

**IMPLEMENTAZIONE DI MODELLI NUMERICI PER L'ANALISI  
DEI PROBLEMI DELLA FASCIA COSTIERA PROSPICIENTE LA  
RISERVA NATURALE DELLA SENTINA, SAN BENEDETTO DEL  
TRONTO, MARCHE.**

*Convenzione APAT – ICRAM:  
FASE A – Analisi dei dati*

APAT – Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici  
Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine  
Servizio Difesa delle Coste - Settore Ingegneria Costiera

*Antonello Bruschi, Francesco Lalli, Rodolfo Lama, Luca Liberti, Stefania Mandrone, Valeria Pesarino, Chiara Vicini\**

\*Settore Analisi Costiere

Rapporto Tecnico - Novembre 2007

## SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	2
Premesse.....	2
Lettura geomorfologia e storica dell'area della Riserva della Sentina (estratto dalla relazione al P.R.G. [19]).....	4
Inquadramento ambientale-paesistico.....	10
Inquadramento ambientale: descrizione dei sistemi interessati.....	11
Assetto territoriale: riferimenti normativi e vincoli territoriali.....	13
STUDI PREGRESSI.....	19
Studio dell'Università di Ancona.....	19
Piano Difesa Coste della Regione Marche.....	21
DATI METEOMARINI.....	23
Livello del mare.....	23
Correnti.....	27
Apporti fluviali.....	30
Salinità e temperatura.....	31
Onde.....	40
Vento.....	73
DATI CARTOGRAFICI E MORFOLOGICI.....	77
Banca dati cartografici.....	77
Evoluzione della linea di costa.....	77
Inquadramento Geo Sedimentologico.....	85
Dati sedimentologici pregressi.....	90
Morfologia dei fondali marini.....	97
ATTIVITÀ ANTROPICHE.....	100
Interventi di difesa del litorale.....	100
CONCLUSIONI.....	105
BIBLIOGRAFIA.....	107

## INTRODUZIONE

È in corso di perfezionamento la stipula di una convenzione APAT/ICRAM che prevede una collaborazione tecnico-scientifica riguardante i problemi di erosione del litorale della Riserva Naturale della Sentina. Tale riserva è attualmente uno dei pochi tratti della costa marchigiana non protetto da opere di difesa costiera. Il Comune di San Benedetto del Tronto (AP), in qualità di Ente Gestore della Riserva Naturale Regionale Sentina, ha stipulato con ICRAM una convenzione avente per oggetto *“l'individuazione delle criticità ambientali, finalizzata all'individuazione dei più idonei interventi di difesa della costa dall'erosione e dei criteri per la progettazione di interventi idonei alla salvaguardia/ripristino della zona umida retrodunale”*. L'ICRAM ha quindi individuato in APAT il soggetto idoneo a fornire supporto tecnico-scientifico per tutto ciò che concerne l'analisi dei dati di campo, l'ingegneria costiera e la modellistica numerica, proponendo la stipula della suddetta convenzione.

La convenzione prevede la caratterizzazione dell'attuale stato evolutivo del litorale interessato, tramite l'analisi dei dati di campo disponibili, nonché la formulazione di ipotesi preliminari di intervento per la difesa costiera, qualora se ne riscontri la necessità. Questo tipo di attività rientra tra i compiti istituzionali dell'APAT, come indicato nell'Annesso A allegato alla legge N. 61 del 21/01/1994, nella quale sono esplicitamente inclusi tra le attività dell'Agenzia *“...gli interventi per la tutela, il risanamento e il recupero dell'ambiente, delle aree naturali protette, dell'ambiente marino e costiero”*.

I lavori, della durata di circa 12 mesi, consistono nell'analisi dei dati di campo, oggetto del presente rapporto tecnico, e nell'applicazione di modelli numerici per il moto ondoso, per le correnti costiere e per la dinamica dei sedimenti, al fine di individuare la strategia di intervento di difesa più opportuna ed efficace.

In particolare, nell'ambito della fase preliminare di raccolta ed analisi dei dati, l'APAT:

- ha raccolto e analizzato i dati messi a disposizione dagli Enti Locali e da ICRAM;
- ha svolto un sopralluogo effettuando rilievi di linee di riva e prelievi di sedimenti;
- raccolto ed esaminato precedenti studi svolti nella zona di interesse;
- ha messo a disposizione i dati della rete ondometrica nazionale, gestita dall'Agenzia.

Nella fase successiva sono previste le seguenti attività:

- preparazione di dataset e studi propedeutici finalizzati all'implementazione di modelli numerici revisionali;
- analisi preliminari rivolte ad individuare gli interventi di protezione più idonei per il ripascimento, tenendo anche conto di quanto previsto dal piano di difesa delle coste;
- implementazione dei modelli numerici necessari per il conseguimento degli obiettivi individuati nell'art.1; svolgimento di analisi comparative delle ipotesi di difesa costiera individuate.

### **Premesse**

La Riserva Naturale Regionale generale orientata della Sentina, di seguito denominata Riserva Naturale della Sentina, è stata istituita con delibera del Consiglio Regionale n.156 del 14/12/2004, è gestita dal Comune di San Benedetto del Tronto attraverso un apposito Comitato di Indirizzo.

La Riserva (Figura 1) ha una superficie di 177,5 ha, confina a Nord con l'abitato di Porto d'Ascoli, a Sud con il fiume Tronto, che identifica il confine delle Marche con l'Abruzzo, ad Est con il Mare Adriatico e ad Ovest con la ferrovia Bologna-Bari (Figura 2).

Nell'Art. 2 della delibera Regionale n.156 è specificato che la riserva in oggetto è suddivisa in tre ambiti:

- una *Zona di Protezione Integrale* degli ambiti naturali più fragili;
- una *Zona di Tutela* con lo scopo di mitigare gli impatti su habitat e specie;

- un'Area di Promozione Economica e Sociale delle attività antropiche.

Per le sue peculiarità ambientali, inoltre, parte del territorio della Riserva (121 ha) è stato definito *Zona a Protezione Speciale (ZPS)* ai sensi della Direttiva Uccelli 79/409/CEE e per un'altra parte (90 ha) *Sito di Interesse Comunitario (SIC)* ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE.

La Riserva costituisce uno dei pochi tratti di litorale sabbioso non urbanizzato presente sulla costa adriatica e viene indicata come una delle zone umide per la sosta di avifauna migratoria, rappresentando l'unica testimonianza di ambienti palustri e salmastri nel territorio delle Marche.



**Figura 1: Riserva Naturale della Sentina (Ascoli Piceno).**



Il Piano di Difesa delle Coste della Regione Marche suddivide la costa regionale in 27 settori, di cui il tratto prospiciente la Riserva Naturale della Sentina, il più meridionale (6,75 km), ricade nel settore compreso fra il porto di San Benedetto del Tronto e la foce del Fiume omonimo. Il tratto di costa su cui si affaccia la Riserva appartiene all'unità fisiografica *Pescara* per un'ampia porzione che si estende per circa 208 km da Punta Penna al promontorio del Monte Conero (Id\_UF PEN 121-00; APAT, 2006). Questo settore del litorale costiero risulta caratterizzato dalla presenza di numerosi fiumi (Sangro, Alento, Tronto, Menocchia, Tenna, Chienti, Potenza) e di porti (Ortona, Pescara, Giulianova, S. Benedetto del Tronto, S. Giorgio, Civitanova Marche) i cui moli interrompono localmente il trasporto solido lungo la costa.

