA S.p.a. (Capogruppo Mandataria) e STADE S.r.l (Mandante), giusto atto notarile Repertorio n° 41554 - Raccolta n° 837 Serie 2 del 16/03/06, con propria nota n° UCL06051/DT del 22/05/06, in riscontro a quella della Provincia di Teramo n° 85025 del 03/05/06, ha indicato la composizione dello stesso ufficio Direzione Lavori con i relativi nominativi, competenze e mansioni dei soggetti che avrebbero dovuto svolgere i servizi oggetto dell'incarico, come detto regolamentati da contratto Rep. 25769 del 29/03/06, individuando nella persona dell'ing. Antonio Di Eugenio la figura del Direttore Lavori e Coordinatore per la Sicurezza in corso di esecuzione e l'unica persona cui la Provincia di Teramo poteva far riferimento per ogni qualsivoglia comunicazione di natura tecnica amministrativa, nonché unico titolato a rappresentare, nei confronti della stessa Provincia di Teramo, l'Ufficio della Direzione Lavori come costituito.

A seguito delle prime risultanze evidenziate nelle riunioni finalizzate all'approvazione degli interventi previsti in progetto d'appalto, conseguenti all'indizione della Conferenza dei Servizi da parte della Provincia di Teramo, la stessa Amministrazione Provinciale, con nota n° 24550 del 12/12/06, a firma del RUP, ha richiesto all'ufficio Direzioni Lavori di valutare la possibilità di ottenere benefici sull'asta del fiume Vomano armando la foce con un'opera a mare fino al congiungimento con la barriera esistente, senza superare l'attuale allineamento dei frangenti, anche in considerazione degli ipotizzabili interventi di manutenzione circa la rimozione di solidi depositati, stimando contestualmente gli effetti che si ripercuotono sul paraggio costiero, con particolare riferimento ad eventuali processi erosivi.

Al fine di valutare ciò, l'Ufficio Direzioni Lavori, con propria nota n° UCL06124/DT del 29/12/06, proponeva alla Provincia di Teramo di eseguire studi specialistici degli effetti dell'eventuale intervento sui fenomeni evolutivi della fascia litoranea. Nella stessa nota veniva infatti sottolineato come un tale intervento potesse portare effetti di sicuro beneficio nei riguardi dei tempi di riforma della barra longitudinale alla costa di materiale solido e quindi nella manutenzione della foce stessa, pur non contrastando gli effetti nei confronti dell'insabbiamento della bocca porto, ma contestualmente potesse indurre problemi di stabilità della linea di costa a valle (litorale Sud).

La proposta prevedeva le seguenti fasi di studio:

1. *Studio meteo – marino;*
2. *Studio morfologico;*
3. *Studio morfodinamico.*

che nello specifico venivano articolate come sinteticamente sotto esposto.

## **1. Studio meteo – marino**

L'analisi delle forzanti meteo-marine comprende le seguenti attività:

- Definizione dell'esposizione geografica del paraggio (fetch geografici ed efficaci);
- Analisi delle variazioni del livello marino (maree, sovralti);
- Raccolta e analisi dei dati di moto ondoso al largo registrati alla boa ondometrica di Ortona facente parte della Rete Ondometrica Nazionale (RON) gestita da APAT;
- Definizione del moto ondoso in costa nell'area di interesse del litorale in esame (applicazione di idonea modellistica numerica per la propagazione degli stati di mare dal largo in costa);
- Definizione della risultante del flusso di energia associato al moto ondoso e calcolo delle "onde di modellazione".

Dello studio si provvede a redigere una specifica relazione (completa di grafici e tabelle di sintesi) inerente i punti di indagine sopra elencati.

## **2. Studio morfologico**

L'analisi delle tendenze evolutive del litorale, ovvero della risposta del litorale alle forzanti meteo-marine ed alle "interferenze antropiche", si articolerà come segue:

- Analisi dell'evoluzione storica del litorale per il tramite dello studio diacronico delle linee di riva;
- Verifica, su base morfologica, delle condizioni di esposizione al moto ondoso e delle caratteristiche di modellazione ad esso riconducibili ipotizzate nell'ambito dello studio meteo-marino.

Lo studio comprenderà anche una prima valutazione della tendenza evolutiva in presenza di armatura della foce fluviale, effettuata mediante l'applicazione di un modello di tipo empirico.

L'attività di studio comprenderà inoltre la caratterizzazione dei sedimenti lungo la fascia costiera di interesse.

Per tale caratterizzazione si farà riferimento principalmente ai dati esistenti reperibili in bibliografia, eventualmente integrati con una campagna di indagine specifica e localizzata, eseguita in concomitanza dello studio meteo – marino, tesa ad acquisire campioni di sedimenti prelevati nell'ambito dei sopralluoghi su cui condurre delle analisi granulometriche (valutabili

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMINI, 7 - 00185 ROMA

in numero di 4), che potrà comunque essere condotta anche durante la successiva fase 3 relativa allo studio morfodinamico.

Dello studio verrà redatta una specifica relazione (completa di grafici e tabelle di sintesi) inerente i punti di indagine sopra elencati.

### **3. Studio morfodinamico**

Ad ulteriore verifica e studio dell'approccio di tipo empirico, che potrebbe dimostrarsi non esaustivo, verranno eseguiti studi morfodinamici mediante l'applicazione di un modello numerico di dinamica costiera del tipo a una linea (GENESIS al.). Nello specifico caso lo studio si articolerà come segue:

- Calibrazione e taratura del modello GENESIS sulla base delle condizioni di esposizione al moto ondoso (*Studio meteo-marino*) e delle linee di riva storiche e dell'analisi diacronica delle stesse (*Studio morfologico*);
- Previsione dell'evoluzione futura della linea di riva mediante l'applicazione del modello calibrato al punto precedente per i seguenti scenari:
  - a. assenza dell'intervento;
  - b. intervento di armatura della sponda settentrionale del fiume Vomano.
    - Applicazione del modello per lo studio di scenari di minimizzazione degli eventuali impatti sulla dinamica costiera riconducibili all'intervento di armatura.

I risultati dei punti di indagine sopra elencati verranno illustrati in una specifica relazione (completa di grafici e tabelle di sintesi).

Con nota Prot. n° 12015 del 12/01/07 a firma del RUP, la Provincia di Teramo accettava le condizioni tecnico, temporali ed economiche proposte dall'Ufficio Direzione Lavori e pertanto si è provveduto a redigere la relazione di prima fase riguardante lo Studio Meteo - Marino<sup>5</sup>, completo delle analisi e modellazioni numeriche specialistiche dell'idraulica marittima finalizzate ai successivi studi di morfologia e morfodinamica costiera.

Nell'ambito di tale Studio Meteo - Marino, preso come detto a riferimento per la redazione del presente rapporto relativo allo "Studio Morfológico", sono state condotte le seguenti attività<sup>6</sup>:

<sup>5</sup> Emesso in data 12/02/07 e trasmesso alla Provincia di Teramo con nota n° UCL07015/DT del 21/02/07.

<sup>6</sup> Come meglio descritto nel relativo elaborato, a cui per il dettaglio si rimanda.

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

- inquadramento geografico del paraggio;
- determinazione del regime anemologico;
- individuazione dei fetch geografici ed efficaci e dei settori di traversia;
- reperimento ed analisi dei dati di moto ondoso disponibili;
- definizione del clima ondamentrico al largo;
- analisi statistica degli eventi ondosi estremi al largo;
- propagazione del moto ondoso sotto costa;
- determinazione del flusso di energia associato al moto ondoso;
- analisi della frequenza di frangimento del moto ondoso;
- analisi della profondità di chiusura della zona di surf;
- analisi delle variazioni del livello medio marino.

La presente relazione contiene invece lo Studio Morfológico, completo delle analisi e modellazioni specialistiche dell'idraulica marittima finalizzate ai successivi studi di morfodinamica costiera.

In particolare, come meglio descritto nel seguito della presente relazione<sup>7</sup>, che costituisce l'editing finale dello Studio Morfológico, sono state condotte le seguenti attività:

- caratterizzazione del tratto di costa di interesse;
- censimento delle opere di difesa costiere;
- analisi diacronica della linea di riva;
- valutazione preliminare delle tendenze evolutive della linea di riva mediante modello empirico di spiaggia parabolica.

Per la realizzazione del presente studio si è fatto riferimento a:

- Provincia di Teramo, Assessorato LL.PP. VI settore – Viabilità. Salvaguardia Idraulico – Ambientale della foce del fiume Vomano. Studio propedeutico alla progettazione. 1997.
- Provincia di Teramo, Assessorato LL.PP. VI settore – Viabilità. Erosione della costa teramana. Interventi - Studio Di Fattibilità. Delibera della G.P. n.1043 del 19/6/97.
- Regione Abruzzo, Comunità Economica Europea. Rationale for Integrated Coastal Area MANagemnet (R.I.C.A.M.A.);
- Regione Abruzzo, Servizio OOMM e Qualità delle Acque, Gestione integrata dell'area costiera. Piano organico per il rischio delle aree vulnerabili. Fattibilità di interventi di difesa e di gestione della fascia litoranea su scala regionale. Delibera CIPE n. 106/99. Studio delle tendenze evolutive del litorale abruzzese.

<sup>7</sup> Il 1° rapporto dello Studio Morfológico, emesso in data 28/03/2007, è stato trasmesso alla Provincia di Teramo con nota n°. UCL07018/DT del 29/03/07.

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

- Regione Abruzzo. Supporto Informativo per la gestione della zona COstiera della Regione Abruzzo (S.I.Co.R.A.);
- Regione Abruzzo, Servizio OOMM e Qualità delle Acque. Piano organico per il rischio delle aree vulnerabili. Rafforzamento dei dispositivi di difesa costiera. Delibere CIPE n. 36/2002 e n. 17/2003. Progetto preliminare, Studi specialistici.
- Regione Abruzzo, Servizio OOMM e Qualità delle Acque. Piano organico per il rischio delle aree vulnerabili. Rafforzamento dei dispositivi di difesa costiera. Delibere CIPE n. 36/2002 e n. 17/2003. Lavori di riqualificazione ambientale e di difesa delle aree della fascia litoranea di Martinsicuro, Pescara Sud - Francavilla Al Mare, Fossacesia, Casalbordino, Vasto, Montesilvano e Pineto – Silvi. Sito 7, Pineto – Silvi.
- Comune di Roseto degli Abruzzi. Provincia di Teramo. Settore II, LL.PP. - Servizi Tecnologici – Ambiente – Urbanistica - Edilizia privata – Progettazione - Servizi Ecologici. Interventi di salvaguardia della costa del territorio comunale. Studi specialistici e indagini di campo. Studio morfologico.

Nell'ambito dell'analisi diacronica della linea di riva, si sono considerate le linee di riva (opportunamente georeferenziate nel sistema WGS84) fornite dal Servizio OOMM e Qualità delle Acque della Regione Abruzzo e derivate da prese satellitari (IKONOS) del 2004 e del 2006 mediante tecnica di riconoscimento automatico dei pixels.

La valutazione preliminare delle tendenze evolutive della linea di riva, mediante modello empirico di spiaggia parabolica, è stata condotta utilizzando le sopra citate prese satellitari, anch'esse rese disponibili dal Servizio OOMM e Qualità delle Acque della Regione Abruzzo.

Lo studio è stato realizzato dalla STADE S.r.l. ed i lavori sono stati pianificati e coordinati dall'Ing. Gian Mario Beltrami<sup>8</sup>, sotto la supervisione dell'Ing. Antonio Di Eugenio, Direttore Tecnico della stessa STADE Srl., nonché, come già precedentemente accennato, Direttore Lavori e Coordinatore per la Sicurezza in corso di esecuzione dei lavori in appalto.

<sup>8</sup> Ricercatore di Costruzioni Idrauliche, Marittime e Idrologia presso l'Università degli Studi di L'Aquila, ove lavora presso il Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima afferente al Dipartimento di Ingegneria delle Strutture delle Acque e del Terreno.



## **2 CARATTERISTICHE DEL TRATTO DI COSTA COMPRESO TRA IL FIUME TORDINO E IL FIUME SALINE**

### **2.1 INQUADRAMENTO GENERALE**

Il tratto della fascia costiera abruzzese oggetto del presente studio (Figg. 1.1 e 1.2 - da «Atlante delle Spiagge Italiane» a cura del C.N.R.) si estende per circa 28 km dalla foce del Tordino (confine con il comune di Giulianova) a Nord-Ovest, alle foci del Piomba e del Saline a Sud-Est (confine con il comune di Montesilvano), risultando posta al centro dell'unità fisiografica naturale che si estende per circa 80 km dal fiume Tronto sino al promontorio di Ortona<sup>9</sup>.

Il litorale, prevalentemente sabbioso<sup>10</sup>, si presenta "cinturato" lato terra dalla linea ferroviaria Ancona-Pescara, nonché fortemente antropizzato a causa della presenza degli insediamenti turistici di Roseto, Scerne, Pineto e Silvi Marina.

Proprio per effetto dell'attività antropica, tale tratto di costa può essere distinto in due sub-unità fisiografiche "antropiche" - ciascuna dotata di una qualche autonomia evolutiva rispetto ai tratti costieri contermini - ovvero il litorale compreso tra le foci del Tordino e del Vomano, e quello compreso tra le foci del Vomano e del Piomba.

La presenza, a Nord, del porto di Giulianova nonché delle opere di difesa costiera di Roseto degli Abruzzi e, a Sud, del molo guardiano del Piomba e delle opere di difesa di Silvi e Montesilvano, ha infatti contribuito e contribuisce a limitare<sup>11</sup> il flusso longitudinale dei sedimenti da e verso tali tratti di fascia litoranea.

### **2.2 TRATTO TORDINO – VOMANO**

Tra le foci del Tordino e del Vomano (Figg. 1.3-1.6) il retrospiaggia e l'apparato dunale - lungo tutto lo sviluppo longitudinale del "fronte mare" - sono stati da tempo "fagocitati" da insediamenti e infrastrutture antropiche.

La delimitazione indotta dagli assi della linea ferroviaria Ancona-Pescara e della S.S. Adriatica ha infatti costituito - a partire dalla fine del XIX secolo - l'elemento principale di "germinazione" e "aggregazione" degli insediamenti urbani di Roseto degli Abruzzi, nonché della frazione di Cologna Spiaggia.

<sup>9</sup> Come noto, l'evoluzione naturale di tale unità è principalmente legata agli apporti solidi dei fiumi che incidono il retroterra collinare (l'ampiezza della fascia costiera risulta infatti accentuata proprio in corrispondenza delle foci dei maggiori tributari, ovvero il Tronto, il Tordino, il Vomano, il Saline, il Pescara e il Foro).

<sup>10</sup> Fanno eccezione i tratti in prossimità del Tordino e del Vomano e a Sud di quest'ultimo ove, a causa del decennale smantellamento degli apparati di foce, si ha una prevalenza di ghiaie e ciotoli.

<sup>11</sup> Si osserva come nel caso del porto di Giulianova, le cui opere si estendono oltre la 'fascia attiva', tale flusso risulti fortemente limitato. Un qualche flusso può infatti risultare presente durante l'esplicarsi delle mareggiate più intense.

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

Le prime opere di difesa litoranea hanno riguardato le zone di estremità del litorale del comune di Roseto ove, a causa del progressivo smantellamento degli apparati di foce, venivano maggiormente compromessi gli interessi legati all'utilizzo antropico del territorio costiero. Tali opere hanno tuttavia "esportato" il problema, innescando o esaltando i fenomeni di erosione.

Come testimoniato dalla corografia desunta dall'Atlante delle Spiagge Italiane edito dal CNR (Fig. 1.1), costituita con dati e rilievi del 1981, oltre vent'anni fa il litorale era già contraddistinto da marcati fenomeni di erosione con arretramento della linea di riva e variazioni della morfologia dei fondali<sup>12</sup>.

In particolare, su circa 10,5 km di litorale, oltre 7,5 km erano già interessati da opere di difesa costiera (di diverse tipologie e dimensioni) che coprivano la quasi totalità del litorale comunale. Solamente 3 km circa (pari al 27% del totale) del tratto di litorale intermedio tra gli insediamenti di Roseto e Cologna Spiaggia erano privi di opere anche se già denunciavano fenomeni di arretramento della linea di riva.

### **2.3 FOCE VOMANO**

L'apparato di foce del Vomano (Figg. 1.6-1.7) risulta fortemente antropizzato non solo dalla presenza di una serie di barriere distaccate disposte a difesa del litorale di Roseto, ma anche - in misura più diretta - dalla presenza di una darsena portuale realizzata in corrispondenza a un paleoalveo del corso d'acqua (dalla cartografia IGM del 1955 si evince che questo costituiva il ramo sinistro di sbocco a mare del Vomano).

Le figure 1.6 e 1.7 (risalenti al 2004) mostrano come l'asse terminale del fiume Vomano sia confinato da una barra (flèche o «freccia») - in sinistra idrografica - orientata verso Sud, lunga circa 300 m e larga circa 20 m, che devia la corrente in uscita.

Allo stato attuale (marzo 2007), un sopralluogo ha mostrato come tale barra sia ascrivibile alla destra idrografica e come essa tenda a deviare verso Nord la corrente in uscita. Si osserva come, gli eventi di piena del corso d'acqua spesso determinino il "taglio" della flèche da parte della corrente fluida.

### **2.4 TRATTO VOMANO – PIOMBA – SALINE**

A Sud della foce del Vomano ha inizio il lungomare di Scerne (Fig. 1.7), contraddistinto da una spiaggia ciottolosa (larga mediamente 30÷40 m) la cui conformazione, per una lunghezza

<sup>12</sup> Si osserva come la direzione predominante del flusso longitudinale indicata dall'Atlante delle Spiagge (Fig. 1.1), ovvero da Sud-Est a Nord-Ovest, contraddica l'evidenza derivante dal clima del moto ondoso (si veda il precedente Studio Meteomarino-1° rapp-15\_02\_07).

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.p.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMINI, 7 - 00185 ROMA

di circa 1300 m, è chiaramente condizionata dalla presenza di un intervento attuato nell'ambito del FIO 1982<sup>13</sup>.

La presenza della strada litoranea e l'insediamento di campeggi ha portato alla "fagocitazione" del retroterra dunale per una lunghezza di circa 500 m.

Proseguendo verso Sud, il litorale è contraddistinto, per una lunghezza di circa 1600 m, da una spiaggia di ghiaia e ciottoli larga mediamente 20 m con un retroterra dunale la cui vegetazione, piantumata in passato quale elemento di confine dei retrostanti terreni agricoli, è oggi chiaramente sofferente per la più diretta azione del moto ondoso.

All'inizio della fascia costiera ricadente nel comune di Pineto (Fig. 1.8), la matrice sabbiosa della spiaggia diviene predominante rispetto alla ghiaia.

Per una lunghezza di circa 500 m, il litorale è chiaramente condizionato dalle infrastrutture di alcuni campeggi.

Negli anni, l'apparato dunale è stato spianato (principalmente per effetto degli interventi antropici di manutenzione e di pulizia che solitamente anticipano la stagione estiva), portandosi al livello della spiaggia. In questa zona, in corrispondenza della località Villa Fumosa (campeggio Heliopolis), sono presenti una successione di cinque pennelli.

La realizzazione dei due più a Sud è stata appena terminata (febbraio 2007).

Dopo un tratto, lungo circa 600 m, in cui il litorale assume nuovamente un aspetto più naturale, con una spiaggia di tipo sabbioso, ha inizio il litorale del centro abitato di Pineto.

Per una lunghezza di circa 200 m, tale litorale (larghezza media di 40 m) è contraddistinto da edifici alberghieri e residenziali le cui infrastrutture insistono direttamente sulla spiaggia, risultando quindi privo di dune.

Procedendo verso Sud, tutto il litorale del centro abitato di Pineto, per una lunghezza complessiva di 2100 m, è caratterizzato dalla presenza di una fascia costiera larga mediamente 25 m (minimo intorno ai 20 m), piantumata a pineta. Tale piantumazione ha contribuito, in modo evidente, a limitare il carico antropico diretto sulla spiaggia.

Si incontra quindi la foce del Torrente Calvano, in corrispondenza della quale la linea di riva assume una apparente forma di cuspid, appena accennata.

Le caratteristiche di deflusso del torrente<sup>14</sup>, messe in risalto dalle evidenze morfologiche, risultano influire assai limitatamente sulla morfologia del litorale.

La fascia di pineta prosegue verso Sud anche oltre l'abitato di Pineto, per una lunghezza di circa 750 m.

La spiaggia è interessata da alcuni campeggi e dalla foce del fosso Foggetta il cui sbocco a mare è debolmente deviato verso Sud.

<sup>13</sup> Trattasi di cinque "gettate" di massi naturali realizzate nel 1984 e nel 1990 – atte a formare dei pennelli corti – il cui stato di conservazione appare, allo stato, assai precario.

<sup>14</sup> Si osserva che, in condizioni di deflusso ordinario, la larghezza della foce risulta di pochi metri.

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

Il successivo tratto di spiaggia (Fig. 1.9), sino alla Torre Cerrano, presenta una larghezza minima di circa 30 m.