### ***Lettura geomorfologia e storica dell'area della Riserva della Sentina (estratto dalla relazione al P.R.G. [19])***

L'area di Sentina è prossima al confine tra le Marche e l'Abruzzo ed è compresa tra la foce del fiume Tronto e l'abitato di Porto d'Ascoli, all'interno della zona alluvionale. Si sviluppa per un tratto di costa di circa 1,6 km ed è formata da un cordone sabbioso con morfologia di duna piatta, dietro la quale si rinvengono piccoli spazi di ambienti umidi salmastri ed una vasta pianura delimitata ad Ovest dalla linea ferroviaria. È interessante ricordare che l'area, dal punto di vista geo-morfologico, non può essere disgiunta da quella immediatamente a Sud del Tronto, con la quale costituisce un complesso costiero di grande valenza storico-geografica unitaria fin dall'antichità. Infatti i documenti storici ed archeologici confermano che nel caso specifico il corso d'acqua ha unito e non diviso due territori contermini, contrariamente a quanto potrebbe far supporre la storia più recente. Questa unità è testimoniata dalle scoperte di strutture di epoca romana attribuibili

verosimilmente ad edifici e strade della città di TRUENTUM, sulla sponda Sud dell'omonimo fiume, e dalle numerose iscrizioni truentine rinvenute nella parte Nord dell'agro, nonché dai risultati di studi e ricerche inerenti la penetrazione delle genti preromane nella valle.

Recenti studi rivelano tra l'altro scambi commerciali e culturali tra i Micenei e le popolazioni locali nel quattordicesimo e tredicesimo secolo a.C.. L'area viene poi colonizzata dai Liburni, così come si desume da quanto riferito da Plinio: "Truentum cum ane quod solum Liburnorum in Italia reliquum est", la città di Truento è l'unica memoria rimasta in Italia delle colonie fondate dai Liburni, ai quali si attribuisce tanto il nome al fiume che la fondazione della città e del porto.

Pertanto l'area in questione, seppur più limitata di quella attuale, rappresentava nell'antichità uno spazio di supporto logistico-strutturale per l'economia di un ampio territorio e un importante crocevia di genti, nonché base di accesso alla valle del Tronto. Non a caso, in epoca romana, il margine Ovest dell'area era interessato dal passaggio della strada litoranea (Salaria Picena), così come indicato anche nella Tabula Peutingeriana; inoltre a non molta distanza era ubicato un notevole snodo stradale, nel quale aveva origine la via di collegamento tra la costa adriatica, la Sabina, l'agro falisco-capenate e Roma. Nel medioevo la notevole contrazione dell'abitato di Truentum (come testimoniano le indagini archeologiche), noto come Turris ad Trunctum, fa immaginare da lì a presso, un conseguente e totale abbandono dell'area.

### **Ipotesi storica di ubicazione del porto di Ascoli**

Il 18 novembre 1543 mastro Battista Rafaele di Como, alla presenza del notaio e dei testimoni in qualità di garanti per la città di Ascoli, "promise e convenne... di fare e fabbricare un torrione al porto della città con diligenza e buona fede, con feritoie e volte..." La struttura di cui parla il documento è da identificare con un edificio ancora in buono stato di conservazione, seppur deturpato da varie superfetazioni che comunque non limitano la lettura del monumento, in zona Sentina, a poca distanza dal mare.

Il fabbricato presenta una pianta composita, nella quale si evidenzia la fusione di due edifici distinti che si compenetrano: quello a pianta ottagonale si inserisce nel lato mare per metà in un altro più grande a pianta rettangolare. La costruzione ottagonale è da riferire con molta probabilità al torrione edificato sul porto da "mastro Battista Rafaele". In realtà i caratteri tipologici e architettonici del manufatto come la pianta poligonale, la base che si rastrema fino al rivellino e la presenza stessa di quest'ultimo elemento, concordano con buona approssimazione con la data di costruzione della torre sul porto.

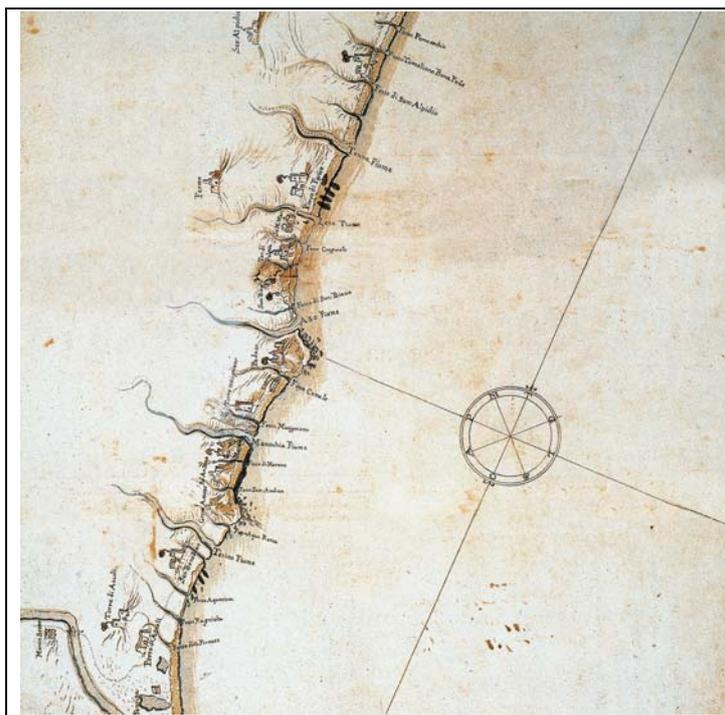
Osservando il foglio planimetrico del catasto del 1813, concernente l'area della zona Sentina, si nota come la foce del Tronto è alquanto spostata verso Nord rispetto a quella attuale. Infatti l'andamento del fiume nel suo ultimo tratto (all'incirca dalla linea ferroviaria alla foce), presenta un andamento curvilineo con imbocco sul mare Adriatico a Nord. Nei pressi della foce, nella stessa carta, viene indicato un edificio con la lettera " A " dalle caratteristiche planimetriche di quello già sopra descritto, riconducibile al torrione sul porto costruito nel 1543. L'ubicazione della costruzione riportata nel catasto del 1813 è la stessa del fabbricato esistente nella Sentina. Si deduce quindi che la torre svolgeva la sua precipua funzione (faro, avvistamento, difesa ecc) dappresso o sull'imboccatura del porto, nel nostro caso del porto di Ascoli.

Il portolano Rizo designa come "Fossa del Tronto" l'approdo che era collocato nei pressi della foce del fiume Tronto. Il termine indica quasi certamente l'esistenza di un approntamento portuale artificiale, secondo l'Alfieri: "un taglio operato nelle bassure e nelle dune della zona di foce". La "Fossa del Tronto" dopo il XV secolo non viene più nominata dai portolani, fatto significativo per uno scalo marittimo a servizio di una città. Esso può essere motivato dai problemi derivati dalla manutenzione dell'approdo, non ultimo quello del risanamento dello specchio d'acqua del canale; come facilmente desumibile dai documenti sopra riportati.

Lo stato di degrado e di fatiscenza del vecchio porto erano strettamente correlati al progressivo insabbiamento, che necessariamente comportava un utilizzo limitato ad imbarcazioni di piccolo cabotaggio e quindi non adatte al trasporto di grosse quantità di merci. In realtà lo scalo non produceva quella ricchezza necessaria al suo mantenimento, e non permetteva il rinnovo e l'efficienza delle infrastrutture del bacino portuale (problemi tuttora esistenti nei porti moderni).