Il litorale, pur contraddistinto da un retroterra occupato da diversi insediamenti antropici, appare coperto da una discreta vegetazione.

Torre Cerrano è posizionata sulle pendici di una collina<sup>15</sup> che, protendendosi debolmente verso il mare, ne conforma la linea di riva in forma di arco debolmente convesso.

In questo tratto, la fascia di spiaggia ha una larghezza minima di 20 m.

La spiaggia prospiciente la Torre è caratterizzata dalla presenza di elementi ciclopici di calcestruzzo testimoni dell'esistenza di un antico porto romano mantenuto in esercizio sino al secolo XVII.

Prospezioni subacquee, condotte nel tratto di mare antistante la Torre Cerrano nel 1982 hanno documentato la presenza di molteplici ruderi delle infrastrutture portuali che si protendono a mare anche sino a circa 700÷900 metri dalla linea di battigia. Questi elementi sommersi, attenuando l'energia associata agli eventi di moto ondoso più intensi, esercitano un'azione di ridosso per il litorale retrostante.

A Sud di Torre Cerrano (Fig. 1.10) si iniziano a presentare gli insediamenti (campeggi) di Silvi Marina che insistono direttamente sulla spiaggia per una lunghezza di circa 700 m.

I successivi 500 m di litorale, sino alla foce del Torrente Cerrano, sono caratterizzati da una fascia di pineta simile a quella che contraddistingue il litorale di Pineto.

A Sud della foce del Torrente Cerrano il carico antropico sulla spiaggia è notevole.

La fascia di spiaggia, larga mediamente 50 m, è in buona parte "invasa" da infrastrutture balneari e da veri e propri edifici. Le strutture urbane "cinturino" la spiaggia per una lunghezza di oltre 3000 m sino alla località Villaggio del Fanciullo.

Procedendo verso le foci dei fiumi Piomba e Saline (Figg. 1.11 e 1.12) la fascia costiera, per una lunghezza di circa 2000 m, presenta segni di "ammaloramento" evidenziati dal sensibile arretramento della linea di riva registrato nell'ultimo ventennio.

Tale tratto di costa, la cui evoluzione appare fortemente condizionata dalla presenza degli insediamenti abitativi, ha visto la realizzazione in tempi diversi di una serie di barriere sommerse<sup>16</sup>, nonché di alcuni pennelli, tra i quali quelli posti in destra e sinistra idrografica della foce del Saline.

La fascia costiera ove ricadono gli apparati di foce del Piomba e del Saline è quella che ha subito le maggiori modifiche, principalmente imputabili alla riduzione dei contributi solidi dei corsi d'acqua, nonché alle barriere anzidette le quali inducono la formazione di correnti ("rip") associate al moto ondoso più intenso con conseguente deriva dei sedimenti verso il largo (AA.VV., 2006).

<sup>15</sup> Formazione marina di argille compatte del Pleistocene.

<sup>16</sup> Si veda il successivo censimento delle opere di difesa.



### **3 CENSIMENTO DELLE OPERE DI DIFESA COSTIERA**

#### **3.1 TRATTO TORDINO – VOMANO**

Tutto il litorale è interessato dalla presenza di opere di difesa costiera realizzate in più fasi a partire dagli anni settanta. La tipologia d'intervento più ricorrente in passato è stata quella delle barriere debolmente emergenti distaccate che attualmente "cinturano" completamente le spiagge dei centri abitati di Cologna Spiaggia e di Roseto degli Abruzzi.

Nell'ultimo decennio, a causa del "propagarsi" dei fenomeni di erosione del litorale in qualche misura esaltati dalla presenza delle opere di difesa poste sopraflutto, anche il tratto di costa intermedio è stato oggetto di interventi di difesa costituiti da barriere sommerse e pennelli trasversali parzialmente sommersi.

Sulla base del censimento condotto nell'ambito del progetto CIPE (delibera 106/99), opportunamente aggiornato, per la costituzione del catasto delle opere marittime della Regione Abruzzo (Figg. 1.3-1.6; Tab.2.1 e 2.2) si ricava il seguente scenario procedendo da Nord (foce del Tordino) verso Sud:

- tre barriere distaccate debolmente sommerse realizzate nel 1986 (aventi lunghezze di 130, 140 e 115 m con due varchi di 50 e 35 m) per uno sviluppo complessivo di 385 m a difesa di 470 m di costa (con una densità di opere pari a circa l'80%). Recentemente (autunno 2006), i varchi di tali barriere sono stati protetti mediante piattaforme in massi sommerse. A tergo di questo sistema di tre barriere sommerse, il sistema di scogliere radenti con pennelli corti realizzati in più riprese negli anni passati (con carattere di urgenza per difendere le infrastrutture di un campeggio) è stato recentemente rivisitato (autunno 2006) mediante la realizzazione di due pennelli rispettivamente di 80 e 50 m con interposizione di una nuova difesa radente;
- una serie di ventisei barriere distaccate emergenti realizzate tra il 1978 ed il 1979 a difesa dell'abitato di Cologna Spiaggia per uno sviluppo complessivo di circa 1274 m (aventi lunghezze comprese tra 35 e 66 m con varchi di larghezza variabile tra 21 e 56 m) difendono un tratto di costa lungo circa 2000 m (con una densità di opere pari a circa il 64%); la disposizione planimetrica di queste barriere ha un andamento d'insieme pseudo curvilineo con asse orientato a 340 °N (lo sviluppo della polilinea costituita dai vertici di estremità delle barriere è pari a circa 2120 m quindi con un valore del grado di 'occupazione' della fascia litoranea superiore all'unità che denuncia una certa 'ridondanza' delle opere); l'orientamento delle singole barriere è estremamente variabile (con valori compresi tra 325 °N e 18° N); in corrispondenza del tratto mediano della costa difesa da questo sistema di barriere (più precisamente a tergo delle barriere n. 13 e 14 contate partendo da Nord) si individua una difesa radente in massi naturali lunga circa 80 m posta a protezione di un edificio a tergo del quale vi è un campeggio;

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

- una serie di pennelli parzialmente sommersi posti ad interasse medio di 300 m sino a coprire il tratto di costa compreso tra gli abitati di Cologna Spiaggia e Roseto degli Abruzzi (da località Villa Rossi sino a Nord della località Mazzarosa), per uno sviluppo longitudinale di circa 1350 m, che conserva alcune valenze naturalistiche ed è contraddistinto da stabilimenti balneari e campeggi a minimo impatto ambientale; immediatamente a Sud del primo pennello (zona villa Rossi) è presente una barriera in massi naturali lunga circa 25 m e molto prossima alla linea di riva;
- sei barriere sommerse lunghe mediamente 230 m, con varchi larghi mediamente 10 m, contraddistinte dalla presenza di pennelli trasversali a tergo (posizionati all'incirca in corrispondenza dell'asse trasversale mediano delle barriere sommerse) per uno sviluppo longitudinale complessivo di circa 1300 m (da località Mazzarosa sino a località Borsacchio);
- una serie di trentuno barriere distaccate emergenti realizzate tra il 1972 ed il 1986 a difesa del lungomare di Roseto degli Abruzzi per uno sviluppo complessivo di circa 1510 m (aventi lunghezze comprese tra 32 e 66 m con varchi di larghezza variabile tra 30 e 84 m) difendono un tratto di costa lungo circa 2810 m (con una "densità di opere" pari a circa il 54%); la disposizione planimetrica di queste barriere ha un andamento d'insieme pseudo sinusoidale con asse orientato a 331 °N (lo sviluppo della polilinea costituita dai vertici di estremità delle barriere è pari a circa 3200 m quindi con un elevato valore del grado di 'occupazione' della fascia litoranea pari a circa 1.14); l'orientamento delle singole barriere è estremamente variabile (con valori compresi tra 342 °N e 8° N). Si osserva come la disposizione di tali barriere sembri non tenere in alcun conto la preminenza da Nord del clima del moto ondoso;
- una serie di 9 barriere sommerse due delle quali sono poste a Nord del pontile ed hanno dimensioni limitate (lunghezza pari a 43 e 66 m) rispetto alle altre sette barriere poste a Sud del pontile; queste ultime sono contraddistinte da una maggiore regolarità con uno sviluppo complessivo di circa 1100 m (aventi lunghezze comprese tra 32 e 66 m con varchi di larghezza variabile tra 154 e 163 m) difendono un tratto di costa lungo circa 1250 m (con una "densità di opere" pari a circa l' 88%); la disposizione planimetrica di queste barriere ha un andamento rettilineo con asse orientato a 330 °N (lo sviluppo della polilinea costituita dai vertici di estremità delle barriere è pari a circa 1240 m quindi con un grado di "occupazione" della fascia litoranea unitario);
- a tergo di queste barriere sommerse è presente una scogliera in massi, posta come difesa radente della strada litoranea, lunga oltre 1800 m che si sviluppa dalla radice del pontile sino al molo Nord dell'approdo turistico "delle Rose" realizzato a partire dal 1978 in corrispondenza del ramo sinistro della foce del Vomano;
- circa 1560 m a Sud del pontile si individua un pennello (lungo circa 40 m) posto a tergo di un sistema di quattro barriere emergenti per uno sviluppo complessivo di circa 165 m (aventi lunghezze comprese tra 36 e 46 m con varchi di larghezza variabile tra 55 e 59 m) a difesa di un tratto di costa lungo circa 335 m (con una "densità di opere" pari a circa il 48%); la disposizione planimetrica di queste barriere ha un andamento d'insieme pseudo rettilineo con asse orientato a 330 °N (lo sviluppo della polilinea

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

costituita dai vertici di estremità delle barriere è pari a circa 336 m con un grado di “occupazione” della fascia litoranea pressoché unitario); l’orientamento delle singole barriere è abbastanza regolare e conforme con quello d’insieme;

- immediatamente a Nord della foce del Vomano è disposta una singola barriera emergente lunga circa 96 m con asse orientato a circa 338 °N ed ampiamente tombolizzata.

E’ importante osservare che l’insieme dei sistemi di opere di difesa costiera (barriere distaccate, radenti e pennelli) realizzate nel corso degli ultimi decenni interessano ormai l’intero sviluppo longitudinale della costa che si estende dalla foce del Tordino sino alla foce del Vomano.

Lungo circa 10,5 km di litorale sono state censite opere di difesa costiera per uno sviluppo complessivo di oltre 5,7 km con una densità superiore al 55%.

E’ evidente che queste opere condizionano non solo la dinamica evolutiva del litorale ma influenzano anche l’ambiente costiero e le attività antropiche che “gravitano” lungo la fascia litoranea in particolare il turismo balneare soprattutto per quanto riguarda i problemi di fruizione della spiaggia e di qualità delle acque e dei sedimenti della fascia costiera.

### **3.2 TRATTO VOMANO – PIOMBA – SALINE**

Il litorale è interessato dalla presenza di opere di difesa solo alle sue estremità. In particolare (Figg. 1.7-1.12 e Tab. 2.3):

- cinque pennelli corti (Fig. 1.7 e Fig. 2.1) – abbinati a ripascimento con ciotoli e ghiaia - realizzati immediatamente a Sud della foce del Vomano con finanziamento F.I.O ’82, rispettivamente nel 1984 e nel 1990. Degli originali cinque pennelli, solo tre – posti rispettivamente a una distanza di 500, 1200 e 1700 m circa dall’asse dell’apparato di foce – sono stati ricaricati e risultano visibili, essendo gli altri ormai totalmente interrati. Tutte e tre le opere visibili appaiono fortemente ammalorate, in particolare quella centrale che risulta evidentemente ‘cortocircuitata’.
- cinque pennelli (Figg. 1.7 e 1.8 e Fig. 2.2) realizzati in corrispondenza della località Villa Fumosa (i due più a Sud negli ultimi mesi del 2006 e all’inizio 2007) dalla Provincia di Teramo.
- Una sequenza di 9 barriere sommerse (Fig. 1.12), 7 localizzate tra Silvi Marina e la foce del Piomba e 2 tra quest’ultima e la foce del Saline. Una prima serie di 3 barriere – disposte in sequenza più a Nord ad una distanza di circa 200 m dalla battigia, per una lunghezza complessiva di 500 m con varchi compresi tra i 30 e i 40 m – è stata realizzata tra il 1989 e il 1990 tramite il finanziamento F.I.O ’82. Una seconda serie di 6 barriere – realizzate tra il 1998 e il 1999 dal Genio OO.MM. di Ancona e poste

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

sempre a circa 200 m dalla costa – presenta uno sviluppo complessivo intorno ai 1000 m. Le singole barriere hanno una lunghezza di circa 160 m con varchi di circa 30 m.

Si osserva come la realizzazione dei primi tre pennelli in località Villa Fumosa risalga al 2004 e come la loro presenza abbia già operato<sup>17</sup> - in analogia ai pennelli posti nei pressi della foce del Vomano, a Sud di essa - una sostanziale stabilizzazione del litorale a Nord-Ovest, risultando contenuto l'arretramento osservabile a Sud-Est.

---

<sup>17</sup> Si veda il Cap. 4 (Analisi diacronica).



## 4 ANALISI DIACRONICA DELLA LINEA DI RIVA

Allo scopo di verificare - in modo oggettivo - le tendenze evolutive del litorale di interesse risulta necessario condurre un'analisi comparativa di almeno due linee di riva, rilevate in tempi diversi. Per quanto riguarda la costa abruzzese risultano disponibili presso la Regione cinque linee di riva di cui tre - relative agli anni 1987, 1994 e 2000<sup>18</sup> - opportunamente georeferenziate (sistema UTM) nell'ambito del progetto RICAMA e della delibera CIPE 106/99, e due - relative agli anni 2004 e 2006 - desunte a partire da foto satellitari e georeferenziate (sistema WGS84) secondo una procedura messa a punto nell'ambito del progetto SICORA (Dominici et al., 2006). Si osserva come - a differenza delle linee di riva precedenti - l'identificazione delle linee di riva del 2004 e 2006 sia stata condotta dal Servizio OO.MM. e Qualità delle Acque della Regione Abruzzo, non solo a partire dallo stesso supporto (immagini rilevate dal satellite IKONOS), ma anche utilizzando la stessa metodologia di riconoscimento della colorazione dei pixels<sup>19</sup>, in particolare la differenza esistente tra le colorazioni del litorale 'bagnato' e di quello 'asciutto'. Si fa notare come proprio la scelta di individuare le linee di riva attraverso una variazione 'bagnato-asciutto' renda le linee identificate dal Servizio per il 2004 e il 2006 estremamente cautelative, risultando eventuali momentanee e localizzate intrusioni di acqua marina (legate a fenomeni di run-up e marea avvenuti precedentemente all'istante della presa) interpretate come contorni delle linee identificate.

L'eguaglianza del supporto e della metodologia adottate per l'identificazione, permettendo di assumere l'eguaglianza dell'errore sistematico compiuto, ha quindi spinto a preferire le linee di riva del 2004 e del 2006 quali strumento dell'indagine comparativa, tenuto anche conto del fatto che un loro utilizzo risulta con ogni evidenza maggiormente informativo sulle attuali tendenze evolutive del litorale in esame.

Occorre subito precisare come, limitatamente al tratto corrispondente alla foce del Vomano, entrambe le linee di riva identificate tendano a perdere di significato a causa del caratteristico 'divagare' della foce fluviale. Infatti, mentre l'evoluzione dei tratti di litorale posti a monte e a valle del fiume rappresenta la risposta morfologica alla sola forzante marina (moto ondoso), l'evoluzione del litorale in corrispondenza della foce è strettamente dipendente anche dalle condizioni di deflusso fluviale. Poiché le due dinamiche seguono scale temporali diverse, risultando l'evoluzione del tratto di foce assai più rapida di quella degli altri tratti, le linee di riva identificate per esso sono - a rigore - rappresentative delle sole condizioni esistenti al momento della presa e perdono di significato nell'ambito di una caratterizzazione morfologica su una scala temporale annuale.

<sup>18</sup> La linea di riva del 1987 è stata desunta dalla cartografia tecnica regionale (CTRN) ovvero da prese aereofotografiche relative a voli del 1975 e del 1984, quella del 1994 da prese aereofotografiche relative al volo ITALIA dell'agosto 1994 (Università degli Studi di L'Aquila, 1999), mentre quella del 2000 deriva dall'elaborazione della campagna di rilievi condotta dal Servizio OO.MM. e Qualità delle Acque della Regione Abruzzo mediante tecnica DGPS (AA.VV., 2006).

<sup>19</sup> Si veda l'appendice A.

#### **4.1 CARATTERIZZAZIONE D'INSIEME**

Le linee di riva del 2004 e del 2006, desunte da immagini satellitari IKONOS mediante metodologia di riconoscimento della colorazione dei pixels (un punto ogni 0.70 m), sono state fornite dal Servizio OO.MM. e Qualità delle Acque della Regione Abruzzo già georeferenziate nel sistema WGS84 e su files AutoCad (.dxf).

Le linee fornite sono state opportunamente filtrate, corrette del livello di marea<sup>20</sup> e regolarizzate tramite discretizzazione con passo 10 metri. In particolare, è stato assunto un sistema di riferimento cartesiano relativo a un origine di coordinate note (long Est = 416538.19; lat. Nord = 4732483.32 – sistema WGS84) posta in corrispondenza della foce del Tordino con asse delle ascisse orientato secondo la direzione 150° N.

Le linee di riva così predisposte (rappresentate con 2757 vertici per uno sviluppo complessivo di 27560 m), secondo i tratti valide nell'ambito di una fascia fiduciaria variabile tra +/- 2 m e +/- 15 m<sup>21</sup>, sono state comparate al fine di calcolare, in corrispondenza di ciascun vertice di discretizzazione, le variazioni subite dalla linea di riva secondo l'equazione:

$$\Delta Y_{1,2} = Y_2 - Y_1$$

ove il pedice indica l'anno di riferimento. Valori positivi di  $\Delta Y$  denunciano un avanzamento della linea di riva mentre valori negativi rappresentano un arretramento della linea di riva.

I risultati possono essere sintetizzati come di seguito descritto.

Nel periodo di osservazione, ovvero tra il 2004 e il 2006 (Figg. 3.1, 3.2 e Tab. 3.1), a fronte di un avanzamento massimo dell'intero tratto di litorale considerato di +27.6 m si riscontra un arretramento massimo di -26,9 m, con una variazione media di -1.9 m.

Tali valori si sono verificati in particolare nel tratto compreso tra il Tordino e il Vomano, ovvero il tratto interessato, quasi senza soluzione di continuità, da barriere frangiflutti distaccate realizzate a difesa degli abitati di Roseto e Cologna Spiaggia.

Nel tratto tra il Vomano e il Saline l'avanzamento massimo è stato di 22.2 m mentre l'arretramento massimo di -18.9 m, con una variazione media sempre di -1.9 m.

In termini di ratei annui di variazione della linea di riva (Fig. 3.3 e Tab. 3.2) si sono registrati avanzamenti massimi sull'intero tratto pari a +13,5 m/anno e arretramenti massimi pari a -12,8 m/anno, con una rateo medio di variazione pari a -0,9 m/anno.

Tali valori corrispondono ai ratei osservati nel tratto Tordino-Vomano, mentre quelli osservati nel tratto Vomano-Saline risultano pari a +10.3 m/anno di avanzamento, -8.2 m/anno di arretramento e -0.9 m/anno di rateo di variazione medio.

Nel periodo di osservazione, l'unità fisiografica complessiva (Tabb. 3.3 e 3.4) è stata contraddistinta da un bilancio negativo di circa 26'000 m<sup>2</sup>/anno (risultante da accrescimenti per oltre 26'000 m<sup>2</sup>/anno a fronte di erosioni per circa 52'000 m<sup>2</sup>/anno) almeno in termini di

<sup>20</sup> Si veda l'appendice A al presente rapporto.

<sup>21</sup> Si veda l'appendice A al presente rapporto.

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

superficie di spiaggia emersa, di cui circa 10'000 m<sup>2</sup>/anno nel tratto Tordino-Vomano e 16'000 m<sup>2</sup>/anno in quello Vomano-Saline.

Complessivamente il 64% del litorale considerato è contraddistinto da arretramenti della linea di riva con un rateo di -2,9 m/anno rispetto al rateo di 2,6 m/anno per i tratti in avanzamento. Occorre in ogni caso osservare come le variazioni in avanzamento e arretramento si mantengano sostanzialmente nell'ambito della fascia fiduciaria delle linee di riva<sup>22</sup>, indicando - almeno per il biennio preso in considerazione - una sostanziale stabilità del litorale.

#### 4.2 FLUSSI SOLIDI LONGITUDINALI

L'analisi diacronica della linea di riva consente il calcolo del flusso solido longitudinale attraverso la risoluzione, secondo uno schema implicito alle differenze finite, della nota equazione differenziale del bilancio solido litoraneo (utilizzata dai modelli numerici ad una linea) in funzione della componente longitudinale Q del flusso solido litoraneo:

$$\frac{\partial y}{\partial t} + \frac{1}{D_s} \cdot \left[ \frac{\partial Q}{\partial x} - (q_o - q_i) \right] = 0$$

A tal scopo è necessario prefissare alcuni parametri ed ipotizzare le condizioni di flusso solido ai due estremi del tratto di costa in esame. Nel caso in esame si è tenuto conto delle seguenti condizioni al contorno:

- **Flussi solidi longitudinali** in corrispondenza delle sezioni di estremità del tratto di costa in esame. L'attuale morfologia degli apparati delle foci del Tordino e del Saline (poste alle due estremità del litorale di interesse), anche in considerazione della presenza di molteplici opere di difesa a ridosso degli apparati di foce, lascia supporre che gli scambi di materiale solido con i litorali limitrofi siano praticamente trascurabili. Il tratto di costa in esame si prefigura quindi come un'unità fisiografica "indipendente per via antropica" dai tratti di costa limitrofi<sup>23</sup> e quindi con flussi longitudinali identicamente nulli agli estremi;
- **Profondità  $D_s$**  della fascia di litorale 'attivamente' coinvolta dai fenomeni di trasporto solido litoraneo associati al moto ondoso incidente. Questo parametro è definito in funzione della profondità di chiusura  $D_c$  della spiaggia sommersa e dell'altezza  $D_b$  della berma di incisione della spiaggia emersa. Nel caso in esame si è tenuto conto del fatto che

<sup>22</sup> "Una unità fisiografica è caratterizzata dal fatto che materiali che formano o contribuiscono a formare la costa presentano movimenti confinati all'interno dell'unità stessa o scambi con l'esterno in misura non influenzata da quanto accade al litorale." Da "Istruzioni tecniche per la progettazione e la esecuzione di opere di protezione delle coste." Delib. Cons. Sup. LL.PP. N. 151, 28 giugno 1991.

<sup>23</sup> "Una unità fisiografica è caratterizzata dal fatto che materiali che formano o contribuiscono a formare la costa presentano movimenti confinati all'interno dell'unità stessa o scambi con l'esterno in misura non influenzata da quanto accade al litorale." Da "Istruzioni tecniche per la progettazione e la esecuzione di opere di protezione delle coste." Delib. Cons. Sup. LL.PP. N. 151, 28 giugno 1991.

la fascia 'attiva'  $D_s$  non è uniforme lungo il litorale, essendo condizionata - lato mare - dalla presenza delle barriere distaccate (almeno lungo il litorale compreso tra il Tordino e il Vomano, nonché lungo quello di Silvi, in prossimità delle foci del Piomba e del Saline) e - lato terra - dalla presenza di difese radenti e altri elementi antropici che hanno fagocitato l'apparato dunale e parte della spiaggia emersa. In prima approssimazione sono stati considerati valori della profondità  $D_s$  compresi tra 5.0 e 8.0 m;

- **Apporti solidi trasversali  $q_i$**  lungo il tratto di costa in esame. Come già evidenziato i bacini idrografici del Tordino e del Saline-Piomba sono in buona parte disconnessi dalla presenza di molteplici opere di difesa presenti a ridosso degli apparati di foce e pertanto si possono ritenere trascurabili gli apporti solidi di questi corsi d'acqua al sistema fisiografico in esame. Al suo interno l'unità fisiografica è contraddistinta da bacini idrografici di limitata estensione i cui colatori naturali a mare sono in buona parte intercettati dalle infrastrutture viarie (S.S. Adriatica, linea ferroviaria Ancona-Pescara, strade dei tessuti urbani di Roseto e Cologna Spiaggia) e pertanto si può assumere che forniscano un contributo trascurabile in termini di apporti solidi al bilancio litoraneo;
- **Perdite solide trasversali  $q_o$**  lungo il tratto di costa in esame. La prima fase dell'analisi diacronica delle linee di riva ha evidenziato che, a ridosso di alcune opere di difesa litoranea, l'idrodinamica associata al moto ondoso incidente è contraddistinta da correnti trasversali che favoriscono la 'fuga' dei sedimenti verso il largo. Uno degli obiettivi del modello empirico di evoluzione della linea di riva è proprio quello di quantificare come si distribuiscono le perdite solide trasversali lungo il litorale, stabilendone il rateo annuo di incidenza sul bilancio solido costiero.

I risultati delle elaborazioni, sintetizzati nella figura 3.4, oltre a confermare l'atteso<sup>24</sup> verso della componente longitudinale del trasporto, ovvero Sud-Est, mostrano come tale trasporto sia condizionato dalla presenza delle opere di difesa costiera. In particolare, nel tratto compreso tra la foce del Tordino e la foce del Vomano, la portata solida longitudinale risulta sempre positiva (diretta verso Sud-Est) con un valore medio attorno ai 14000 m<sup>3</sup>/anno. In questo tratto è particolarmente evidente l'influenza dei pennelli (in corrispondenza dei quali si presenta sempre un minimo relativo della portata solida) e delle barriere emergenti o sommerse. Con l'avvicinarsi alla foce del Vomano il gradiente negativo porta al pressoché totale annullamento della componente longitudinale della portata solida. Tale circostanza appare confermare l'ipotesi – spesso assunta in precedenti studi – di indipendenza dei tratti di litorale compresi tra il Tordino e il Vomano da una parte e tra il Vomano e il Piomba-Saline dall'altra.

A valle del Vomano, proseguendo verso Sud-Est, la portata solida longitudinale torna a risultare positiva (ovvero sempre diretta verso Sud-Est) con un valore medio attorno ai 6000 m<sup>3</sup>/anno. Il primo minimo relativo della portata mostra chiaramente l'influenza del primo dei tre pennelli corti realizzati in prossimità della foce, a valle di quest'ultima. In maniera analoga, i minimi relativi immediatamente successivi mostrano, anche se in modo meno evidente, l'influenza degli altri pennelli realizzati tramite il finanziamento FIO del 1982.

<sup>24</sup> Si veda il precedente Studio Meteomarinario - 1° rapporto, del 12/02/2007.



**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMINI, 7 - 00185 ROMA

Successivamente, un tratto a gradiente negativo conduce al pressoché totale annullamento della portata solida longitudinale a una distanza di circa 3 km dalla foce del Vomano. Tale circostanza mostra - in modo evidente - l'influenza della serie di tre pennelli (di lunghezze comprese tra i 20 e i 40 m) realizzati tra il 2004 e il 2006 in località Villa Fumosa.

Come evidenziato ai paragrafi 1.4 e 2.2, nessuna difesa costiera interessa il successivo tratto di litorale (in particolare antistante Pineto) fino all'abitato di Silvi, ove la portata solida longitudinale media risulta pari a circa 23000 m<sup>3</sup>/anno. Un minimo della portata si registra in corrispondenza del litorale sul quale affaccia la Torre di Cerrano, le cui caratteristiche di stabilità sono essenzialmente correlabili a specifiche caratteristiche geologiche<sup>25</sup>.

Con l'approssimarsi dell'abitato di Silvi e delle opere di difesa del tratto immediatamente a monte si osserva una inversione del flusso solido con due tratti a portata solida negativa media contenuta (compresi tra -4600 e -4800 m<sup>3</sup>/anno).

### **4.3 RISULTANZE DELL'ANALISI DIACRONICA**

L'insieme delle elaborazioni eseguite permette di affermare come, per litorale in esame, il bilancio solido negativo complessivamente osservato nel periodo di osservazione compreso tra il 2004 e il 2006 sia essenzialmente imputabile alla 'fuga' di sedimenti verso il largo, stimabile in circa 4.3 m<sup>3</sup>/anno/m. Tale perdita, non compensata da apporti terrigeni, appare in qualche misura 'contrastata' nel tratto compreso tra il Tordino e il Vomano, ove le opere di difesa interessano ormai il pressoché totale sviluppo del litorale, mentre risulta pressoché incontrastata nel tratto compreso tra il Vomano e il Saline, fatta eccezione per l'azione di stabilizzazione ottenuta per il tramite della successione di pennelli localizzati a valle della foce del Vomano. Occorre infatti osservare che, se i sistemi di barriere distaccate - emergenti o sommerse - inducono in qualche misura una redistribuzione dei sedimenti lungo il profilo trasversale, a discapito della porzione di spiaggia emersa, la presenza di pennelli trasversali e dei varchi tra le barriere favoriscono la concentrazione di correnti litoranee (rip currents) associate al moto ondoso frangente, ovvero delle correnti responsabili della fuga definitiva dei sedimenti oltre la fascia attiva.

---

<sup>25</sup> Vedi par. 5.1.

## **5 VALUTAZIONE DELLA TENDENZA EVOLUTIVA MEDIANTE IL MODELLO EMPIRICO DI SPIAGGIA PARABOLICA**

Allo scopo di fornire una prima valutazione sulle tendenze evolutive del litorale in esame, con particolare riguardo al tratto che, a partire dalla foce del Vomano, si estende a Sud-Est verso l'abitato di Pineto, si è utilizzato il modello empirico di spiaggia parabolica sviluppato da Silvester e Hsu (1993). La conformazione morfologica del litorale in esame può ritenersi infatti rientrare nelle ipotesi di base di tale modello le quali prevedono l'esistenza di una falcata sabbiosa semi-infinita, caratterizzata da apporto libero e non limitato di materiale solido, la cui evoluzione risulti 'controllata' a un estremo da un promontorio, ovvero da un elemento di diffrazione.

Tramite l'utilizzo di tale modello si è in sostanza mirato a verificare se la reale conformazione assunta dal litorale rispecchi la conformazione di equilibrio prevista a lungo termine, per precisate condizioni al contorno (costituite dall'elemento di diffrazione di monte e dal punto stabile di valle), in seguito alla protratta azione dell'onda morfologica desunta dal clima del moto ondoso.

Secondo il modello di Silvester e Hsu (1993) un litorale raggiunge all'equilibrio una configurazione planimetrica rappresentabile mediante la relazione

$$\frac{R}{R_0} = C_0 + C_1 \left( \frac{\beta}{\theta} \right) + C_2 \left( \frac{\beta}{\theta} \right)^2$$

nella quale (Fig. 4.1)  $R_0$  rappresenta la lunghezza della linea di controllo,  $\beta$  l'angolo formato tra tale linea e i fronti dell'onda morfologica, mentre  $C_0$ ,  $C_1$  e  $C_2$  dei coefficienti espressi in funzione dell'angolo  $\beta$  (Fig. 4.2).

Allo scopo di applicare il modello al caso in esame si sono prese in considerazione le immagini satellitari rilevate nel 2004 e nel 2006, opportunamente georeferenziate nel sistema WGS84, utilizzando le immagini del 2004 per la determinazione dei parametri del modello e le immagini del 2006 a scopo di ulteriore verifica. In particolare, si è considerato il tratto di litorale che, estendendosi per circa 2.5 km a Sud-Est della foce del Vomano, interessa i primi tre pennelli corti localizzati a valle della foce stessa.

Onde valutare l'effetto della rifrazione dovuta al fondale sulla direzione dell'onda di modellazione in corrispondenza dell'elemento di diffrazione considerato (ovvero la barriera posta a largo della foce del Vomano), l'onda morfologica calcolata nel punto V2<sup>26</sup> e caratterizzata da una direzione di provenienza pari a 49°N in corrispondenza della batimetrica -10 m lmm è stata propagata fino al tirante idrico corrispondente alla barriera anzidetta (-4 m lmm).

<sup>26</sup> Si veda il precedente Studio Meteomarinario - 1° rapporto, del 12/02/2007.

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMINI, 7 - 00185 ROMA

In base alla sovrapposizione di tre rilevazioni del profilo batimetrico (Fig. 4.3) lungo la sezione S199 (posta di fronte alla foce del Vomano) - ciascuna rilevata durante una delle tre successive campagne effettuate dalla Regione Abruzzo negli anni tra il 2000 e il 2001<sup>27</sup>, la pendenza del fondale è stata posta pari a 1/200. Tale procedura a permesso di identificare in 67°N la direzione dell'onda di modellazione in corrispondenza dell'elemento di diffrazione considerato, ovvero la sopraccitata barriera.

In primo luogo si è considerato il tratto compreso tra la foce del Vomano e il primo pennello corto a valle di essa. Nella figura 4.4 la parabola di equilibrio desunta dall'applicazione del modello è sovrapposta al reale litorale. Fatta eccezione per il tratto di foce, ovviamente non modellabile in quanto dinamicamente rispondente alle condizioni di efflusso del fiume<sup>28</sup>, la sostanziale corrispondenza tra la conformazione del litorale desunta dal modello e quella reale indicano il raggiungimento da parte di quest'ultima di una condizione di equilibrio statico di lungo termine.

Tale conformazione è stata chiaramente favorita dalla presenza dei pennelli di valle, in particolare del primo il quale si presenta come un primo punto fisso (non erodibile) dello sviluppo del litorale (punto di controllo per l'applicazione del modello empirico).

La figura 4.5 mostra quale sarebbe stata la conformazione di questo tratto di litorale in assenza di tale pennello. In questo caso il punto fisso si sarebbe collocato in una posizione arretrata, determinando la conformazione evidenziata in figura.

Il modello di Silvester e Hsu (1993) è stato quindi applicato ai successivi tratti del litorale, considerando quali elementi di diffrazione di monte i successivi pennelli (Fig. 4.6). Anche in questo caso, la sostanziale corrispondenza tra la conformazione dei vari tratti di litorale desunta dal modello e quella reale indicano il raggiungimento da parte di quest'ultima di una condizione di equilibrio statico di lungo termine.

A termine di verifica, curve paraboliche caratterizzate dagli stessi parametri desunti utilizzando le immagine del 2004 sono state sovrapposte alla conformazione dello stesso tratto di litorale quale esso appare nelle immagini satellitari rilevate nel 2006 (Figg. 4.7 e 4.8).

Al di là della stretta zona di foce, ovviamente dinamicamente mutata a seguito del cambiamento di condizioni di efflusso del fiume, le parabole di equilibrio statico desunte dall'applicazione del modello di Silvester e Hsu (1993) alle immagini del 2004 continuano a descrivere congruamente la conformazione del litorale rilevato nel 2006.

In particolare, occorre sottolineare come il nuovo elemento di diffrazione del moto ondoso costituito dalla cuspide localizzata in corrispondenza della foce, immediatamente a Sud-Est di essa (Figg. 4.7 e 4.8), sia in grado di influenzare la conformazione del solo litorale compreso tra la foce e il primo pennello, ma non sia in grado di determinare sostanziali mutamenti alla conformazione del litorale che si estende a Sud-Est di tale pennello (Fig. 4.8).

<sup>27</sup> 1° campagna (01.05.2000-30.06.2001); 2° campagna (01.09.2000-10.12.2000); 3° campagna (01.05.2001-25.06.2001).

<sup>28</sup> Vedi par. 3.

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMINI, 7 - 00185 ROMA

Tale circostanza appare di particolare rilievo in quanto fornisce una evidenza del fatto che l'inserimento in prossimità della foce di un nuovo elemento di diffrazione non è in grado di mutare le sostanziali condizioni di equilibrio raggiunte dal litorale in esame.



## 6 CONCLUSIONI

Ai fini dell'oggetto dell'indagine, ovvero la valutazione degli effetti sul litorale dell'eventuale prolungamento a mare dell'armatura in sponda sinistra della foce del fiume Vomano (fino al limite massimo della attualmente esistente barriera emersa), i risultati esposti nelle precedenti pagine permettono di mettere in luce quanto segue:

- le analisi effettuate sulle linee di riva rilevate nell'ultimo biennio confermano sostanzialmente i risultati emersi nei precedenti studi richiamati nelle premesse. Il litorale in esame, congruamente al clima del moto ondoso bimodale a dominante da Nord, appare essenzialmente soggetto a un trasporto solido longitudinale prevalentemente orientato nel verso Sud-Est. L'analisi compiuta sui dati dell'ultimo biennio (2004-2006) indica come tale trasporto tenda ad annullarsi in corrispondenza della foce del Vomano. L'arretramento della linea di riva (circa -2.0 m di arretramento medio sull'intero tratto considerato), sempre relativamente al biennio osservato (2004-2006), risulta prevalentemente ascrivibile a perdite di sedimenti verso il largo, ovvero a effetti di dinamica trasversale, e comunque all'interno della fascia fiduciaria dell'analisi diacronica stessa. Tali perdite risultano in parte contrastate da difese costiere nel tratto compreso tra il Tordino e il Vomano, mentre appaiono libere nel tratto successivo, in particolare quello compreso tra il Vomano e l'inizio dell'abitato di Silvi;
- l'annullamento del trasporto solido longitudinale in prossimità della foce del Vomano appare confermato dall'evidenza morfologica. Qualora la portata solida fosse stata rilevante, le opere di difesa che costituiscono l'imboccatura alla darsena portuale posta a Nord-Ovest della foce del Vomano avrebbero favorito un accumulo di sedimento che non viene riscontrato (Figg. 5.1 e 5.2). Al contrario la necessità di difendere la linea di riva mediante difese radenti appare chiaro sintomo di erosione. La necessità di realizzare annuali dragaggi dell'imboccatura citata è peraltro spiegabile con il fatto che la stessa si trova ben all'interno della fascia attiva, ovvero all'interno della fascia di movimentazione del sedimento. Particolarmente durante le mareggiate (principalmente provenienti proprio dalla direzione rispetto alla quale l'imboccatura appare più esposta, ovvero da Nord) il sedimento movimentato secondo una dinamica trasversale tende inevitabilmente a depositarsi all'interno della zona ridossata determinata dall'imboccatura stessa;
- L'applicazione del modello empirico di spiaggia parabolica (Silvester e Hsu, 1993), operata utilizzando le prese satellitari del 2004, ha permesso di mostrare come il litorale a Sud-Est della foce del Vomano, ferme restando le condizioni al contorno (clima del moto ondoso, apporti solidi terrigeni, componente longitudinale del trasporto solido), appaia aver raggiunto una conformazione di equilibrio stabile di lungo periodo. La verifica operata mediante le prese del 2006, oltre a confermare l'effettivo raggiungimento di tale condizione, mostra come la conformazione di

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMINI, 7 - 00185 ROMA

equilibrio a valle del pennello più prossimo alla foce sia indipendente dall'eventuale presenza di un elemento di diffrazione diverso da quello assunto per l'applicazione del modello (ovvero la barriera posta al largo della foce stessa).

Sulla base di quanto precede si ritiene che l'estensione - nei limiti dell'attuale barriera emergente - dell'armatura fluviale non sia in grado di mutare, in modo sostanziale, la già esistente configurazione di equilibrio di lungo termine del litorale a Sud-Est della foce del fiume Vomano, né di alterare in modo significativo l'attualmente esistente dinamica longitudinale tra i litorali posti a Nord-Ovest e Sud-Est della foce.

Ciò appare tanto più ipotizzabile in quanto tale estensione - se operata nella direzione della testata meridionale della barriera - non andrebbe ad alterare il fuoco di diffrazione del moto ondoso di modellazione del litorale.

L'eventuale estensione inoltre, interessando la sponda sinistra della foce fluviale, non solo non andrebbe a intaccare il libero flusso verso Sud-Est del sia pur minimo<sup>29</sup> trasporto solido del fiume Vomano.

---

<sup>29</sup> Vedasi par. 1.2.4 – Vol. 2 – Caratterizzazione dell'area di Studio. Salvaguardia Idraulico ambientale della foce del fiume Vomano. Studio propedeutico alla progettazione redatto dall'ing. Antonio Di Eugenio. Provincia di Teramo, Novembre 1997.

## 7 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AA.VV. (2006): "Analisi di rischio morfologico e socio-economico della fascia costiera abruzzese". *Abruzzo Cronache, numero speciale 2006*.

DELIBERA CIPE 106/99 "Gestione integrata dell'area costiera. Piano organico per il rischio delle aree vulnerabili. Fattibilità di interventi di difesa e di gestione della fascia litoranea su scala regionale".

Università degli Studi di L'Aquila (1998): "*Rapporto N. 1 – Stato della zona costiera abruzzese*", Progetto R.I.C.A.MA..

Università degli Studi di L'Aquila (2000): "*Analisi critica della situazione attuale e individuazione di possibili scenari di intervento*", Progetto R.I.C.A.MA..

Università degli Studi di L'Aquila (2000): "*Criteri di riferimento per l'equilibrio morfologico*", Progetto R.I.C.A.MA..

Dominici, D.; Beltrami, G.M.; De Girolamo, P. (2005): "Monitoraggio costiero a scala regionale mediante utilizzo di immagini satellitari ad alta risoluzione". *Studi Costieri* Vol.11, pp. 145-156.

De Girolamo, P., Caputi, P., Visca, C., Beltrami, G.M., Venturini, G. e Bobbio, V. (2005). "L'esperienza di gestione integrata della costa dell'Abruzzo: Il progetto S.I.Co.R.A". *Regioni e Ambiente*, anno VI, n.7/8, luglio/agosto 2005.

De Girolamo, P., Caputi, P., Contini, P., Beltrami, G.M., Mondini, F., Sammarco, P., Cuzzi, D., Polidoro, M. e Bobbio, V. (2005). "Analisi di rischio morfologico e socioeconomico della fascia costiera Abruzzese". *AmbienteItalia*, anno IV, n.17, giugno/luglio 2005.

Silvester, R. e Hsu, J.R.C. (1993). "Coastal stabilization". World Scientific.