Riproponendo una attenta lettura della carta catastale del 1813, non si può fare a meno di notare, tra le altre suddivisioni particellari, dei frazionamenti per lo meno singolari. Due frazionamenti approssimativamente paralleli alla costa indicano con molta probabilità la misurazione di successivi accrescimenti dell'area costiera come conseguenza delle fasi di regressione marina, legate al progressivo insabbiamento dell'area. Inoltre la partizione di due particelle contigue, posizionate in parte nei pressi dell'attuale svincolo della superstrada Ascoli-Mare, assume una forma allungata e curvilinea (cosa inusuale per una suddivisione agraria di pianura) con una appendice verso Sud a geometria regolare. È indubbio che il frazionamento operato a suo tempo, che individua il perimetro delle due particelle, aveva il compito di separare non solo una eventuale proprietà ma anche un confine tra due spazi con funzioni fisiche e aspetti geo-morfologici diversi. Tale divisione poteva quindi identificare un termine tra acqua e terra. Sembra questa la delimitazione più probabile del portocanale della città di Ascoli e di conseguenza della "Fossa del Tronto". Una conferma a quanto detto è data dalla rappresentazione grafica di parte della particella cinque del foglio catastale, la quale presenta una forma trapezoidale così da far supporre con verosimiglianza la localizzazione di una darsena del porto.

Ulteriore elemento di prova che nel luogo fosse ubicato il porto di Ascoli è l'evidenziarsi del percorso viario inerente il prolungamento di via San Giovanni fino alla Sentina. La strada viene riportata in tutte le vecchie mappe e nello stesso catasto del 1813; nella "Pianta dimostrativa delle Strade Comunali del Territorio di Montepandone..." (anno 1860) come strada Sgariglia; nella carta militare austriaca del 1859 e soprattutto nella carta dell'IGM del 1897 viene indicata come strada di una certa importanza. Il suo percorso è rettilineo e va dalla località la Scopa, da dove si raccorda con la via Salaria, alla zona Sentina presso la "darsena" del porto-canale ipotizzato, dove termina. Si osserva che una via di così evidente interesse geografico, non poteva essere utilizzata solamente a scopi agricoli o di collegamento tra case rurali; essa doveva necessariamente avere un riscontro pratico e razionale in attività ben più ampie, come le attività mercantili. Se si considera questo aspetto, la strada tende ad assumere un interesse primario nel collegamento tra Ascoli e il suo Porto. Le osservazioni e quindi le valutazioni addotte finora, fanno sì che l'ipotesi del porto di Ascoli nella Sentina sia da tenere in considerazione per un qualsiasi lavoro futuro, sia esso di semplice ricerca storica, sia di intervento urbanistico nella zona.



**Figura 3: Linea di costa e insediamenti alla fine del XVII sec. Estratta da [19].**



**Figura 4: Pianura costiera nella zona di Porto d'Ascoli alla fine del XVII sec. Estratta da [19].**

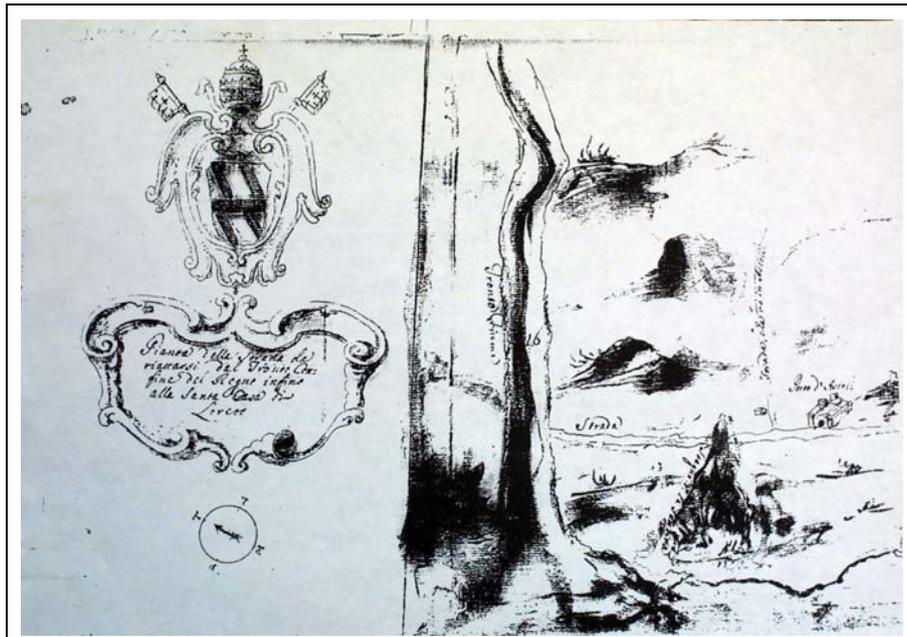


Figura 5: Mappa in corrispondenza della foce del Tronto (XVII sec.). Estratta da [19].

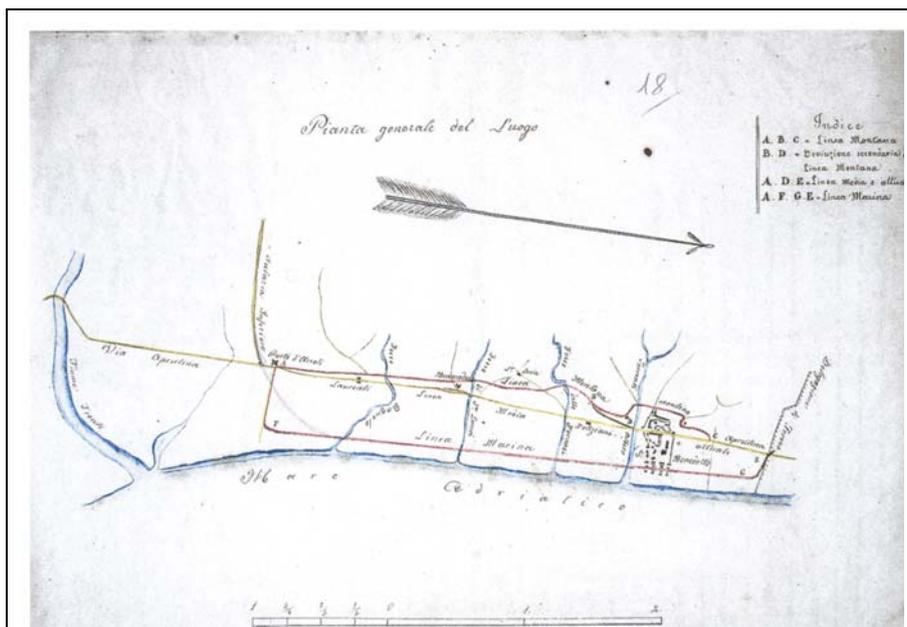
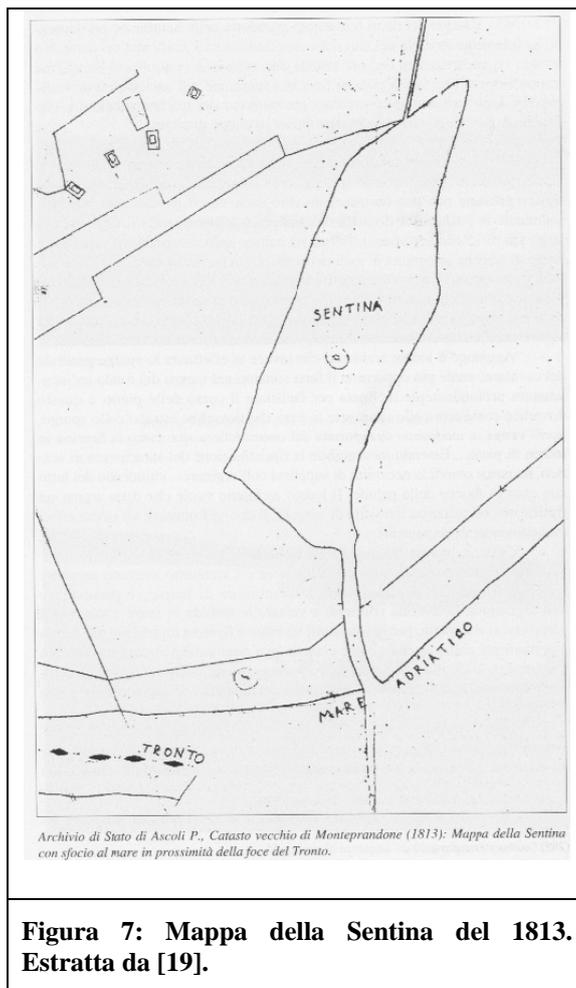


Figura 6: Carta della costa e foce del Tronto (XVIII/XIX sec.). Estratta da [19].