Di Eugenio A. (1997). "Salvaguardia idraulico ambientale della foce del fiume Vomano". Studio Propedeutico alla progettazione. Vol. 1 Relazione Generale, Vol. 2 Caratterizzazione dell'Area di Studio, Vol. 3 I modelli matematici utilizzati e i risultati delle simulazioni. Provincia di Teramo.

## 8 APPENDICE A: CRITERI DI IDENTIFICAZIONE DELLE LINEE DI RIVA E LORO MARGINE DI ERRORE

La linea di riva di un litorale può definirsi come la linea media che, all'interno zona di 'swash', ovvero della fascia compresa tra la massima risalita e la minima ridiscesa delle onde (massimo 'run-up' e minimo 'run-down'), rappresenta l'intersezione del livello medio del mare con la terra emersa. Come noto il livello medio del mare in corrispondenza della zona di 'swash' è la risultante della sovrapposizione del livello di marea astronomica e meteorologica, nonché del sovrizzo d'onda ('wave set-up'), ovvero del sovrizzo dovuto alla compensazione del gradiente della spinta totale del moto ondoso ('radiation stress') originato dalla dissipazione di energia associata ai fenomeni di 'shoaling' e frangimento delle onde di gravità nella zona dei frangenti ('surf zone').

Da quanto precede si evince che, qualunque sia la metodologia di rilievo utilizzata, una corretta identificazione della linea di riva non può prescindere dalla conoscenza, oltre che dell'istante di esecuzione del rilievo stesso, delle corrispondenti condizioni di moto ondoso, nonché della corrispondente pendenza locale della spiaggia nella zona di 'swash'. Solo attraverso tali conoscenze risulta infatti possibile apportare le correzioni necessarie al dato rilevato (ovvero la linea di intersezione istantanea rilevata) e addivenire a una definizione della linea di riva con il più ristretto margine di errore possibile.

Occorre infatti osservare come – allo stato – la presenza di errori in tale definizione sia ineludibile.

Oltre alle imprecisione legate alla maggiore o minore contemporaneità su lunghi tratti del rilievo stesso, nonché ai criteri di estrapolazione da tale rilievo della linea di intersezione istantanea, l'identificazione della linea di riva è inevitabilmente affetta da errori nelle correzioni apportate, basti pensare all'improbabilità di disporre di sezioni batimetriche (trasetti) non solo sufficienti a definire le variegate condizioni di pendenza locale su estesi tratti di costa, ma anche rilevate contemporaneamente alla linea di intersezione istantanea.

Proprio allo scopo di ridurre le fonti di errore ora elencate, e comunque di definire un fascia di confidenza della linea di riva identificata, facendo riferimento alle esperienze maturate nell'ambito dei diversi progetti finanziati dalla Regione Abruzzo elencati nelle premesse, nel presente studio si è seguita la seguente procedura operativa:

- si sono prese in considerazione le linee di intersezione istantanea relative agli anni 2004 e 2006 desunte - per il tramite di riconoscimento e distinzione della colorazione dei pixels - a partire da prese del satellite IKONOS opportunamente georeferenziate secondo la metodologia messa a punto da Dominaci et al. (2006) nell'ambito del progetto S.I.Co.R.A.;
- tali linee di intersezione istantanea, rese disponibili da parte del Servizio OO.MM. e Qualità delle Acque della Regione nella forma di polilinee in formato dxf (un punto



ogni 0.70 m), sono state inizialmente filtrate delle erronee intrusioni verso la terraferma, nonché delle microcuspidi, mediante confronto con l'immagine originale e operando una media con un passo di discretizzazione di 5 m;

- le linee di intersezione istantanea così filtrate sono state quindi corrette della variazione di livello (Tab. A.1) rispetto al medio marino ascrivibile alla marea osservata - in concomitanza con le prese da satellite<sup>30</sup> - al mareografo di Ortona. Tale correzione è stata operata in base alle conoscenze disponibili<sup>31</sup> relativamente alla pendenza media della zona di swash lungo tratti di litorale omologhi (Tab. A.2). Si osserva che la correzione operata non ha tenuto conto del contributo legato al sovrizzo d'onda, essendo risultate limitate le caratteristiche (in termini di altezza d'onda significativa) del moto ondoso, registrate a largo dall'ondametro di Ortona.

La procedura utilizzata ha consentito di attribuire alle linee di riva identificate una fascia fiduciaria dalla quale risulta un errore massimo di +/- 15 m relativamente al tratto Pineto-Silvi.

<sup>30</sup> Le immagini rilevate dal satellite IKONOS nel 2004 sono state prese il 15/04/2004 alle 09.49 e il 14/08/2004 alle 09.53. Le immagini relative al 2006 sono state invece prese il 12/07/2006 alle 10.24 e il 30/09/2006 alle 10.16.

<sup>31</sup> A questo scopo si sono utilizzati le sezioni batimetriche (transetti) rilevate durante la prima (01.05.2000-30.06.2001), seconda (01.09.2000-10.12.2000) e terza campagna (01.05.2001-25.06.2001) di rilievo effettuate dalla Regione Abruzzo.

## **9 APPENDICE B: CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI DELLA FASCIA DI INTERESSE**

L'attività di studio ha altresì compreso la caratterizzazione dei sedimenti lungo la fascia costiera di interesse.

Per tale caratterizzazione si è fatto riferimento principalmente ai dati esistenti reperibili in bibliografia, integrati con una campagna di indagine specifica e localizzata, eseguita in concomitanza del presente studio morfologico, tesa ad acquisire campioni di sedimenti - prelevati in corrispondenza della linea di riva - su cui sono state successivamente condotte delle analisi granulometriche.

In particolare sono stati prelevati n° 4 campioni localizzati nella zona di interesse (Fig. B.1), individuati in:

1. P1 – Pontile Sud Roseto degli Abruzzi
2. P3 – Foce fiume Vomano
3. P5 – Scerne di Pineto
4. P6 – Pineto – Hotel Ambasciatori

Le risultanze delle rispettive analisi granulometriche, nonché le relative schede riassuntive della composizione granulometrica campione, sono riportate nelle pagine che seguono.

Tali risultanze hanno permesso di rilevare come i sedimenti della fascia di litorale di interesse presentino una elevata variabilità, passando da un diametro medio D50 pari a 1.15 mm in corrispondenza del pontile di Roseto, a uno pari a 6.70 mm in corrispondenza della foce del Vomano, a uno pari a 5.0 mm in corrispondenza del litorale più meridionale di Scerne, per arrivare in prossimità dei pennelli in località Villa Fumosa a un diametro medio D50 pari a 1.0 mm.

Committente: Stade S.r.l.

Località: Roseto

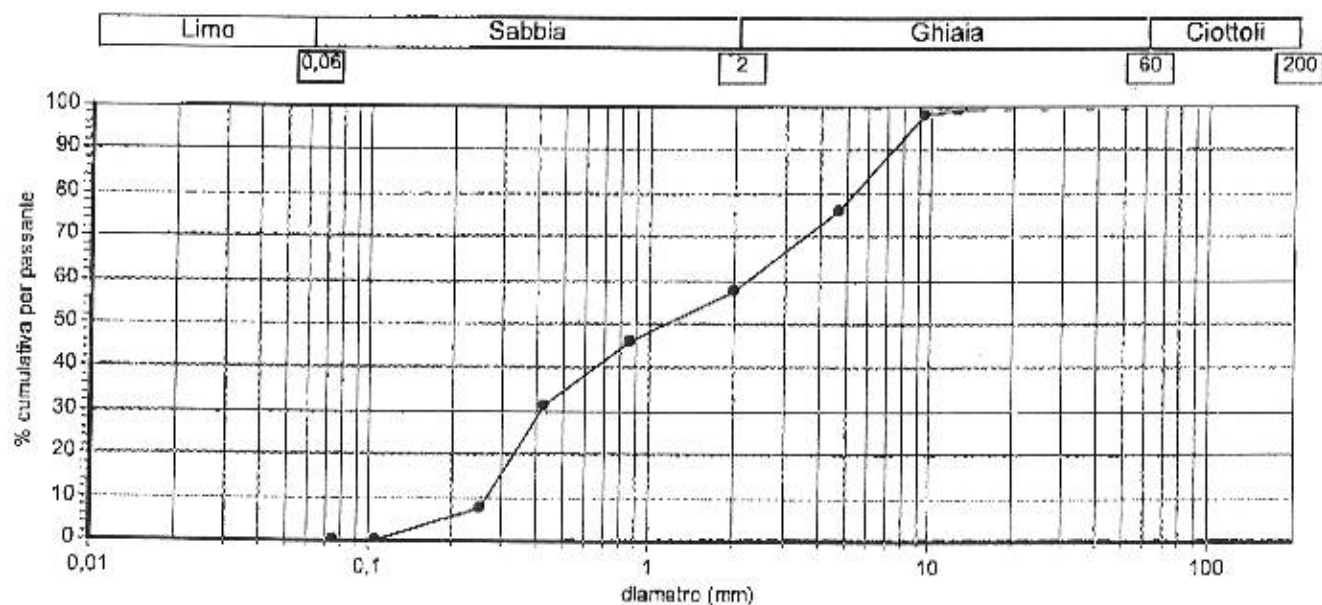
Descrizione: P1 Pontile Roseto

Certificato n.: 170 Data certificato: 28 marzo 2007

Verbale di Accettazione n.: 5/07 Data Verbale: 23 marzo 2007

**ANALISI GRANULOMETRICA - Setacciatura (sec. Normativa ASTM D421 e D2217)**

Setaccio	Diametro (mm)	% cumulativa per passante	Classe	% ponderale
2"	50	100		
1 1/2"	37,5	100		
1"	25,4	100		
3/4"	19	100		
1/2"	12,5	99,22		
3/8"	9,5	98,18		
4	4,75	75,86		
10	2	57,72	Ghiaia	42,28
20	0,85	45,99		
40	0,425	31,41		
60	0,25	7,47		
140	0,108	0,05		
200	0,075	0,02	Sabbia	57,72



Frazione di peso &lt; 0,075 mm (N):

0,01

Frazione di peso &gt; 0,075 mm (N):

30,86

Percentile 10 (d<sub>10</sub>) (mm):

0,27

Percentile 30 (d<sub>30</sub>) (mm):

0,41

Percentile 60 (d<sub>60</sub>) (mm):

2,35

Coefficiente di curvatura (Cc):

0,27

Coefficiente di uniformità (Cu):

8,74

Descrizione sec. A.G.I.:

Sabbia con ghiaia

Il Tecnico Sperimentatore

Il Direttore Tecnico

# GEODES LABORATORI snc

Via Provinciale, 20 03045 ESPERIA (FR) Tel. 0776/937086 Fax 0776/938156

## SCHEMA RIASSUNTIVA COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA CAMPIONE

Committente: Stade s.r.l.  
Via dei Ramni - Roma

Campione: P1 Pontile Roseto

Certificato n. 170

### CARATTERI GRANULOMETRICI

Frazione ghiaiosa 42.28 %

Frazione limosa ---%

Frazione sabbiosa 57.72 %

Frazione argillosa ---%

Classificazione: Sabbia con ghiaia

Percentile 10 ( $d_{10}$ ) (mm): 0.27

Percentile 30 ( $d_{30}$ ) (mm): 0.41

Percentile 50 ( $d_{50}$ ) (mm): 1.15

Percentile 60 ( $d_{60}$ ) (mm): 2.35



# GEODES LABORATORI snc

Via Provinciale, 20-03045 Esperia (FR)-0776.938156

Committente: Stadi e.r.l.

Località:

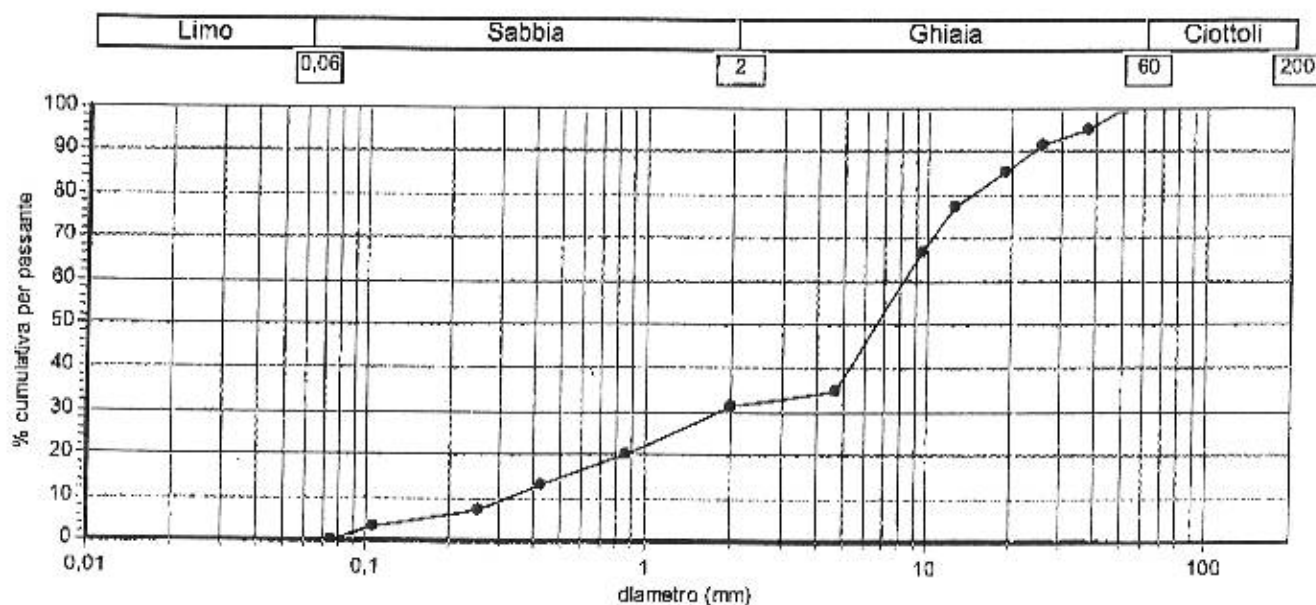
Descrizione: P3 Foce Vomano

Certificato n.: 171 Data certificato: 28 marzo 2007

Verbale di Accettazione n.: 5/07 Data Verbale: 23 marzo 2007

## ANALISI GRANULOMETRICA - Setacciatura (sec. Normativa ASTM D421 e D2217)

Setaccio	Diametro (mm)	% cumulativa per passante	Classe	% ponderale
2"	50	100		
1 1/2"	37,5	95,13		
1"	25,4	91,45		
3/4"	19	85,15		
1/2"	12,5	77,02		
3/8"	9,5	66,34		
4	4,75	34,83		
10	2	31,19	Ghiaia	68,81
20	0,85	20,09		
40	0,425	13,05		
60	0,25	7,3		
140	0,106	3,13		
200	0,075	0,02	Sabbia	31,19



Frazione di peso < 0,075 mm (N):

0,01

Frazione di peso > 0,075 mm (N):

56,83

Percentile 10 (d<sub>10</sub>) (mm):

0,33

Percentile 30 (d<sub>30</sub>) (mm):

1,88

Percentile 60 (d<sub>60</sub>) (mm):

8,54

Coefficiente di curvatura (Cc):

1,24

Coefficiente di uniformità (Cu):

25,72

Descrizione sec. A.G.I.:

Ghiaia con sabbia

Il Tecnico Sperimentatore

Il Direttore Tecnico

# GEODES LABORATORI snc

Via Provinciale, 20 03045 ESPERIA (FR) Tel. 0776/937086 Fax 0776/938156

## SCHEDA RIASSUNTIVA COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA CAMPIONE

Committente: Stade s.r.l.  
Via dei Ramni - Roma

Campione: P3 Foce Vomano

Certificato n. 171

### CARATTERI GRANULOMETRICI

Frazione ghiaiosa 68.81 %

Frazione sabbiosa 31.19 %

Frazione limosa ---%

Frazione argillosa ---%

Classificazione: Ghiaia con sabbia

Percentile 10 ( $d_{10}$ ) (mm):0.33

Percentile 30 ( $d_{30}$ ) (mm):1.88

Percentile 50 ( $d_{50}$ ) (mm):6.70

Percentile 60 ( $d_{60}$ ) (mm):8.54

# GEODES LABORATORI snc

Via Provinciale, 20-03045 Esperia (FR) 0776.938156

Committente: Stade s.r.l.

Località:

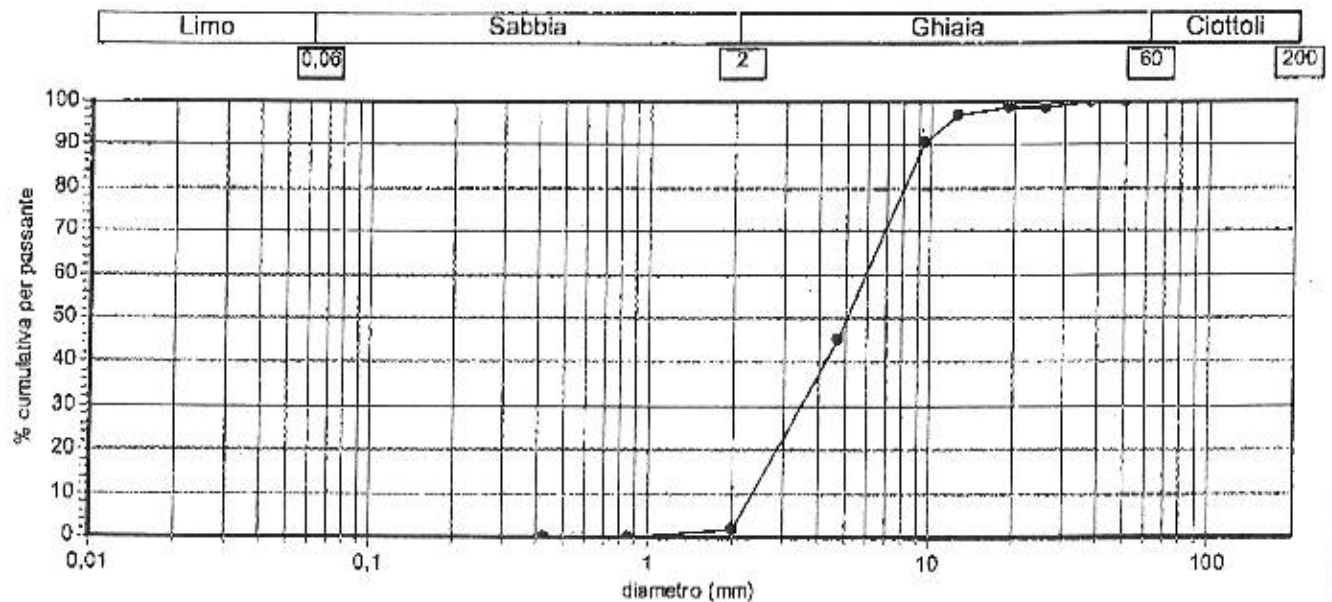
Descrizione: P5 Sceme

Certificato n.: 172 Data certificato: 28 marzo 2007

Verbale di Accettazione n.: 5/07 Data Verbaie: 23 marzo 2007

## ANALISI GRANULOMETRICA - Setacciatura (sec. Normativa ASTM D421 e D2217)

Setaccio	Diametro (mm)	% cumulativa per passante	Classe	% ponderale
2"	50	100		
1 1/2"	37,5	100		
1"	25,4	98,87		
3/4"	19	98,67		
1/2"	12,5	97,03		
3/8"	9,5	90,6		
4	4,75	44,89		
10	2	1,94	Ghiaia	98,06
20	0,85	0,15		
40	0,425	0,06		
60	0,25	0		
140	0,106	0		
200	0,075	0	Sabbia	1,94



Frazione di peso < 0,075 mm (N):

0

Frazione di peso > 0,075 mm (N):

32,99

Percentile 10 (d<sub>10</sub>) (mm):

2,52

Percentile 30 (d<sub>30</sub>) (mm):

3,8

Percentile 60 (d<sub>60</sub>) (mm):

6,32

Coefficiente di curvatura (Cc):

0,91

Coefficiente di uniformità (Cu):

2,51

Descrizione sec. A.G.I.:

Ghiaia

Il Tecnico Sperimentatore

Il Direttore Tecnico

# GEODES LABORATORI snc

Via Provinciale, 20 03045 ESPERIA (FR) Tel. 0776/937086 Fax 0776/938156

## SCHEDA RIASSUNTIVA COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA CAMPIONE

Committente: Stade s.r.l.  
Via dei Ramni - Roma

Campione: P5 Scerne

Certificato n. 172

### CARATTERI GRANULOMETRICI

Frazione ghiaiosa 98.06 %

Frazione sabbiosa 1.94 %

Frazione limosa ---%

Frazione argillosa ---%

Classificazione: Ghiaia

Percentile 10 ( $d_{10}$ ) (mm): 2.52

Percentile 30 ( $d_{30}$ ) (mm): 3.80

Percentile 50 ( $d_{50}$ ) (mm): 5.00

Percentile 60 ( $d_{60}$ ) (mm): 6.32



Committente: Stace s.r.l.

Località: Pineto

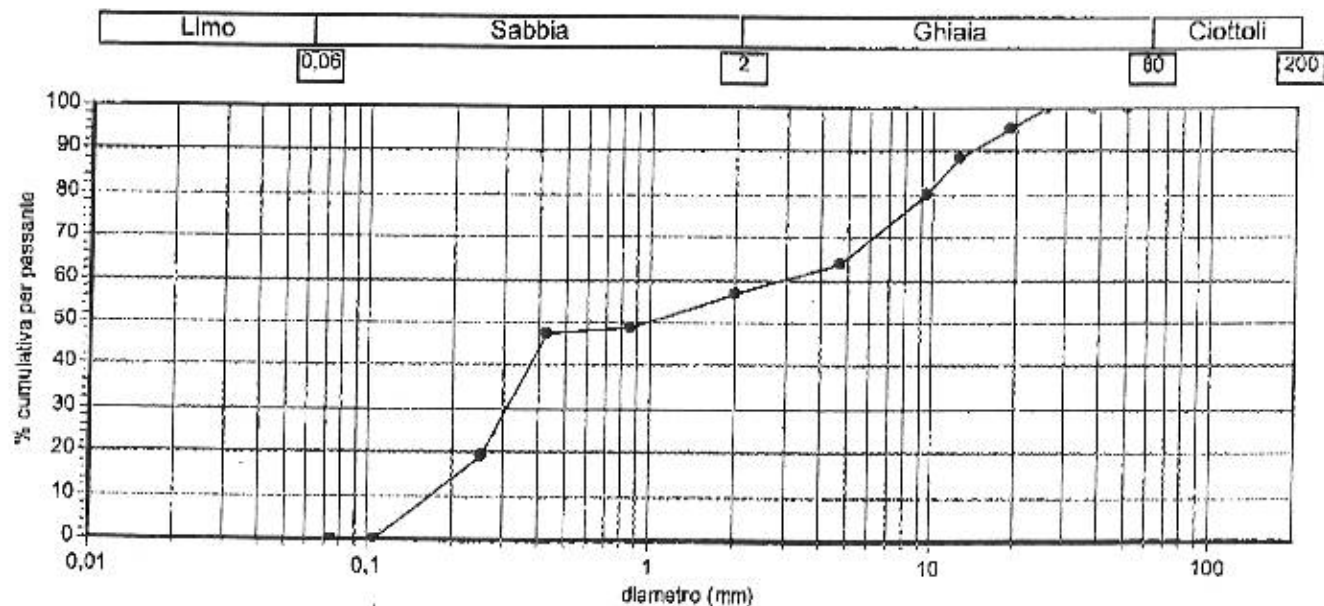
Descrizione: P6 Villa Fumosa-Hotel Ambasciatori

Certificato n.: 173 Data certificato: 28 marzo 2007

Verbale di Accettazione n.: 5/07 Data Verbale: 23 marzo 2007

**ANALISI GRANULOMETRICA - Setacciatura (sec. Normativa ASTM D421 e D2217)**

Setaccio	Diametro (mm)	% cumulativa per passante	Classe	% ponderale
2"	50	100		
1 1/2"	37,5	100		
1"	25,4	100		
3/4"	19	94,94		
1/2"	12,5	88,5		
3/8"	9,5	79,76		
4	4,75	63,64		
10	2	56,86	Ghiaia	43,14
20	0,85	48,8		
40	0,425	47,21		
60	0,25	19,06		
140	0,106	0,09		
200	0,075	0,03	Sabbia	56,86



Frazione di peso < 0,075 mm (N):

0,01

Frazione di peso > 0,075 mm (N):

47,02

Percentile 10 (d10) (mm):

0,18

Percentile 30 (d30) (mm):

0,32

Percentile 60 (d60) (mm):

3,27

Coefficiente di curvatura (Cc):

0,17

Coefficiente di uniformità (Cu):

18,06

Descrizione sec. A.G.I.:

Sabbia con ghiaia

Il Tecnico Sperimentatore

Il Direttore Tecnico

# GEODES LABORATORI snc

Via Provinciale, 20 03045 ESPERIA (FR) Tel. 0776/937086 Fax 0776/938156

## SCHEDA RIASSUNTIVA COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA CAMPIONE

Committente: Stade s.r.l.  
Via dei Ramni - Roma

Campione: P6 Pineto - Villa Fumosa

Certificato n. 173

### CARATTERI GRANULOMETRICI

Frazione ghiaiosa	43.14 %
Frazione sabbiosa	56.86 %
Frazione limosa	---%
Frazione argillosa	---%

Classificazione: Sabbia con ghiaia

Percentile 10 ( $d_{10}$ ) (mm): 0.18

Percentile 30 ( $d_{30}$ ) (mm): 0.32

Percentile 50 ( $d_{50}$ ) (mm): 1.00

Percentile 60 ( $d_{60}$ ) (mm): 3.27

## **TABELLE**

### **ELENCO DELLE TABELLE**

Tab. 2.1	Prima parte del tratto tra la foce del Tordino e la foce del Vomano
Tab. 2.2	Seconda parte del tratto tra la foce del Tordino e la foce del Vomano
Tab. 2.3	Tratto tra la foce del Vomano e la foce del Saline
Tab. 3.1	Variazioni relative della linea di riva
Tab. 3.2	Rateo annuo delle variazioni relative della linea di riva
Tab. 3.3	Tratti di litorale in accrescimento
Tab. 3.4	Tratti di litorale in erosione
Tab. A.1	Variazioni sul l.m.m e caratteristiche del moto ondoso registrate al mareografo e all'ondametro di Ortona in corrispondenza con gli istanti di presa da satellite
Tab. A.2	Pendenze zona di swash e fascia fiduciaria delle linee di riva 2004 e 2006

## UFFICIO DIREZIONE LAVORI

A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. - STADE S.R.L.

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

ID	Tipologia			Geometria		Anno di costr.	Stato		Ril. CTR CIPE	Tratto di vulnerab.	Data aggr. tabella	Rif. foto o video	Commento
	BE	BS	P	L (m)	Fr (m)		☉	☉					
1	x			140		1098		x	T4	Roseto A	28/08/2001		Barriera demolita sommersa (R.A. int n.2 FIC 98)
2	x			140		=		x	=	=	=		=
3	x			118		=		x	=	=	=		=
4	x			55	10.0	1878		x	=	=	=		Tratti con Fr anche a + 0.3 m s.l.m.m. (R.A. 1978)
5	x			57	=	=		x	=	=	=		(R.A. 1978)
6	x			35	=	=		x	=	=	=		=
7	x			48	=	=		x	=	=	=		=
8	x			43	=	=		x	=	=	=		=
9	x			64	=	=		x	=	=	=		=
10	x			80	=	=		x	=	=	=		=
11	x			70	=	=		x	=	=	=		=
12	x			45	=	=		x	=	=	=		=
13	x			30	=	=		x	=	=	=		=
14	x			45	=	1979		x	=	=	=		=
15	x			50	=	=		x	=	=	=		(R.A. 1978 LR. 30/05/74 n.17)
16	x			40	=	=		x	=	=	=		=
17	x			50	=	=		x	=	=	=		=
18	x			48	=	=		x	=	=	=		=
19	x			44	=	=		x	=	=	=		=
20	x			88	=	=		x	=	=	=		=
21	x			42	=	=		x	=	=	=		=
22	x			45	=	=		x	=	=	=		=
23	x			82	+0.8	1879		x	T4	Roseto A	28/08/2001		Tratti con Fr anche a + 0.3 m s.l.m.m. (L.R. 30/05/74 n.17)
24	x			58	=	=		x	=	=	=		(R.A. 1978 LR. 30/05/74 n.17)
25	x			58	=	=		x	=	=	=		=
26	x			55	=	=		x	=	=	=		=
1	x			41	=	1879		x	T4	Roseto B	28/08/2001		(R.A. 1978 LR. 30/05/74 n.17)
2	x			35	=	=		x	=	=	=		=
3	x			40	=	=		x	=	=	=		=
4	x			30	=	=		x	=	=	=		=
5	x			20	=	=		x	=	=	=		=
6	x			20	=	=		x	=	=	=		=
1	x			25	=	=		x	T4	Roseto C	28/08/2001		=
2	x			27	=	=		x	=	=	=		=
3	x			130	=	=		x	=	=	=		DO.M.M. di Ancona
4	x			130	=	=		x	=	=	=		=
5	x			130	=	=		x	=	=	=		=
6	x			130	=	=		x	=	=	=		=
7	x			130	=	=		x	=	=	=		Ricaricata nel 1989 (DO.M.M. di Ancona)
8	x			130	=	=		x	=	=	=		=

BE = barriera emersa a P = pennello  
 BS = barriera sommersa DR = diga radente  
 Fr = distanza della sommità dell'opera dall'1.m.m.  
 L = lunghezza della barriera  
 ☉ = recente manutenzione  
 ☉ = evidenti segni di cedimenti  
 ☉ = condizioni strutturali discrete

Tab. 2.1 – Prima parte del tratto tra la foce del Tordino e la foce del Vomano



## UFFICIO DIREZIONE LAVORI

A.T.I. D'APPOLONIA S.p.A. – STADE S.R.L.

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

ID	Tipologia			Geometria		Anno di costr.	Stato		R.H. CTR CIPE	Tratto di vulnerab.	Data agg. tabella	Rif. foto o video	Commento
	BE	BS	P	DR	L (m)	Fr (m)	⊕	⊙					
1	X				50	+0,5		X	T4	Roseto D	28/09/2001	R.A. 1992	
2	X				56			X					
3	X				55			X					
4	X				67			X					
5	X				47			X					
6	X				57			X	T5				OD. M.M. di Arceola
7	X				43			X					
8	X				60			X					
9	X				43			X					
10	X				48			X					
11	X				47			X					
12	X				52			X	T5	Roseto E	28/09/2001	OD. M.M. di Arceola	
13	X				50			X				R.A. 1978	
14	X				36			X					
15	X				46	+0,5		X	T5	Roseto E	28/09/2001	R.A. 1978	
16	X				38			X					
17	X				42			X					
18	X				40			X					
19	X				42			X					
20	X				52			X					
21	X				56			X					
22	X				46			X					
23	X				67			X					
24	X				53			X					
25	X				47			X					
26	X				51			X					
27	X				52			X					
28	X				62			X					
29	X				46			X					
30	X				66			X					
31	X				90			X				R.A. int. n.3 FID 86	
32	X				90			X					
33	X				190			X					
34	X				137			X					
35	X				137			X					
36	X				130			X					
37	X				130			X					
38	X				130			X					
39	X				130			X					
40	X				130			X					
41	X				130			X					
42	X				130			X					
43	X				130			X					
44	X				130			X					
45	X				130			X					
46	X				130			X					
47	X				130			X					
48	X				130			X					
49	X				130			X					
50	X				130			X					
51	X				130			X					
52	X				130			X					
53	X				130			X					
54	X				130			X					
55	X				130			X					
56	X				130			X					
57	X				130			X					
58	X				130			X					
59	X				130			X					
60	X				130			X					
61	X				130			X					
62	X				130			X					
63	X				130			X					
64	X				130			X					
65	X				130			X					
66	X				130			X					
67	X				130			X					
68	X				130			X					
69	X				130			X					
70	X				130			X					
71	X				130			X					
72	X				130			X					
73	X				130			X					
74	X				130			X					
75	X				130			X					
76	X				130			X					
77	X				130			X					
78	X				130			X					
79	X				130			X					
80	X				130			X					

Tab. 2.2 – Seconda parte del tratto tra la foce del Tordino e la foce del Vomano

UFFICIO DIREZIONE LAVORI

A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

ID	Tipologia		Geometria		Anno di costr.	Stato		Ref. gruppo	Tratto di valmetto	Data ass. tabella	Ref. foto o video	Commento
	RE	BS	P	DR	L (m)	P (m)	☉	☉				
			x					x	Area A	10/03/2007		Finanziamento FIO 02
			x					x	Area A	=		=
			x					x	Area A	=		=
			x						Area A	=		=
			x						Area A	=		=
			x		20				Area A	=		=
			x		30				Area A	=		=
			x		40				Area A	=		=
			x		40				Area A	=		=
			x		42				Area A	=		=
1	x				161				Area A	=		
1	x				162				Area A	28/09/2001		
2	x				162				Area A	28/09/2001		Presenza di U-L con sezioni di salina
3	x				160				Area A	=		
4	x				161				Area A	=		
5	x				162				Area A	=		
6	x				163				Area A	=		
1	x				160				Area A	28/09/2001		COMMI di Ancona
2	x				160				Area A	=		=

P = pendio

DR = difesa route

RE = barriera emersa

BS = barriera sommersa

☉ = distanza della sommità del topografo da l. m.

☉ = riferimento marino

☉ = omologazioni strutturali disposte

Tab. 2.3 – Tratto tra la foce del Vomano e la foce del Saline

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

Periodo di riferimento		Variazioni relative della linea di riva $\Delta y$ (m)			
		Min	Max	Med	Dev.St.
2004-2006	Totale	-26.9	27.6	-1.9	7.0
	Tordino-Vomano	-26.9	27.6	-1.9	8.1
	Vomano-Saline	-18.9	22.2	-1.9	6.2

Tab. 3.1 – Variazioni relative della linea di riva

Periodo di riferimento		Rateo annuo di variazioni $\Delta y/\Delta t$ (m/anno)			
		Min	Max	Med	Dev.St.
2004-2006	Totale	-12.8	13.5	-0.9	3.5
	Tordino-Vomano	-12.8	13.5	-1.0	4.0
	Vomano-Saline	-8.2	10.3	-0.9	3.1

Tab. 3.2 – Rateo annuo delle variazioni relative della linea di riva

Periodo di riferimento		Litorale in accrescimento			
		A (m <sup>2</sup> /anno)	L (m)	L/L <sub>tot</sub> (%)	A/L (m/anno)
2004-2006	Totale	25721	9930	36	2.6
	Tordino-Vomano	11674	4110	39	2.8
	Vomano-Saline	14047	5820	34	2.4

Tab. 3.3 – Tratti di litorale in accrescimento

Periodo di riferimento		Litorale in erosione			
		A (m <sup>2</sup> /anno)	L (m)	L/L <sub>tot</sub> (%)	A/L (m/anno)
2004-2006	Totale	-51903	17630	64	-2.9
	Tordino-Vomano	-21966	6540	61	-3.4
	Vomano-Saline	-29937	11090	66	-2.7

Tab. 3.4 – Tratti di litorale in erosione

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI****A.T.I. D'APPOLONIA S.p.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMINI, 7 - 00185 ROMA

anno	tratto	data e ora delle prese da satellite	livello osservato (m)	livello sul l.m.m. (m)	Hs (m)	Tp (s)	Dir (°N)
2004	Tordino-Calvano	15/04/2004 ore 09:49	-0.31/-0.21	-0.180	0.34	3.8	358
	Calvano-Saline	14/08/2004 ore 09:53	-0.08/-0.01	0.035	0.88	5.3	352
2006	Tordino-Villa Fumosa	12/07/2006 ore 10:24	-0.18/-0.11	-0.065	0.52	3.7	347
	Villa Fumosa-Saline	30/09/2006 ore 10:16	0.19/0.20	0.275	0.18	3.4	86

Nota: Il livello medio marino calcolato sull'intera serie storica registrata al mareografo di Ortona risulta -0.08 m rispetto allo zero dello strumento.

**Tab. A.1 – variazioni sul l.m.m e caratteristiche del moto ondoso registrate al mareografo e all'ondametro di Ortona in corrispondenza con gli istanti di presa da satellite.**

litorale	pendenze zona swash	fascia confidenza linee riva
Cologna-Roseto	1/10 - 1/50	+/- 10 m
sud-est Vomano	1/5 - 1/10	+/- 2 m
Pineto-Silvi	1/10 - 1/50	+/- 15 m

**Tab. A.2 – pendenze zona di swash e fascia fiduciaria delle linee di riva 2004 e 2006.**

## **FIGURE**

### **ELENCO DELLE FIGURE**

- Fig. 1.1 Atlante delle spiagge italiane – CNR 1997; rilievi e dati fino al 1981. Fogli 134 e 141
- Fig. 1.2 Legenda dei tematismi riportati sulle carte CNR
- Fig. 1.3 Foce del Tordino e litorale di Cologna Spiaggia
- Fig. 1.4 Litorale a nord di Roseto degli Abruzzi
- Fig. 1.5 Litorale di Roseto degli Abruzzi
- Fig. 1.6 Litorale a sud di Roseto degli Abruzzi e foce del Vomano
- Fig. 1.7 Litorale di Scerne e a Nord di Pineto
- Fig. 1.8 Litorale di Pineto
- Fig. 1.9 Litorale da Pineto a Torre Cerrano
- Fig. 1.10 Litorale da Torre Cerrano a Silvi Marina
- Fig. 1.11 Litorale di Silvi Marina
- Fig. 1.12 Litorale a sud di Silvi Marina e foci Piomba e Saline
- Fig. 2.1 1° pennello a valle del Vomano
- Fig. 2.2 Pennelli in località Villa Fumosa (05.03.2007). Il pennello più a monte è l'ultimo di tre pennelli realizzati nel 2004, mentre quello di valle risulta il primo di due pennelli appena completati
- Fig. 3.1 Linee di riva 2004 (arancione) e 2006 (verde) in scala distorta
- Fig. 3.2 Variazione relativa della linea di riva tra il 2004 e il 2006
- Fig. 3.3 Rateo annuo della variazione relativa della linea di riva tra il 2004 e il 2006
- Fig. 3.4 Schema di bilancio del trasporto solido litoraneo calcolato in funzione delle variazioni diacroniche della linea di riva dal 2004 al 2006
- Fig. 4.1 Litorale in equilibrio statico secondo la teoria di Silvester e Hsu
- Fig. 4.2 Coefficienti della curva di equilibrio in funzione dell'angolo  $\beta$
- Fig. 4.3 Sovrapposizione sezioni S199 1°, 2° e 3° campagna (foce Vomano)



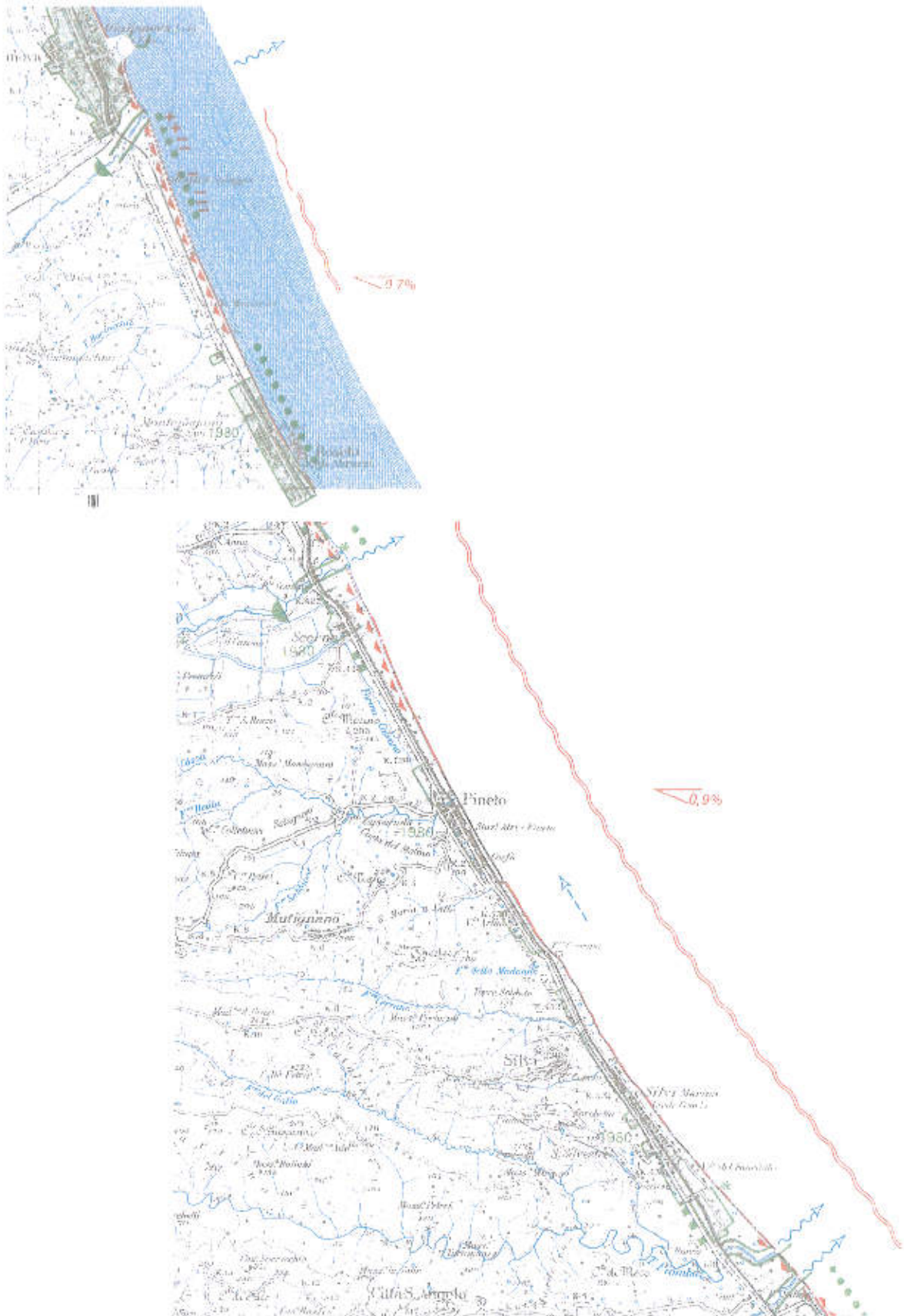
**UFFICIO DIREZIONE LAVORI**

**A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

- Fig. 4.4      Tracciamento della curva di equilibrio (foce Vomano 2004)
- Fig. 4.5      Tracciamento della curva di equilibrio nel caso di assenza del pennello meridionale (foce Vomano 2004)
- Fig. 4.6      Tracciamento delle curve di equilibrio della line di riva sulla foce del Vomano e a sud della stessa (2004)
- Fig. 4.7      Tracciamento della curva di equilibrio (foce Vomano 2006)
- Fig. 4.8      Tracciamento delle curve di equilibrio della line di riva sulla foce del Vomano e a sud della stessa (2006)
- Fig. 5.1      Tratto protetto a monte del Vomano (2004)
- Fig. 5.2      Tratto protetto a monte del Vomano (2006)
- Fig. B.1      Localizzazione dei prelievi lungo la linea di riva.