## Il porto di Truentum

Un'ipotesi, che si potrebbe prendere in considerazione a causa della vicinanza dell'insediamento di Truentum e per le circostanze sia topografiche che geo-morfologiche, è la persistenza della struttura portuale di epoca romana, ripristinata in parte per il porto di Ascoli. Tale ipotesi viene accreditata anche da vari studiosi ([15]). Se si considera la tecnica con cui venivano realizzati i porti nell'antichità (specialmente in epoca romana), si rileva che gli scali marittimi difficilmente venivano costruiti alla foce di un fiume, ma nelle immediate vicinanze. Questo per varie e ovvie ragioni d'ordine tecnico, tra cui quella più considerevole dovuta al difficile controllo dei parametri morfodinamici che tale sistema idraulico comporta.

La forma tendenzialmente curvilinea che la "Fossa del Tronto" assume, fa supporre una sua eventuale prosecuzione, dalla troncatura di base ad Ovest, nella direzione impressa dalla sagoma stessa fino a connettersi al fiume Tronto all'altezza della città romana, rinvenuta sulla sponda Sud. Il disegno del sistema portuale che si delinea è comparabile con gli schemi funzionali utilizzati nella tecnica costruttiva dei porti di età romana. Il collegamento idraulico fiume/porto, realizzato per mezzo di un canale di derivazione controllabile attraverso un sistema di paratie, conduceva un apporto idrico nello specchio d'acqua del porto in modo da modificare favorevolmente il bilancio energetico nel sistema mare/bacino porto/fiume, al fine di contrastare con una certa efficacia la tendenza all'insabbiamento.

Tale canale di collegamento, nell'eventualità che si dimostrasse l'autenticità di quanto sopra ipotizzato (più o meno la sovrapposizione del porto di Ascoli con quello di Truentum), assumerebbe una rilevanza significativa come via d'acqua, proprio in rapporto a quanto riferito da Plinio sulla navigabilità del fiume. Con questo presupposto l'intero sistema portuale, di tutto rispetto se si

analizzano le componenti geometriche, sposta il suo baricentro a Sud (sull'attuale depuratore di San Benedetto del Tronto) in maniera tale che uno dei due canali navigabili coincide con il corso del fiume, ai margini nord della città.

Nelle condizioni descritte si formerebbe un grande isolotto del diametro di circa 500 m delimitato ad Est dal mare, a Sud dall'andamento del fiume, a Nord e a Ovest dal "portocanale". Alla luce di quanto argomentato si può ben ipotizzare che gli apprestamenti e le opere dello scalo siano da ubicare nel braccio di canale curvilineo posto a Nord (in zona Sentina), anziché sul corso del fiume; quest'ultimo veniva utilizzato esclusivamente come via d'acqua.

### ***Inquadramento ambientale-paesistico***

L'area in esame presenta un'alternanza di porzioni di territorio a più spiccato valore naturalistico con altre maggiormente condizionate dalle attività antropiche.

Le valli dei corsi d'acqua principali (F. Aso, T. Esino; T. Menocchia, T. Albula, T. Ragnola, F. Tronto) si sviluppano in direzione prevalente Ovest - Est con alvei moderatamente ampi formando pianure alluvionali nei primi due casi, e con valli incise negli altri. Tra queste si sviluppa un esteso reticolo idrografico i cui versanti sono diffusamente interessati da fenomeni calanchivi rappresentati da una fitta rete di vallecole incise e separate da strette creste e ripidi versanti argillosi e sabbiosi, generalmente privi di vegetazione.

La viabilità principale è rappresentata dalle SS n. 433 e n. 4 Salaria che seguono le valli fluviali rispettivamente del F. Aso e del F. Tronto, mentre la viabilità secondaria, trasversale rispetto alle precedenti, collega i principali centri abitati.

Le componenti "Suolo e sottosuolo" e "Ambiente idrico" sono state descritte attraverso le caratteristiche geologiche, litologiche, morfologiche ed idrogeologiche, mentre la componente ambientale "Vegetazione, flora, fauna" è stata affrontata nell'ambito delle componenti biologiche che riguardano anche le problematiche connesse all'uso del suolo.

Nell'ambito della componente "Paesaggio", intesa nella sua accezione più ampia, sono stati affrontati gli aspetti inerenti la pianificazione e la tutela del territorio.

### **Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi**

Si intendono elementi componenti della vegetazione<sup>1</sup> e della flora<sup>2</sup>, le specie in grado di automantenersi sul territorio (sono quindi inclusi i taxa esotici spontaneizzati).

Analogamente vengono intesi, quali elementi componenti la fauna, le specie selvatiche ed i taxa in grado di automantenersi sul territorio in esame, e pertanto le varietà domestiche non vengono incluse. L'analisi faunistica viene effettuata su quattro Classi tra Vertebrati terrestri (*Reptilia*, *Aves* e *Mammalia*) ed anfibi (*Amphibia*), in quanto il popolamento ittico presente nell'area non presenta una particolare vulnerabilità alle operazioni in esame: sia per le dimensioni dei popolamenti (la portata dei corsi d'acqua in esame è limitata), sia per l'assenza d'elementi noti come di particolare interesse ittologico a livello nazionale ([12]).

La componente "ecosistemi" è stata trattata a livello di biotopi segnalati e/o protetti dalla normativa nazionale e comunitaria, con particolare riferimento alla direttiva "Habitat" ed al Progetto BioItaly.

### **Paesaggio**

Il Piano Paesistico Ambientale Regionale (P.P.A.R.) delle Marche ha notevolmente contribuito alla conoscenza del territorio ed alla determinazione della sua valenza paesaggistica: le analisi e le classificazioni operate dal Piano evidenziano le componenti naturali e le trasformazioni antropiche che caratterizzano i diversi ambiti e ne definiscono i livelli di qualità, valutati in un

---

<sup>1</sup> Popolamento di più specie.

<sup>2</sup> Specie considerate singolarmente

contesto complessivo regionale; il P.P.A.R., inoltre, attraverso numerosi provvedimenti di tutela, limita le aree di possibile trasformazione e indirizza la progettazione degli interventi che si ritengono compatibili.

## ***Inquadramento ambientale: descrizione dei sistemi interessati***

### **Suolo, sottosuolo e idrogeologia**

Il sistema suolo e sottosuolo descrive le caratteristiche geologiche, litologiche, morfologiche ed idrogeologiche dell'area in esame e le loro relazioni. Il D.P.R. n. 526 del 18 aprile 1994, all. III/A, identifica al fine della descrizione di questo sistema ambientale:

- la caratterizzazione geomorfologica,
- la caratterizzazione idrogeologica.