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI**  
**A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**  
 VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA



**Fig. 1.1 – Atlante delle spiagge italiane – CNR 1997; rilievi e dati fino al 1981.**  
**Fogli 134 e 141.**

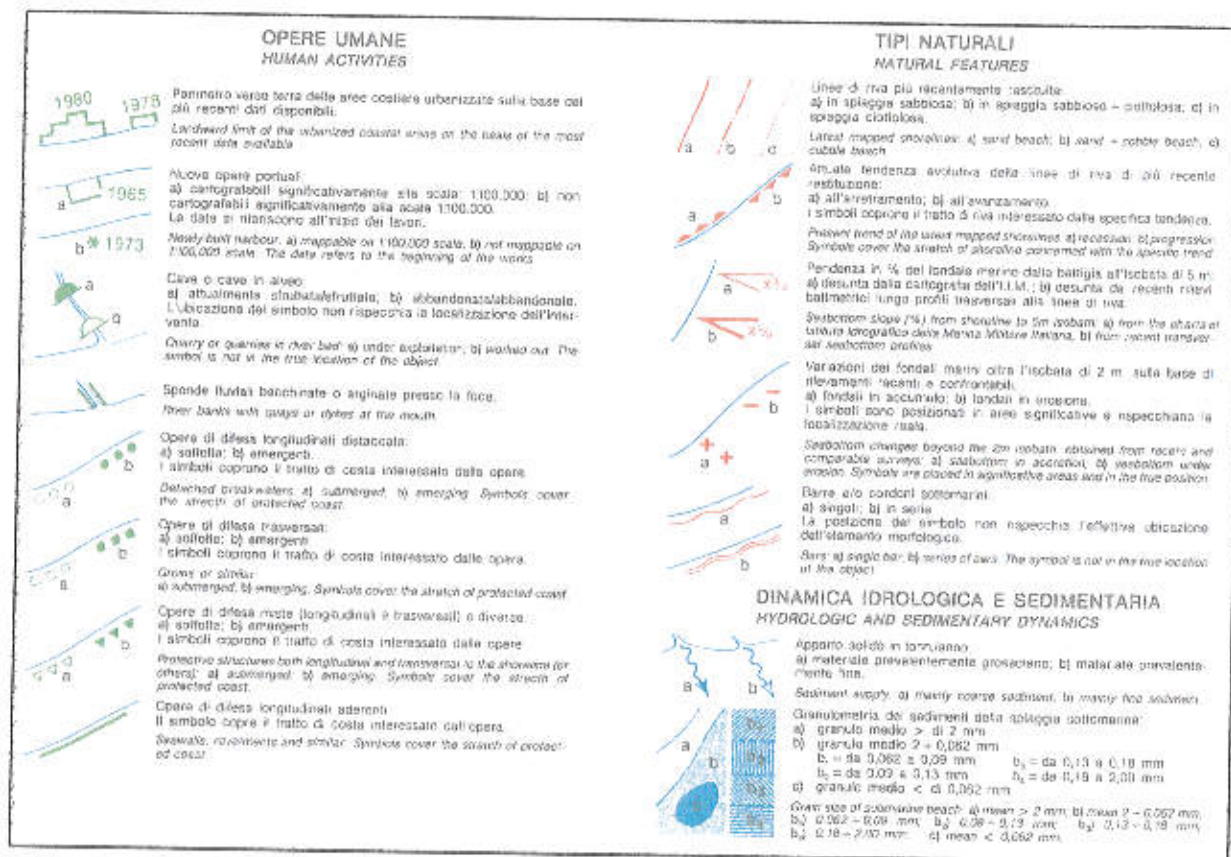


Fig. 1.2 - Legenda dei tematismi riportati sulle carte CNR



**UFFICIO DIREZIONE LAVORI**  
**A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**  
 VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

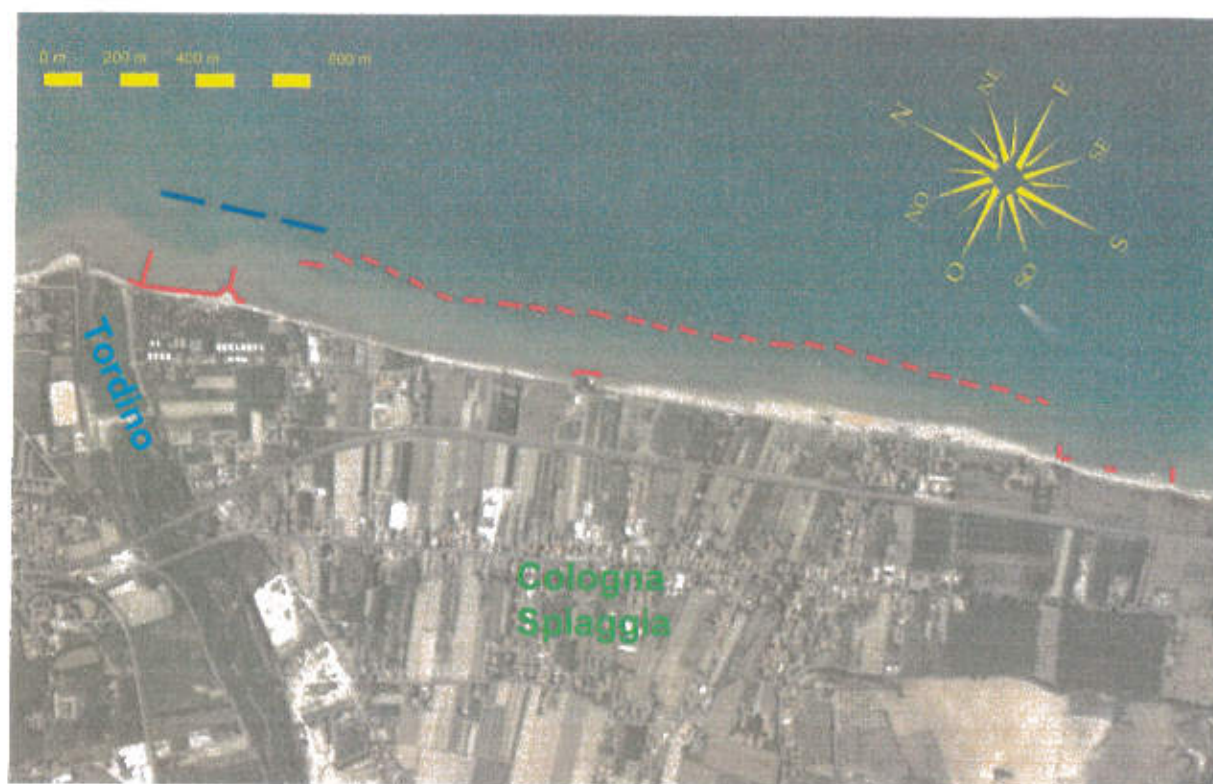


Fig. 1.3 – Foce del Tordino e litorale di Cologna Spiaggia

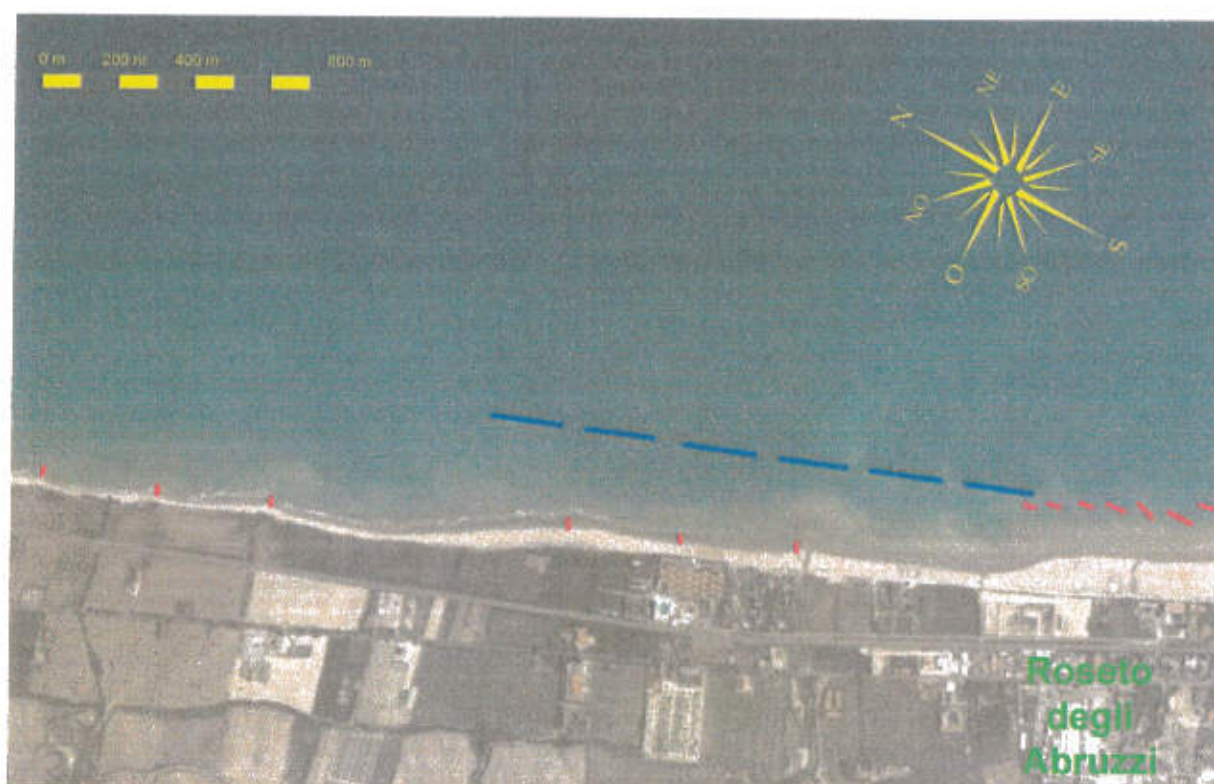


Fig. 1.4 – Litorale a Nord di Roseto degli Abruzzi



**UFFICIO DIREZIONE LAVORI**  
**A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. - STADE S.R.L.**  
 VIA DEI RAMENI, 7 - 00185 ROMA

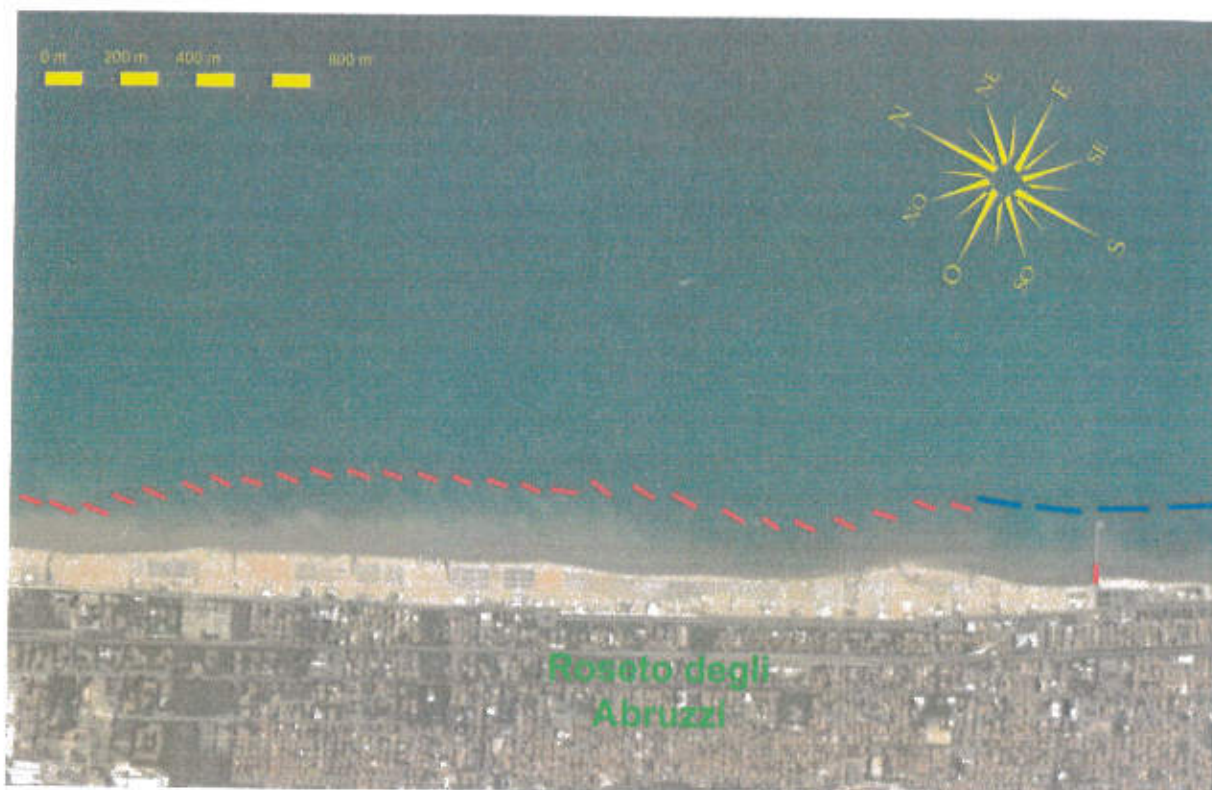


Fig. 1.5 – Litorale di Roseto degli Abruzzi

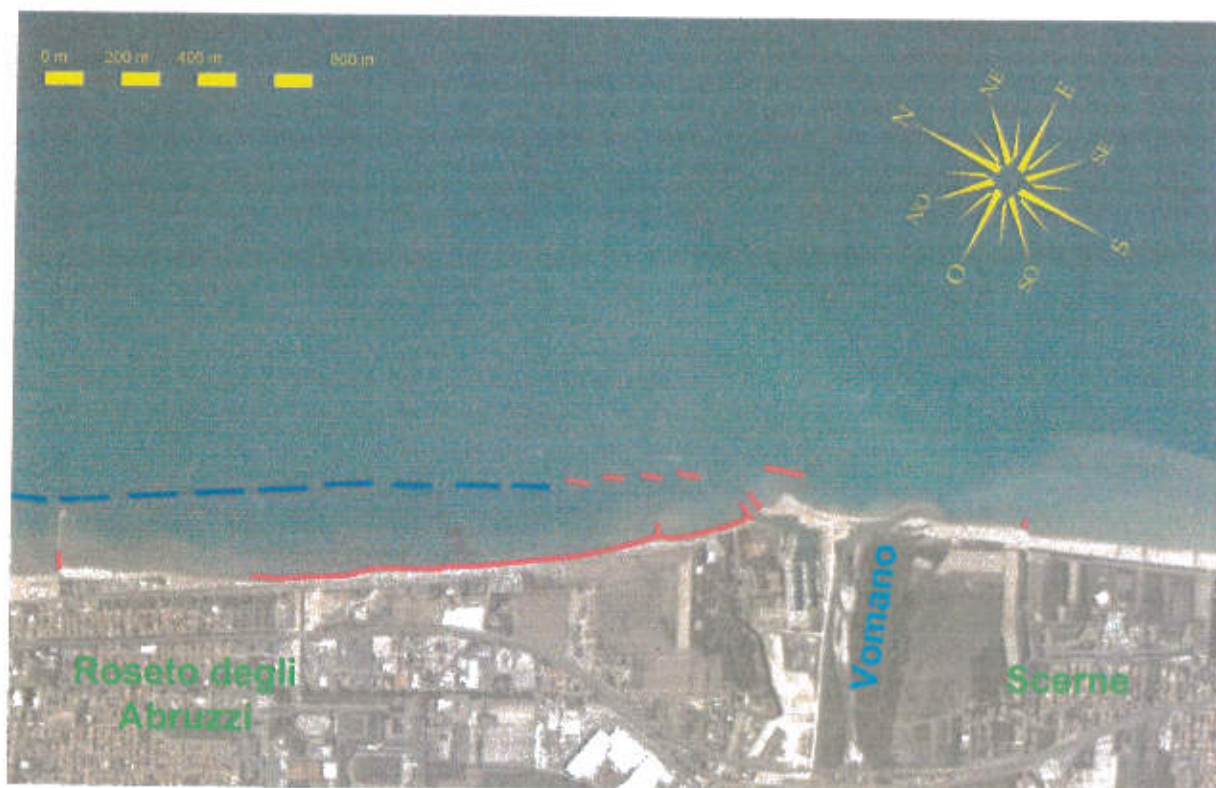


Fig. 1.6 - Litorale a Sud di Roseto degli Abruzzi e foce del Vomano



**UFFICIO DIREZIONE LAVORI**  
**A.T.L. D'APPOLONIA S.p.A. - STADE S.R.L.**  
 VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA



Fig. 1.7 – Litorale di Scerne e a Nord di Pineto



Fig. 1.8 - Litorale di Pineto



**UFFICIO DIREZIONE LAVORI**  
**A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**  
 VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

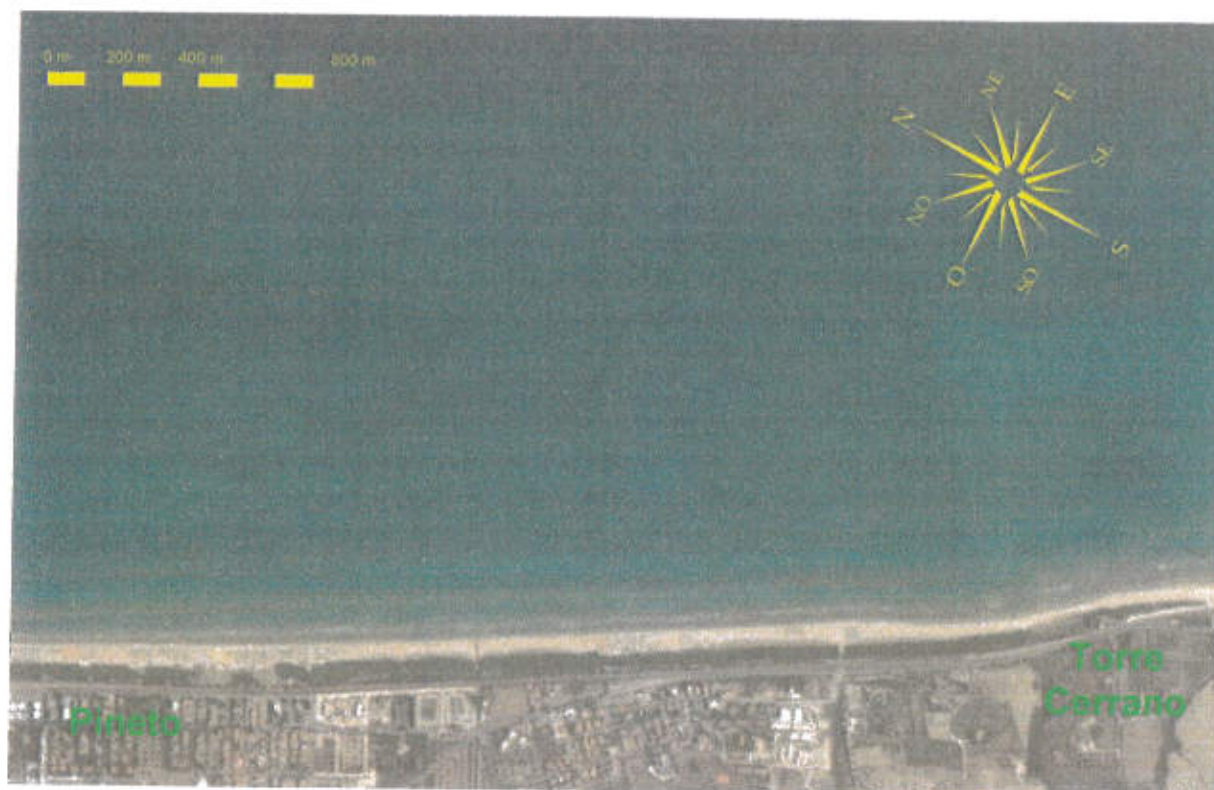


Fig. 1.9 – Litorale da Pineto a Torre Cerrano



Fig. 1.10 – Litorale da Torre Cerrano a Silvi Marina





Fig. 1.11 – Litorale di Silvi Marina

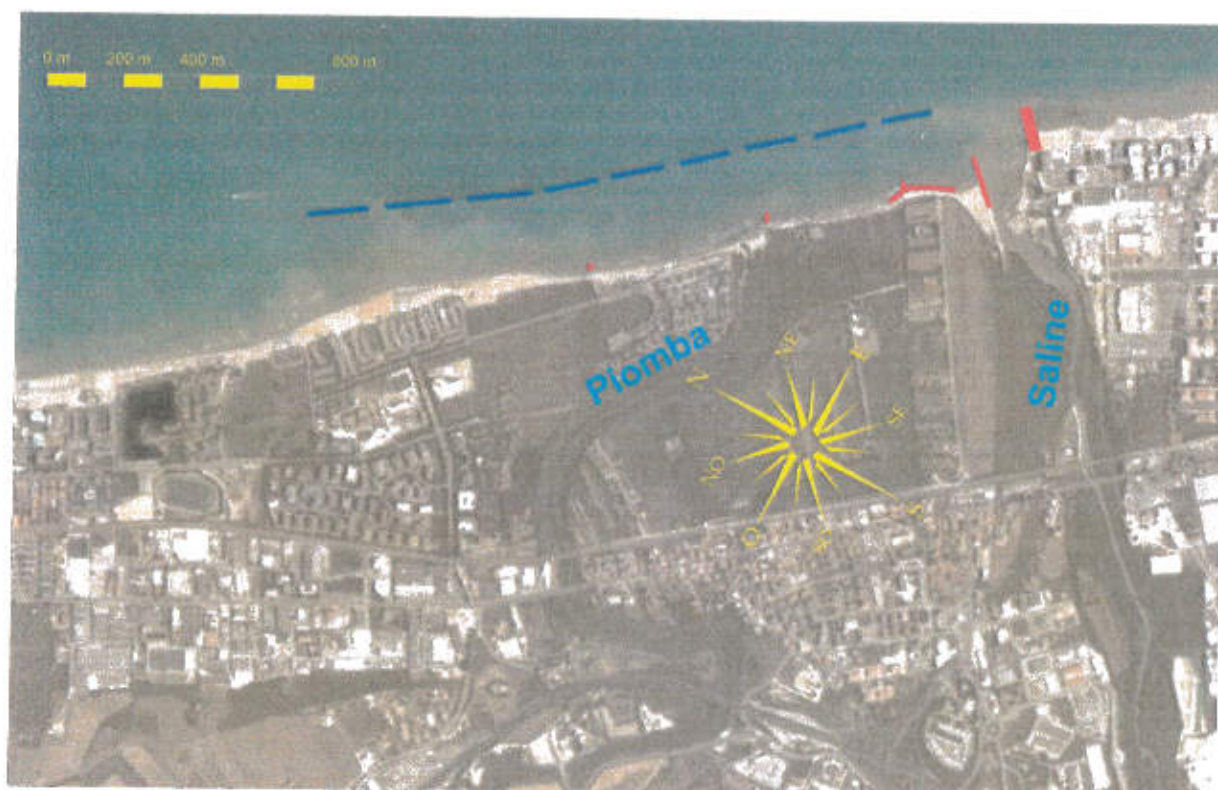


Fig. 1.12 - Litorale a Sud di Silvi Marina e foci Piomba e Saline





Fig. 2.1 – 1° pennello a valle del Vomano



Fig. 2.2 – Pennelli in località Villa Fumosa (05.03.2007). Il pennello più a monte è l'ultimo di tre pennelli realizzati nel 2004, mentre quello di valle risulta il primo di due pennelli appena completati.

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI**  
**A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**  
 VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

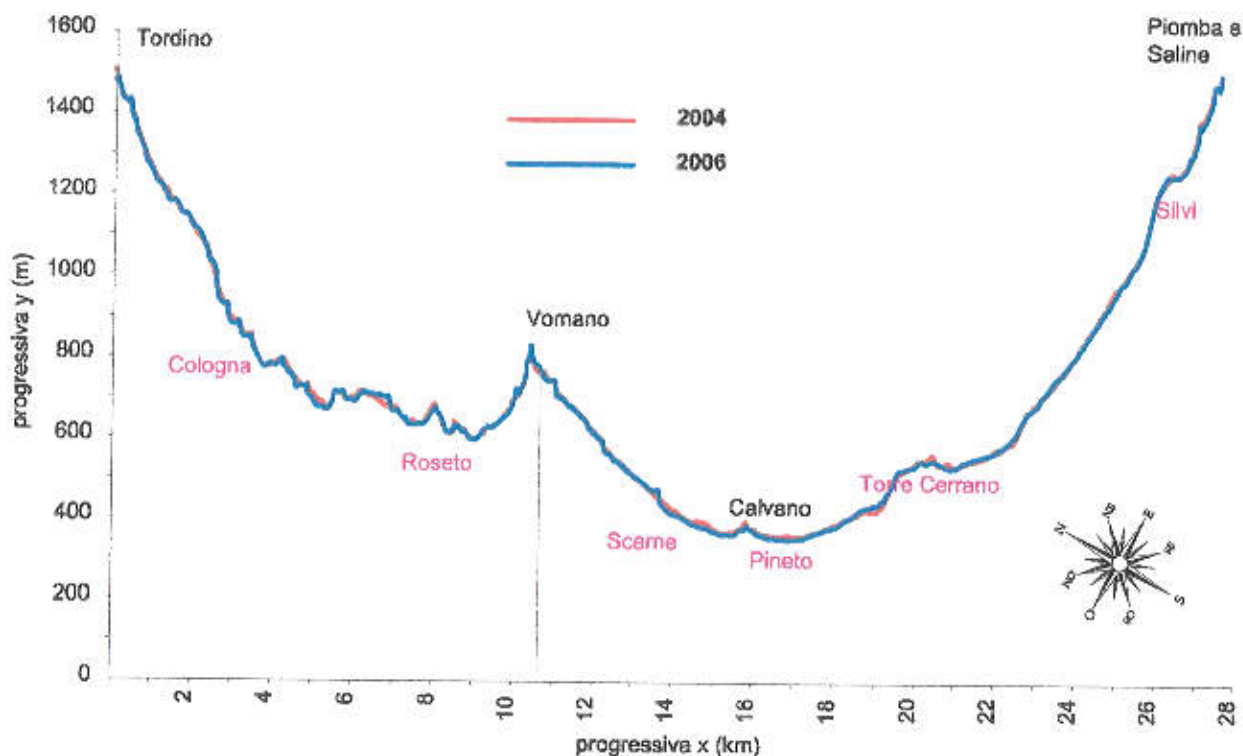


Fig. 3.1 – Linee di riva 2004 (arancione) e 2006 (verde) in scala distorta



UFFICIO DIREZIONE LAVORI

A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. - STADE S.R.L.

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

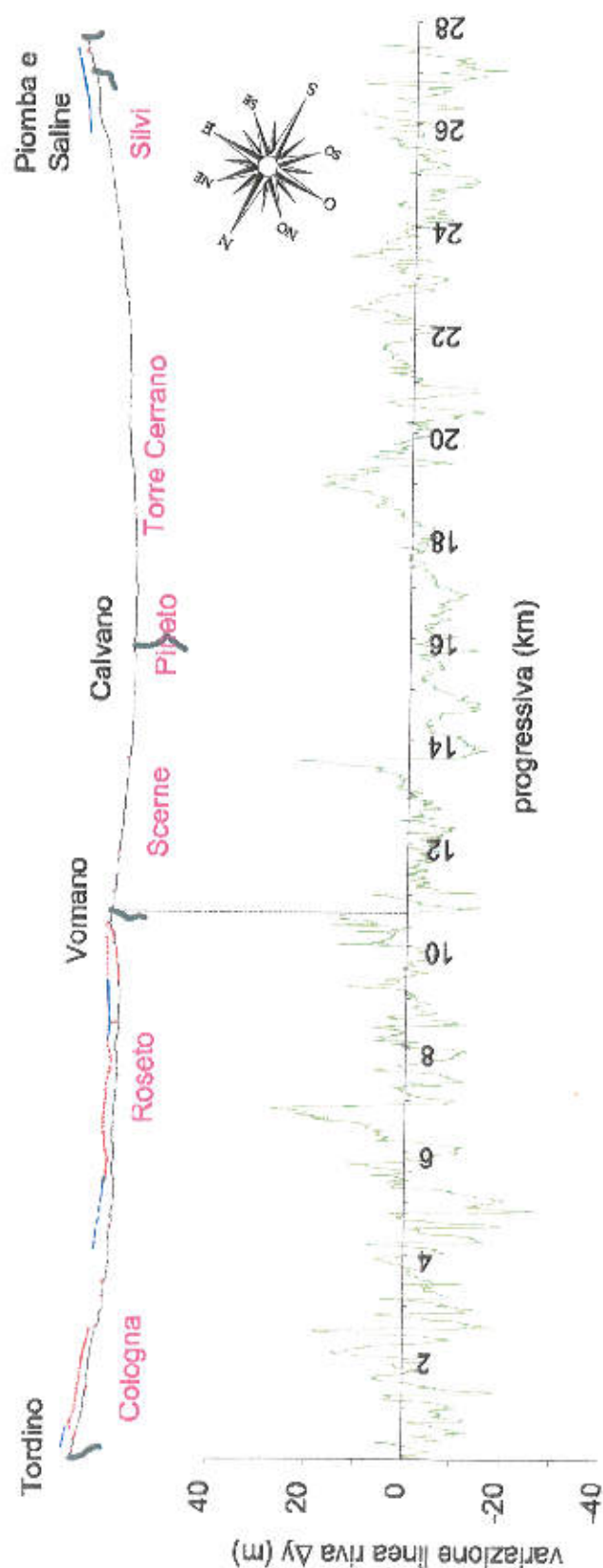


Fig. 3.2 – Variazione relativa della linea di riva tra il 2004 e il 2006.

UFFICIO DIREZIONE LAVORI

A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. - STADE S.R.L.

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

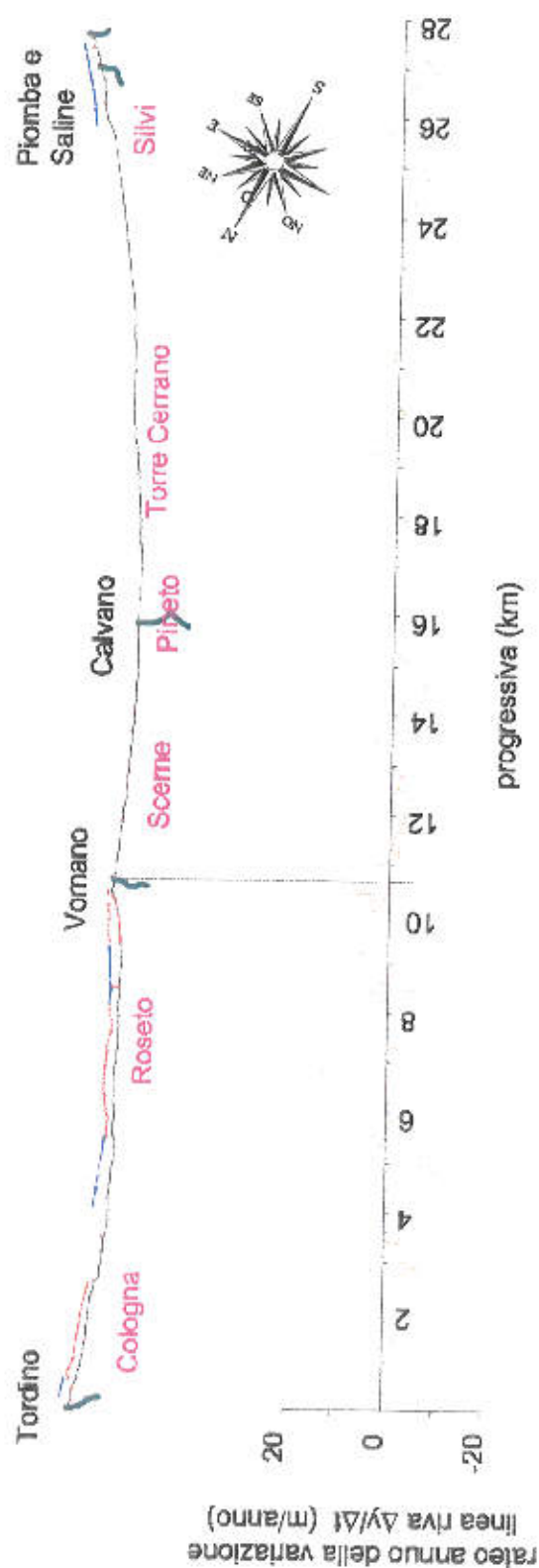


Fig. 3.3 – Rateo annuo della variazione relativa della linea di riva tra il 2004 e il 2006.

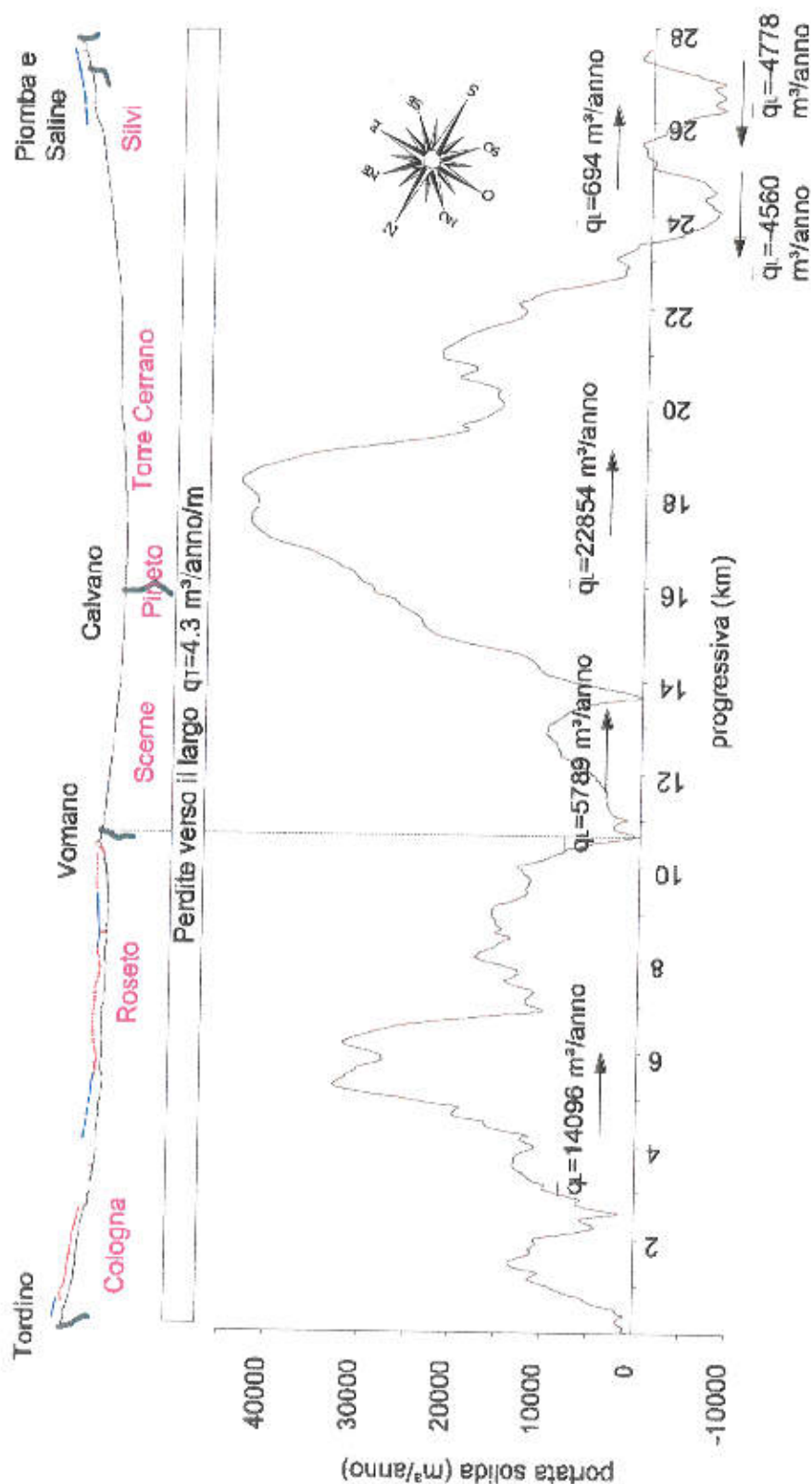


Fig. 3.4 – Schema di bilancio del trasporto solido litoraneo calcolato in funzione delle variazioni diacroniche della linea di riva dal 2004 al 2006.

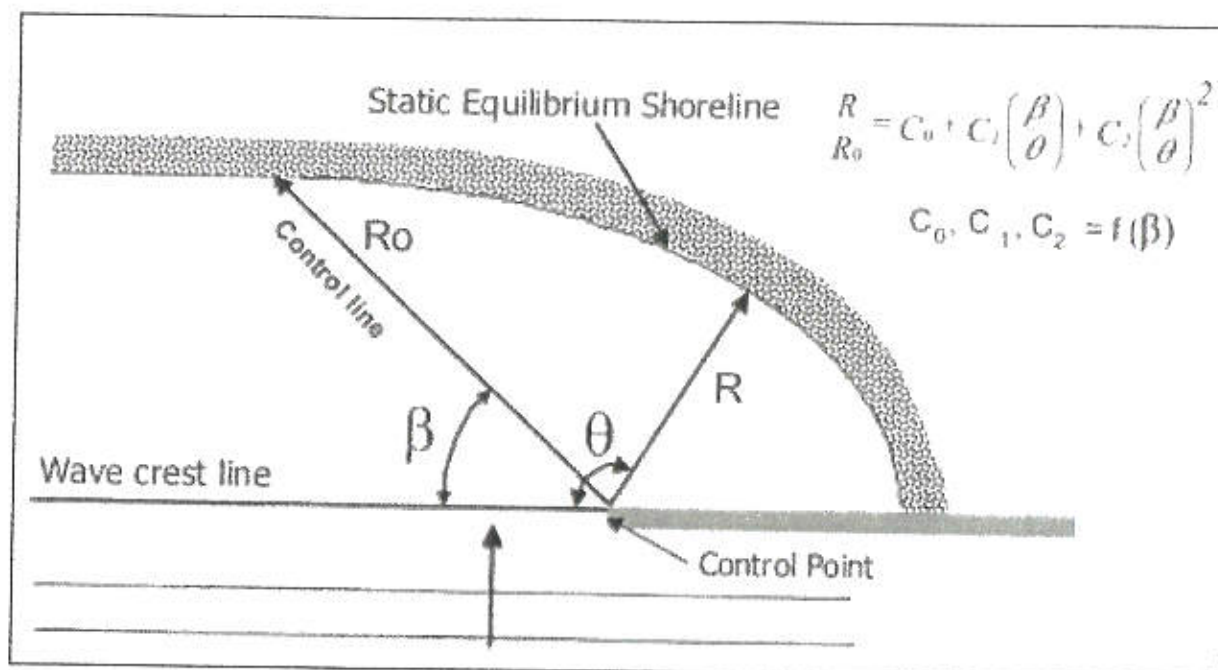


Fig. 4.1 – Litorale in equilibrio statico secondo la teoria di Silvester e Hsu.

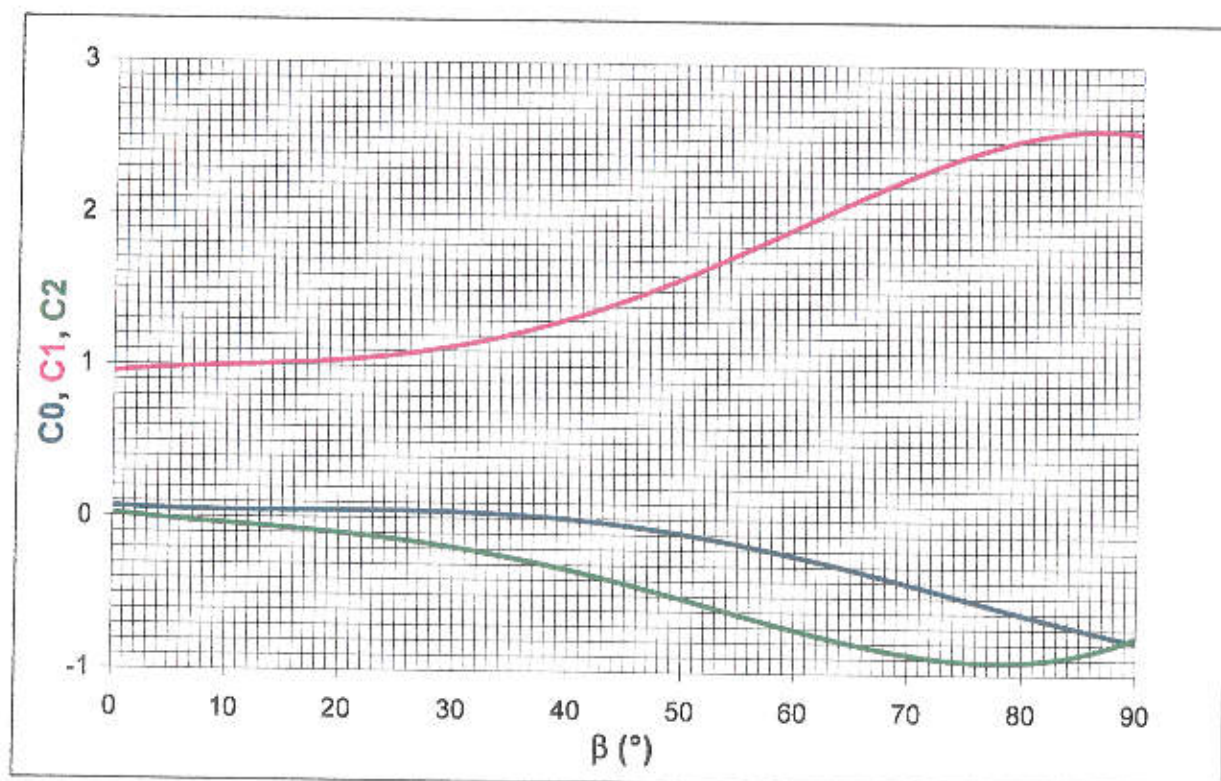


Fig. 4.2 – Coefficienti della curva di equilibrio in funzione dell'angolo  $\beta$ .