Il **Fiume Tronto**, in cui ricade l'area in esame, nasce dalle pendici occidentali del M. Gorzano (Monti della Laga) e sfocia in mare presso Martinsicuro. Il suo bacino è orientato circa in direzione Sud-Nord nell'alto tratto, per poi ruotare fino alla direzione Ovest-Est. Esso comprende terreni prevalentemente impermeabili. L'area della Riserva è inoltre caratterizzata dalla presenza del fosso Sentina ([22]). La tabella che segue (Tabella 1) riassume alcuni dati dei corsi d'acqua descritti:

**Tabella 1: Fiume Tronto e fosso Sentina: caratteristiche morfologiche.**

Corso d'acqua	Lunghezza asta (km)	Superficie bacino (km <sup>2</sup> )	Quota media (m s.l.m.)	Pendenza media (%)
Fiume Tronto	115	1192	784	1,74
Fosso Sentina	3,54	5,18	60	-

### **Componenti biologiche**

#### ***Uso del suolo: stato attuale***

L'agricoltura interessa la maggior parte delle superfici dell'area in esame. Il regime generalmente adottato nella zona è di tipo arativo a carattere intensivo: vite, olivo e seminativo nelle aree collinari; colture orticole, *Zea mays* e vivai nelle strette valli fluviali; piccoli impianti di ibridi di pioppo per pasta di cellulosa presso alcuni corsi d'acqua.

La definizione delle categorie di copertura si è basata sul sistema di classificazione del Corine Land Cover. In particolare, vista la scala non di dettaglio della cartografia prodotta e la notevole frammentazione dei poligoni a diverso uso del suolo, è stato necessario utilizzare categorie complesse basate sulla prevalenza di determinate tipologie. La cartografia d'uso del suolo prodotta si articola pertanto in sette categorie (basate sulle voci e sulla terminologia CLC):

1. aree agricole non irrigate a prevalenza di colture erbacee;
2. aree agricole non irrigate a prevalenza di colture arboree;
3. aree agricole a struttura complessa non irrigate (coesistenza di colture erbacee differenti e colture permanenti);
4. aree agricole irrigabili su suoli alluvionali di fondovalle (colture erbacee, orticoltura, vivai e colture arboree);
5. aree marginali non produttive a prevalenza di vegetazione spontanea (fasi di transizione cespuglieto – bosco e vegetazione ripariali);
6. corpi d'acqua artificiali;
7. aree urbanizzate e pertinenze.

#### ***Vegetazione attuale***

L'area in esame è collocata nell'area del paesaggio vegetazionale "Umbro", che comprende vaste estensioni di Marche, Umbria, Abruzzo settentrionale e Lazio orientale ([13]). Il paesaggio vegetazionale di questi comprensori, condizionato dalla diffusa presenza di argille, consiste di un'ampia fascia collinare con rilievi a carattere anch'esso collinare, caratterizzati da fenomeni erosivi più o meno accentuati, che presentano la morfologia tipica dei calanchi.

La vegetazione prevalente dell'area in esame (lettura in scala 1:1.000.000, [14]) ha un carattere sinantropico, ovvero formazioni ruderali, nitrofile, infestanti le colture e tipiche degli insediamenti antropici (*Polygono-Chenopodietalia*, *Artemisietalia*, ecc.). L'unica tipologia vegetazionale non sinantropica evidenziata dal Pedrotti ([14]) per l'area in esame riguarda limitate formazioni identificate come *Quercetalia pubescenti-petraeae* e poste a Est di Ripatransone.

Le formazioni vegetazionali spontanee presentano prevalentemente un carattere azonale, distribuite soprattutto nelle aree marginali per l'agricoltura, sui bordi delle strade, nelle aree calanchive e laddove le pendenze non hanno permesso l'accesso delle macchine agricole. In linea generale si rileva un dinamismo abbastanza accentuato delle formazioni, sia sui substrati in continua trasformazione delle aree calanchive, sia nelle aree marginali lasciate dall'agricoltura meccanizzata alle formazioni spontanee. Le formazioni sono prevalentemente distribuite in tre complessi di vegetazione spontanea:

- 1) aree calanchive;
- 2) corsi d'acqua;
- 3) vallecole ad Est di Ripatransone.

Per quanto concerne la rete di macrounità ecosistemiche, riferite al Progetto BioItaly (art.3 DPR 357/97) il sito segnalato che interessa l'area di studio è il litorale di Porto d'Ascoli (San Benedetto del Tronto, codice identificativo BioItaly IT5340001).

Nel comprensorio non risultano inoltre attualmente tabellate Oasi di tutela della fauna ai sensi della L. N. 157/92, concernente la conservazione della fauna omeoterma.

Per quanto concerne il Piano Paesistico viene segnalata come zona "BC" di qualità diffusa l'area calanchiva posta a Sud-Ovest di Ripatransone (Tavola 4 "Sottosistema botanico - vegetazionale"), classificata come zona ad alto valore vegetazionale (Tav. 5 "valutazione qualitativa del sottosistema botanico - vegetazionale" - artt. 34 e 35 del Piano), sottoposta a specifici provvedimenti di tutela.

Dal punto di vista naturalistico le spiagge marchigiane, tra le più degradate d'Italia, sono state oggetto di una intensa antropizzazione che ha determinato la quasi totale scomparsa, oltre che delle formazioni di macchia mediterranea, anche della vegetazione spontanea costiera, fondamentale per la stabilità morfologica della duna.

L'antropizzazione e l'urbanizzazione della fascia costiera hanno portato a cancellare l'unica area umida meritevole di protezione, l'area della Sentina, residuo del complesso di aree umide costiere che si estendevano dalla provincia di Ravenna a quella di Foggia.

L'area della Sentina era costituita da un insieme di laghetti salmastri che ospitavano flora e fauna caratteristiche quali *Phragmites*, *Juncus*, *Carex*, etc., anadidi, trampolieri, anguille, etc... Tali ambienti umidi rappresentavano, inoltre, una riserva di sabbia per il litorale perché erano orlati di dune. Anche qui come nell'area di Senigallia esistevano delle aree chiamate *salotte*, utilizzate per la produzione del sale, fin dall'epoca romana, da cui la radice etimologica del nome della Via Salaria.

Attualmente i laghetti sopra descritti sono scomparsi ed il tratto di costa marina prospiciente è caratterizzato dalla presenza di scogliere frangiflutto che cingono la spiaggia da Porto d'Ascoli fino al porto di San Benedetto del Tronto.

Il paesaggio vegetale sommerso è quello, invece, tra i paesaggi naturali che risulta meno influenzato dalla pressione antropica. Tra le specie prevalenti lungo il litorale ci sono alcune alghe macrofite che svolgono un'importante azione antierosiva perché con i loro ammassi di fogliame creano sott'acqua dei veri e propri cuscini erbosi che frenano l'impatto delle onde e trattengono i sedimenti.

## Assetto territoriale: riferimenti normativi e vincoli territoriali

### Il Piano Paesistico Ambientale Regionale della Regione Marche

Nell'indagine svolta ha assunto un notevole rilievo la presenza di un Piano Paesistico Ambientale Regionale (PPAR), che ha individuato i fattori costitutivi del paesaggio delle Marche attribuendo loro livelli di qualità diversa e, conseguentemente, livelli di salvaguardia commisurati alla tipologia del bene ed al suo rapporto con l'intorno.