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI**

**A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.**

VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

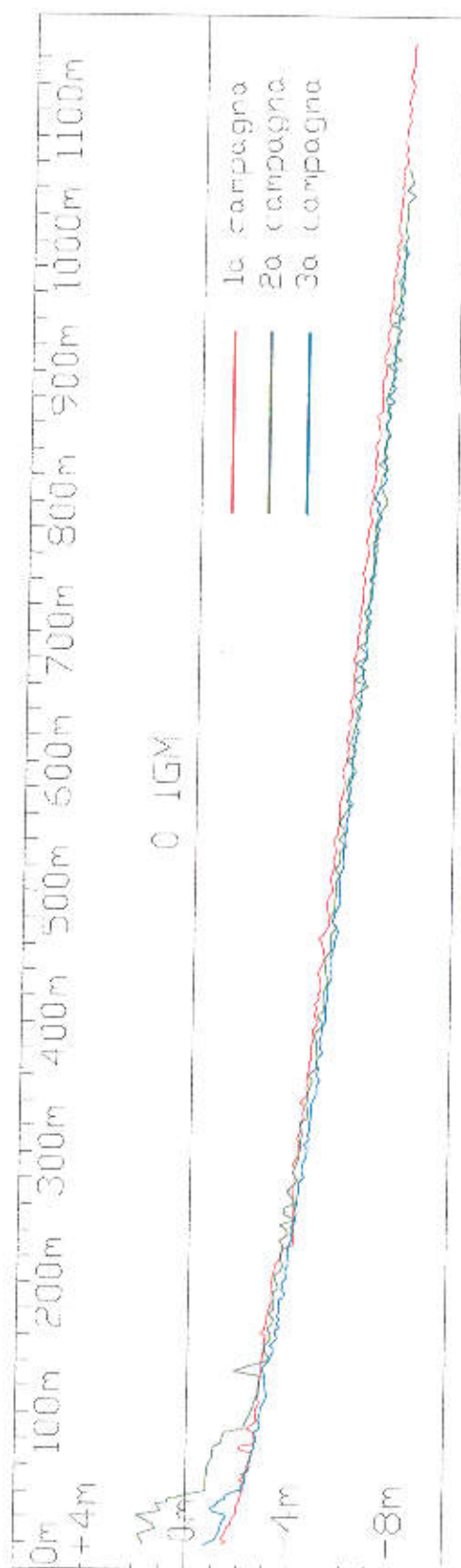


Fig. 4.3 – Sovrapposizione sezioni S199 1°, 2° e 3° campagna (foce Vomano)



UFFICIO DIREZIONE LAVORI  
A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. – STADE S.R.L.  
VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

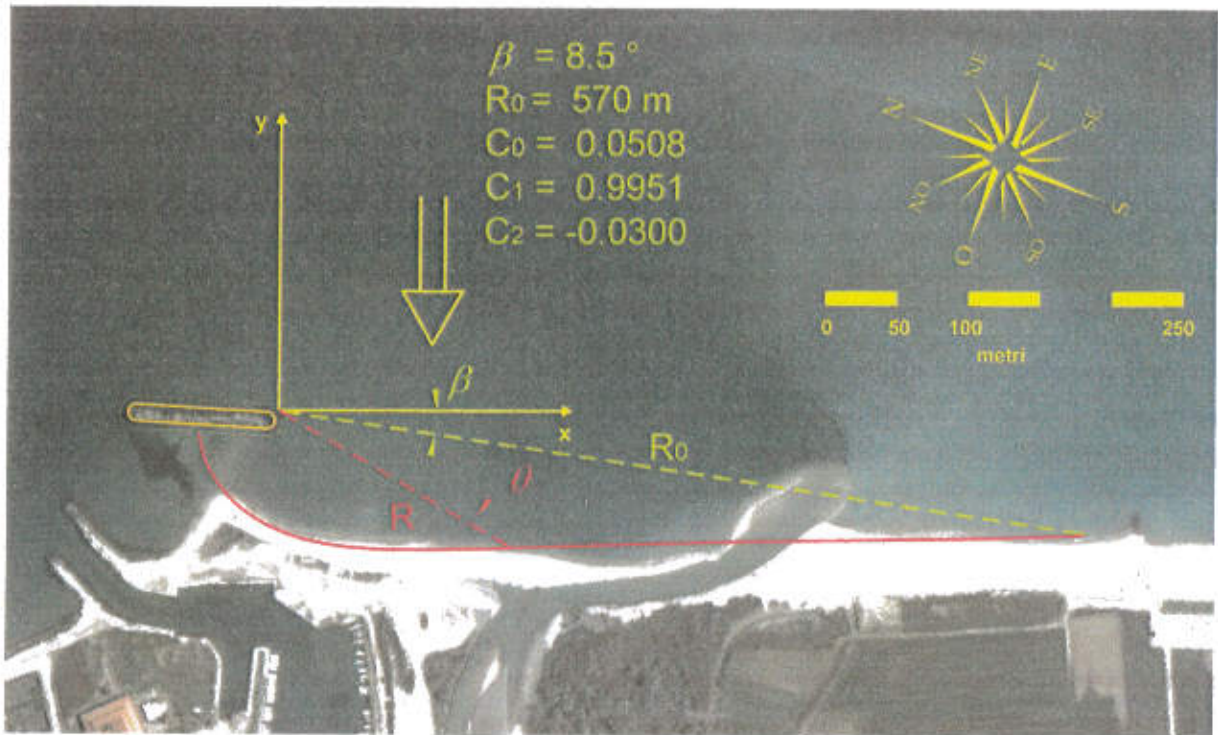


Fig. 4.4 – Tracciamento della curva di equilibrio (foce Vomano 2004)

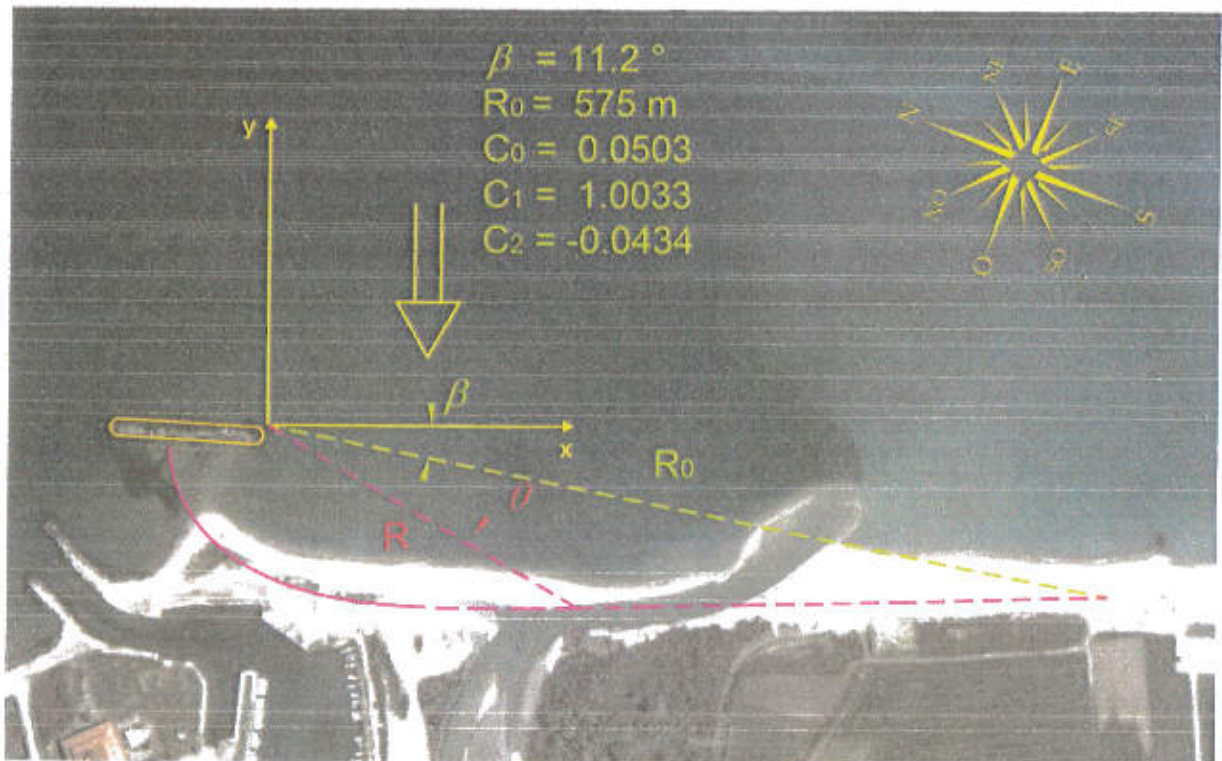


Fig. 4.5 – Tracciamento della curva di equilibrio nel caso di assenza del pennello meridionale (foce Vomano 2004)

**UFFICIO DIREZIONE LAVORI**  
**A.T.I. D'APPOLONIA S.P.A. - STADE S.R.L.**  
 VIA DEI RAMNI, 7 - 00185 ROMA

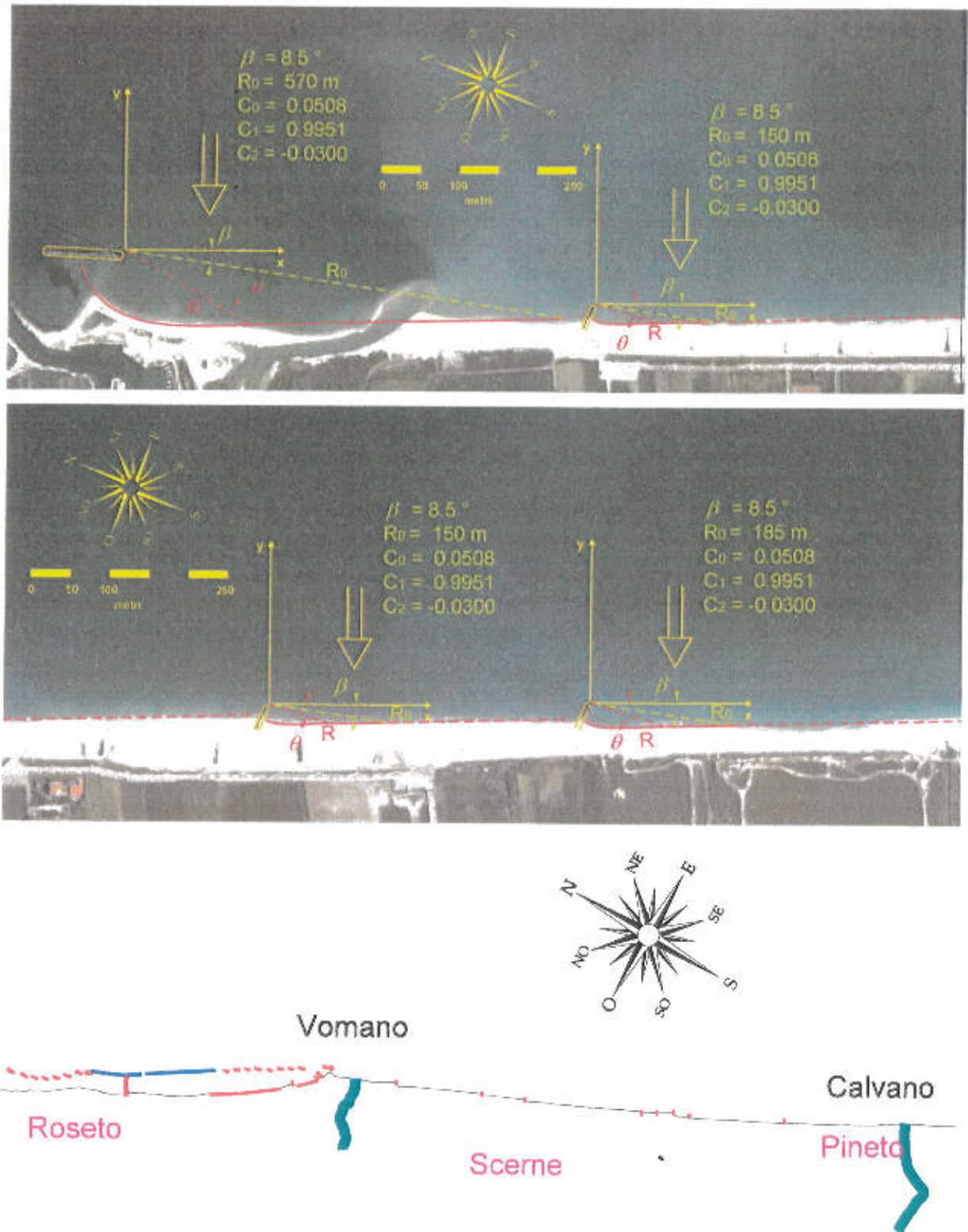
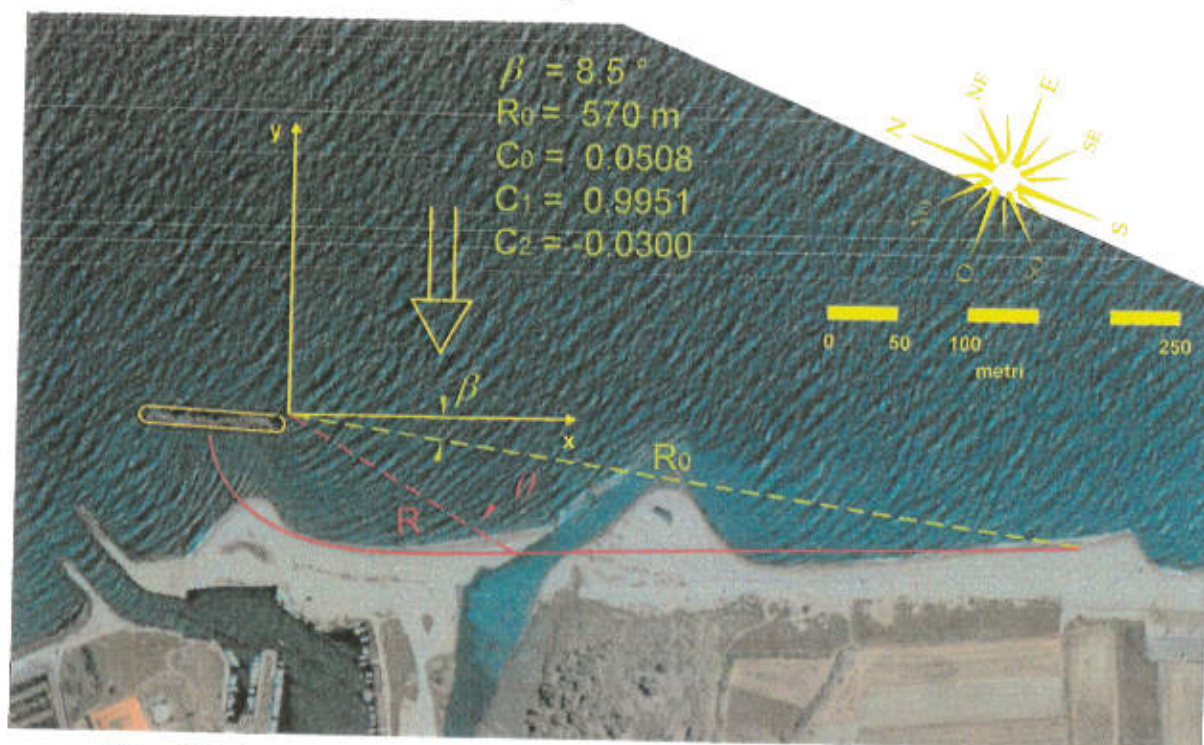


Fig. 4.6 – Tracciamento delle curve di equilibrio della linea di riva sulla foce del Vomano e a Sud della stessa (2004)





UFFICIO DIREZIONE LAVORI

A.T.I. D'APPOLONIA S.p.A. – STADE S.R.L.

VIA DEI RAMINI, 7 - 00185 ROMA

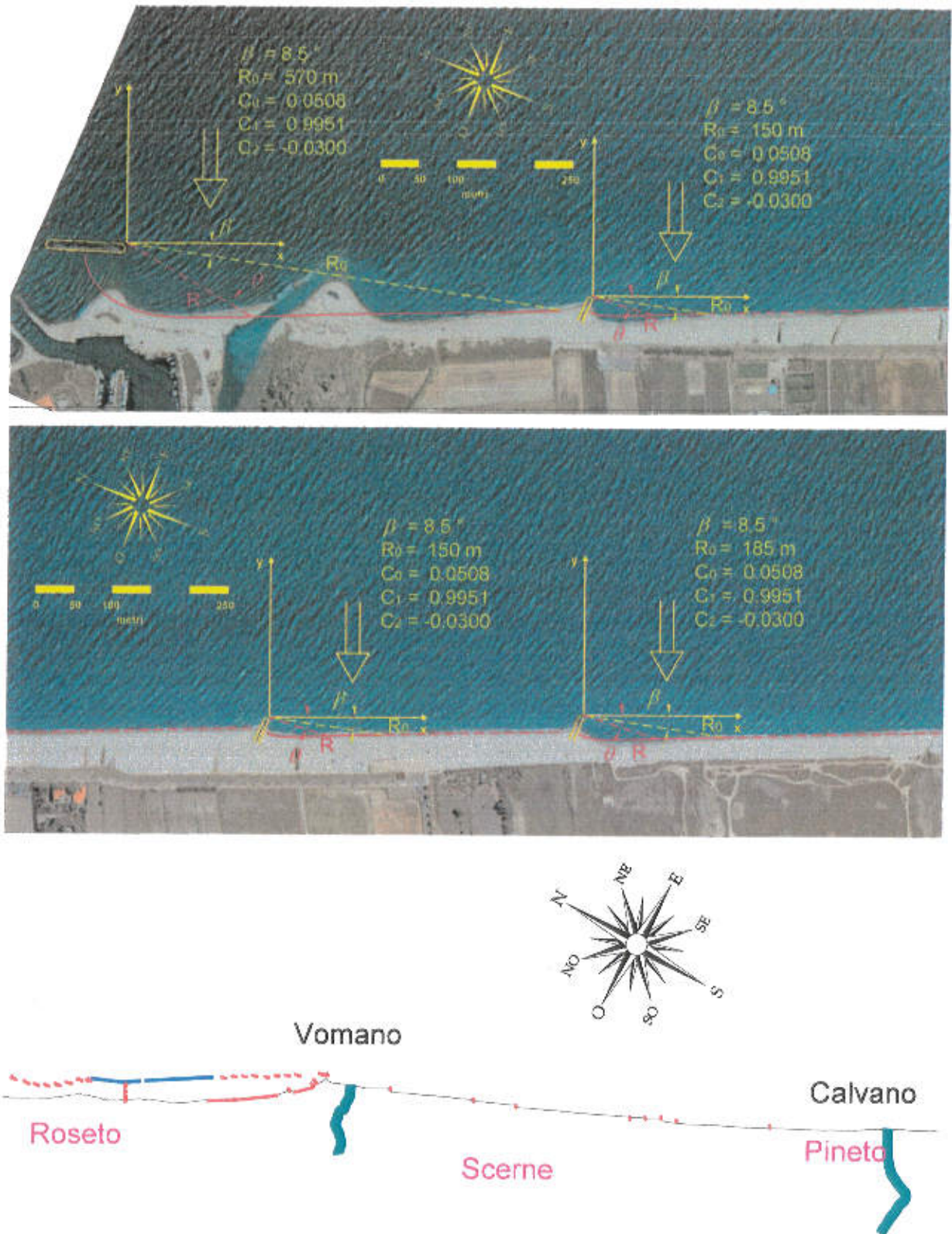


Fig. 4.8 – Tracciamento delle curve di equilibrio della linea di riva sulla foce del Vomano e a Sud della stessa (2006)





Fig. 5.1 – Tratto protetto a monte del Vomano (2004).



Fig. 5.2 – Tratto protetto a monte del Vomano (2006).