Il PPAR delle Marche si pone l'obiettivo di un assetto territoriale che possa recepire trasformazioni sostenibili e compatibili, pur conservando l'identità storica, la qualità ambientale, l'uso sociale dei diversi ambiti. Attraverso la definizione di sottosistemi o aree tematiche, categorie di beni e sottosistemi territoriali esso fornisce:

- indirizzi di orientamento per la formazione e revisione degli strumenti urbanistici;
- direttive per l'adeguamento degli strumenti urbanistici generali al Piano e per la specificazione delle prescrizioni di base *transitorie*;
- prescrizioni di base transitorie e permanenti immediatamente vincolanti per qualsiasi soggetto pubblico o privato.

Le prescrizioni di base permanenti si configurano come soglia minima ed inderogabile anche in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici generali. Il PPAR, in considerazione del numero limitato di PRG vigenti all'atto della sua stesura (anno 1987), ha applicato estese norme di salvaguardia in regime transitorio in attesa che i comuni adeguino gli indirizzi di pianificazione del loro territorio ad uno sviluppo ecosostenibile, che individuino nel dettaglio i beni da tutelare e che definiscano i limiti fisici dei provvedimenti operanti sul territorio di loro competenza.

### Il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Ascoli Piceno (P.T.C.)

Il P.T.C. è lo strumento d'indirizzo e di riferimento per i piani territoriali, urbanistici e paesistico-ambientali che s'intendono attuare a livello comunale o sovracomunale sul territorio provinciale. Esso costituisce, inoltre, il quadro di riferimento per gli interventi previsti dai piani della Regione, quali il programma regionale di sviluppo, il P.P.A.R. ed il P.I.T., e dai piani generali e di settore di altri enti a rilevanza sovraprovinciale interessanti il territorio provinciale, dai progetti e programmi dell'Unione Europea ai piani e programmi degli enti parco, dai piani in materia di risorse idriche, ai piani di difesa del suolo, dai piani di bonifica ai piani di enti diversi (ENEL, Telecom, ANAS, FF.SS., programmi complessi, etc.).

In relazione alle caratteristiche di porzioni del territorio provinciale, il P.T.C. indica gli obiettivi strategici, le azioni da intraprendere, gli strumenti e i progetti per l'attuazione di obiettivi ed azioni; per ciò che riguarda la fascia costiera provinciale la tabella di seguito (Tabella 2) illustra le indicazioni principali per lo sviluppo di tale zona.

Tabella 2: Indicazioni per lo sviluppo della fascia costiera (P.T.C. Ascoli Piceno).

FASCIA COSTIERA		
Obiettivi strategici	Azioni	Strumenti e progetti
- Tutela e valorizzazione delle residue risorse ambientali e culturali	1. Progettare in termini di sostenibilità ambientale la valorizzazione delle ultime aree libere in un contesto di "area vasta" promuovendone le caratteristiche ambientali ed evitandone l'urbanizzazione. 2. Abbattere le principali fonti	<u>RISORSE AMBIENTALI E RISORSE CULTURALI:</u> - Interventi contro l'erosione costiera - Promozione del "Parco Marino del Piceno" - Protocollo d'intesa sulla zona "Sentina" - Interventi per

	<p>di degrado della qualità della vita urbana.</p> <p>3. Favorire in termini di sostenibilità ambientale l'uso collettivo dei beni ambientali, da salvaguardare, preservare e valorizzare sotto il profilo naturalistico e paesaggistico, evitandone l'urbanizzazione.</p> <p>4. Indirizzare il recupero e la valorizzazione dei contenitori storici in direzione "specialistica".</p> <p>5. Rafforzare i segnali simbolici dei servizi urbani e la complessiva immagine urbana.</p> <p>6. Valorizzare i contenuti storici dal punto di vista architettonico e funzionale.</p>	<p>l'abbattimento dell'inquinamento acustico della ferrovia nelle zone più vulnerabili</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Progetto del caso campione di Marano come sistema integrato</li> <li>- Riconoscimento degli elementi storici extraurbani del sistema costiero (torri, castelli, ville)</li> </ul>
<p>- Ottimizzazione e riqualificazione dei settori produttivo, turistico-alberghiero e dei servizi</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diversificare l'offerta in relazione alle modificazioni della domanda</li> <li>2. Incentivare il rapporto delle funzioni produttive verso la zona a mare</li> <li>3. Offrire nelle zone collinari nuove occasioni di ricettività e di qualità per le zone a mare e la città</li> <li>4. Potenziare la qualità definendo i bacini di utenza e le gerarchie urbane</li> <li>5. Incentivare il rapporto delle funzioni di servizio verso la zona a mare</li> <li>6. Offrire nelle zone collinari nuove occasioni di servizio per le zone a mare e la città</li> </ol>	<p><u>TURISMO E SERVIZI:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Progetto qualità nei servizi alberghieri per il turismo</li> <li>- Il centro agroalimentare nel sistema economico Piceno</li> <li>- I vecchi "contenitori" urbani come occasioni progettuali a supporto dei servizi al cittadino (es. stadio Ballarin, ex FIM, ...)</li> </ul>
<p>- Razionalizzazione delle strutture insediative e della dotazione infrastrutturale</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contenere l'attuale densità delle zone a mare più sature riqualificando le tipologie edilizie</li> <li>2. Potenziare i servizi urbani e regolare gli insediamenti produttivi</li> <li>3. Contenere le aggressioni nelle zone collinari selezionando le direttrici di sviluppo</li> <li>4. Semplificare gli accessi e</li> </ol>	<p><u>STRUTTURA INSEDIATIVA E MOBILITÀ</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Riconoscimento delle diverse parti urbane storiche che hanno strutturato la fascia costiera: il centro antico, il borgo marinaro, la marina</li> <li>- Interventi per l'abbattimento dell'inquinamento acustico della ferrovia nelle zone più</li> </ul>

	regolare la sosta nelle zone a mare 5. Potenziare i collegamenti di lunga percorrenza, migliorando il rapporto con l'autostrada e la ferrovia 6. Razionalizzare la viabilità minore di collegamento tra le zone collinari e la costa	densamente edificate - Soluzione dei punti stradali critici - Itinerari di particolare interesse storico e naturalistico
--	--	--

### **Piano regolatore generale del Comune di San Benedetto del Tronto: adeguamento e corrispondenza del piano Paesistico Ambientale Regionale con la Riserva Naturale della Sentina (estratto dalla relazione di P.R.G. [19])**

Il Comune di S. Benedetto del Tronto è dotato del P.R.G., approvato con DPGR n. 8369 del 27.11.1990. Tale approvazione, condizionata dal mancato adeguamento formale agli indirizzi e prescrizioni del PPAR, ha, nella sostanza, limitato le necessarie integrazioni del sistema delle tutele a salvaguardia dei valori paesistico-ambientali esistenti sul territorio comunale. Tra queste limitazioni è ricompresa, proprio per la non-considerazione del P.R.G., quella parte del patrimonio edilizio che nel territorio extraurbano costituisce elemento non trascurabile del paesaggio.

La presente variante al Piano Attuativo adegua la normativa a quanto prescritto dalla Delibera amministrativa del Consiglio Regionale della Regione Marche n. 156 del 14-12-2004 che ha istituito la Riserva naturale della Sentina, così come disposto dal comma 5 dell'articolo 6 della medesima delibera che specifica quanto segue: "... il piano attuativo di riqualificazione e salvaguardia del patrimonio edilizio extraurbano del comune di San Benedetto del Tronto, entro sei mesi dall'istituzione della riserva, si adegua alle presenti norme di salvaguardia; ... la Riserva è costituita allo scopo di conservare, mantenere e proteggere gli habitat, la flora e la fauna dell'area della Sentina e di promuovere le attività di educazione, di formazione e di ricerca scientifica alla stessa correlate".

### **Istituzione della Riserva Naturale della Sentina ai sensi dell'articolo 11, comma 2, della L.R. 15/1994 (Delib n. 156 del Consiglio Regionale delle Marche 14 DICEMBRE 2004, n. 212)**

#### ***Le norme di salvaguardia (art. 6)***

1. Nel territorio della Riserva Naturale sono vietate le attività e le opere che possono compromettere la salvaguardia del paesaggio e degli ambienti naturali con particolare riguardo alla flora, alla fauna protetta e ai rispettivi habitat.

2. In tutto il territorio della Riserva è vietato:

- a) alterare con qualsiasi mezzo, diretto o indiretto, le caratteristiche chimiche e biologiche delle acque;
- b) modificare il regime delle acque, la morfologia e la struttura dell'alveo dei corsi d'acqua;
- c) l'accumulo, lo smaltimento, lo scarico e l'abbandono di qualsiasi tipo di materiali e di rifiuti solidi o liquidi e, in genere, l'immissione di qualsiasi sostanza che possa modificare le caratteristiche dell'ambiente terrestre e acquatico;
- d) aprire e coltivare cave;
- e) estrarre inerti dal fiume;

...

h) occultare peculiarità geologiche e paleontologiche;

i) cacciare, catturare, raccogliere e danneggiare esemplari di specie animali e vegetali selvatiche ed ogni attività che possa costituire pericolo o turbamento per esse, ivi compresa l'immissione di

specie estranee, ad eccezione di eventuali reintroduzioni che si rendessero necessarie od opportune per il ripristino di equilibri perduti; è consentito il prelievo di specie animali e la raccolta di specie vegetali esclusivamente per scopi scientifici e per attività di educazione ambientale previa autorizzazione del soggetto gestore che, qualora avvenga nell'area floristica istituita ai sensi della l.r. 30 dicembre 1974, n. 52 (Provvedimenti per la tutela degli ambienti naturali) (Laghetti di Porto d'Ascoli), acquisisce l'assenso della Regione;

...

p) alterare l'assetto geomorfologico di insieme;

...

4. Negli ambiti di protezione e di promozione economica e sociale, in deroga alle prescrizioni di cui al comma 2, sono consentiti, previa autorizzazione del soggetto gestore:

...

b) limitati interventi di manutenzione per la regimazione delle acque;

...

e) gli interventi relativi a programmi e progetti di recupero di cui all'articolo 57 delle norme tecniche di attuazione del PPAR solo qualora volti al recupero degli ambienti umidi o che contemplino la reintroduzione di *Saccharum ravennae*, *Plantago cornuti* e *Limonium vulgare subsp. Serotinum*; per l'attuazione di detti programmi e progetti possono essere consentiti limitati movimenti di terra indispensabili per il buon esito dell'intervento;...

### **Piano d'assetto e regolamento (art. 7)**

Il piano, attraverso l'analisi e la valutazione dello stato del territorio della riserva e di un suo significativo intorno, individua gli obiettivi ambientali e socio-economici da perseguire, avendo cura di individuare, previa acquisizione delle conoscenze ecologiche della riserva, programmi gestionali volti a realizzare prioritariamente:

a) nell'ambito di riserva integrale: il ripristino degli originari specchi d'acqua salmastra/dolce, la ricostituzione di sistemi arborei ed arbustivi, la rimozione di rifiuti solidi abbandonati;

b) negli ambiti di protezione e di promozione economica e sociale: interventi di riqualificazione ambientale, di restauro botanico-vegetazionale e di restauro conservativo sugli edifici rurali in genere ed in particolare di quelli aventi pregio architettonico;

c) gli interventi volti al recupero degli ambienti umidi o che contemplino la reintroduzione di *Saccharum ravennae*, *Plantago cornuti* e *Limonium vulgare subsp. Serotinum*;

d) monitoraggio della qualità delle acque di falda in relazione al carico di inquinanti presenti nel tratto terminale del fiume Tronto;

e) controllo della qualità delle acque reflue del depuratore comunale di San Benedetto del Tronto ed abbattimento degli inquinanti attraverso l'eventuale impianto di fitodepurazione.

...

Il piano di gestione della Riserva è sottoposto alla Valutazione di Incidenza, prevista ai sensi dell'articolo 5 del d.p.r. 357/1997; esso, ottemperando alle disposizioni di cui all'articolo 4, comma 2, del d.p.r. 357/1997, ha valore anche di piano di gestione dei siti della rete ecologica europea Natura 2000 ricompresi all'interno della riserva, il n. IT5340001 - Litorale di Porto d'Ascoli e il n.IT5340022 - Litorale di Porto d'Ascoli (La Sentina).

### **Misure di incentivazione (art.8)**

1. Nel territorio della Riserva sono incentivati, anche attraverso la predisposizione di specifici progetti:

a) la realizzazione, nei fondi agricoli, di interventi finalizzati alla creazione di corridoi ecologici con massima priorità per quelli di piantumazione, lungo le strade, le scarpate ed i corsi d'acqua, tramite la messa a dimora di idonee essenze arboree e/o arbustive;

- b) il ricorso a tecniche agricole a basso impatto ambientale;
- c) il recupero degli habitat, il risanamento ambientale di aree degradate ed il ripristino delle condizioni naturali del fiume Tronto, mediante ricorso alle tecniche dell'ingegneria naturalistica ed attraverso la messa a dimora di essenze arboree e arbustive onde favorire l'isolamento acustico-visivo delle aree;
- d) le produzioni biologiche;
- e) il ripristino dei casolari rurali da adibire a centri visita, a centri studi o ad agriturismi;
- f) le ricerche scientifiche tese ad ampliare le conoscenze sulle caratteristiche ecologiche della riserva;
- g) l'applicazione di tecniche sperimentali di gestione ecosostenibile del territorio.

## Vincoli territoriali

### *Vincolo idrogeologico e sismico*

L'area in esame è gravata dai seguenti vincoli a livello nazionale:

- a) vincolo idrogeologico, istituito con il R.D. del 30 dicembre 1923, n. 3267 (Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani), modificato con il Rdl del 3 gennaio 1926, n. 26 ed attuato dopo l'approvazione del R.D. del 16 maggio 1926, n. 1126 (Appr. del regolamento per l'applicazione del R.D. 30 dicembre 1923 n. 3267);
- b) vincolo sismico. Ai sensi della L. 2 febbraio 1974, n. 64 e del D. Min. LL.PP. del 10 febbraio 1983, alcuni comuni nei cui territori ricade l'area dell'istanza sono stati classificati con grado di sismicità S=9 (ex II categoria).

La Regione Marche, inoltre, in ottemperanza alla propria L. R. n. 33 del 1984 "Norme per la costruzione in zone sismiche della Regione Marche", ha effettuato una macrozonazione suddividendo il territorio in tre fasce sismiche che corrispondono in modo del tutto indicativo a tre diversi livelli di rischio:

rischio sismico elevato	$I_{\max} (*) \geq IX$
rischio sismico medio	$I_{\max} = VIII$
rischio sismico basso	$I_{\max} \leq VII$

(\*) I = Intensità della scala Mercalli Cancani Sieberg.

Tale macrozonazione è stata intesa come strumento di valutazione preliminare del rischio sismico a scala regionale da utilizzare per la redazione o l'adeguamento degli strumenti urbanistici.

### *Vincolo paesistico*

Il Piano Paesistico Ambientale Regionale delle Marche (PPAR) identifica delle *emergenze geologiche* (località dove sono ben visibili, tra l'altro, la serie stratigrafica umbro-marchigiana e le sue variazioni, gli elementi strutturali e sedimentologici che hanno un valore didattico e scientifico nonché le località fossilifere e quelle in cui sono presenti minerali) e *geomorfologiche* (aree in cui sono presenti tutte le forme geomorfologiche che hanno interesse scientifico-didattico). In tali ambiti è applicata la *tutela integrale*: sono consentiti solamente interventi di conservazione, consolidamento e ripristino delle condizioni ambientali protette, e si ammettono quelli di trasformazione volti alla riqualificazione del bene oggetto di tutela; "*i Comuni, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici al PPAR, possono procedere ad una ulteriore delimitazione e specificazione, ai sensi ed alle condizioni di cui all'art. 28, ultimo comma lettera a)*".

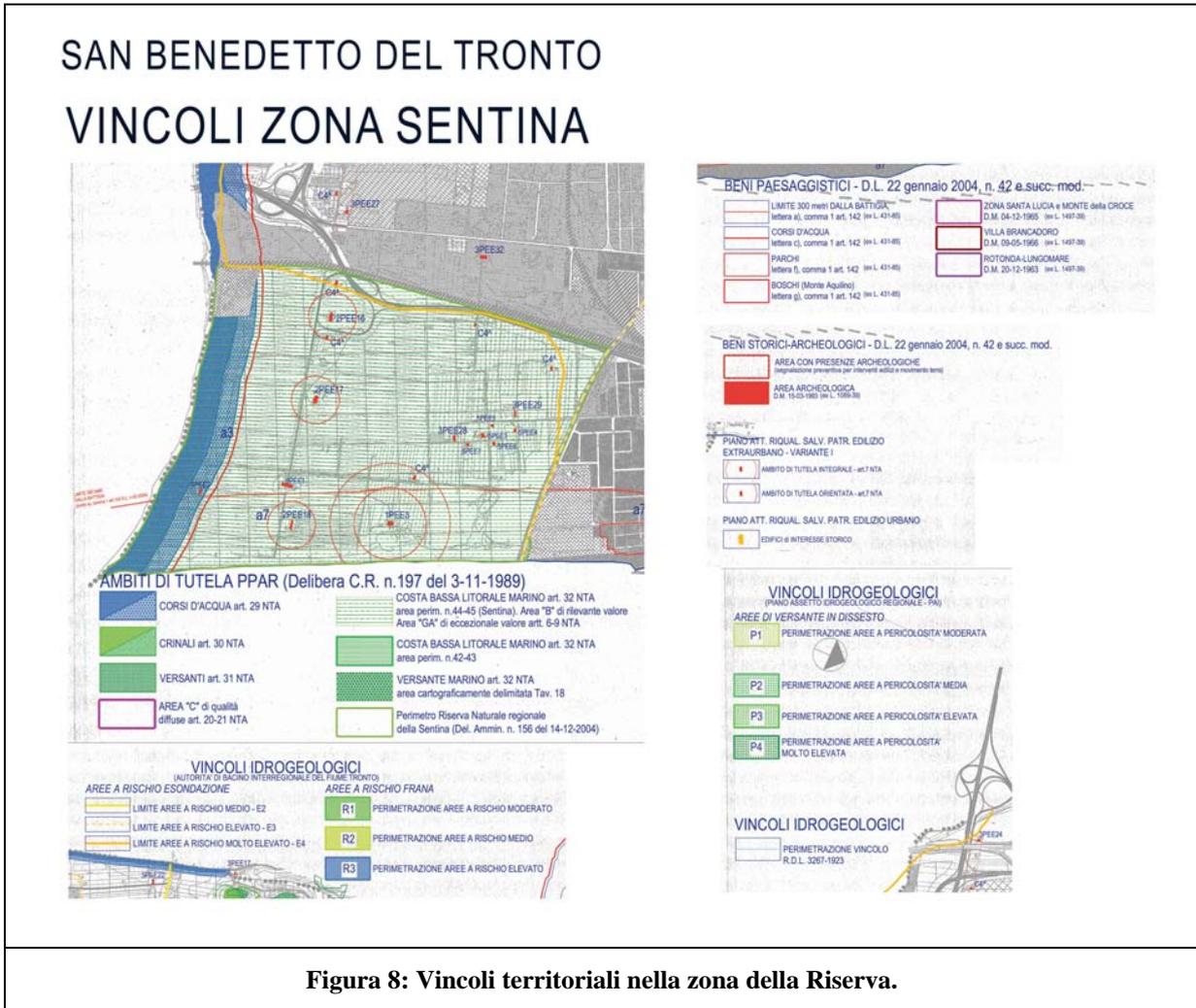


Figura 8: Vincoli territoriali nella zona della Riserva.

## STUDI PREGRESSI

### *Studio dell'Università di Ancona*

La Regione Marche ha richiesto, in passato, la collaborazione scientifica dell'Università di Ancona, per la predisposizione di un Piano della Costa che potesse perseguire la salvaguardia delle aree di maggior pregio ambientale. A tale scopo, il 19 ottobre 1998 è stata stipulata una *Convenzione* per lo svolgimento dei seguenti studi:

- a) *definizione del clima ondoso lungo il litorale marchigiano ed, in particolare:*
  1. elaborazione dei dati del moto ondoso esistenti mediante ricostruzione dei dati anemometrici, dati KNMI, RON, piattaforme esplorative e studi precedenti;
  2. elaborazione di dati di moto ondoso registrati dalla boa ondometrica di Ancona al fine di fornire il clima di moto ondoso al largo, elaborazione dei valori estremi per ricavare parametri necessari alla progettazione delle opere marittime;
  3. confronto dei risultati ottenuti da entrambe le elaborazioni.
- b) *elaborazione dei dati, rilevati dalla Regione, al fine di caratterizzare la spiaggia emersa e sommersa ed al fine di valutare le variazioni rispetto alle indagini precedentemente effettuate. Rappresentazione dei risultati in sistemi geografici informatizzati;*
- c) *studi ricognitivi di depositi sabbiosi da utilizzare nel ripascimento di tratti di litorale in erosione. Sviluppo di ricerche di materiale sabbioso su un'area vasta, prospiciente o limitrofa alla costa marchigiana, elaborazione di profili sismici ad alta risoluzione già esistenti, analisi di carote già disponibili;*
- d) *analisi del comportamento delle opere di difesa costruite lungo la costa marchigiana in modo diacronico. Predisposizione di schede per l'individuazione delle caratteristiche idrauliche, sedimentologiche e di impatto delle opere di difesa sull'ambiente;*
- e) *modellazione matematica di definizione del trasporto solido trasversale in fondali con presenza di barre o in profili di erosione;*
- f) *analisi quali-quantitativa sulla dinamica delle foci fluviali in relazione al trasporto solido di fondo fluviale;*
- g) *realizzazione di un modello numerico bidimensionale per le acque basse al fine di studiare l'idrodinamica delle zone costiere in presenza di opere portuali o di protezione. Integrazione del modello numerico con un modello morfologico.*

Responsabile scientifico della Convenzione è stato il Prof. Ing. Alessandro Mancinelli, Direttore dell'Istituto di Idraulica della Facoltà di Ingegneria di Ancona, con il compito di coordinare gli studi del Prof. Pietro Curzi, della Facoltà di Ingegneria di Bologna, per quanto attiene alla ricerca dei depositi sabbiosi e per le competenze specifiche di natura sedimentologica, e quelli del Prof. Ing. Giulio Scarsi della Facoltà di Ingegneria di Genova per quanto concerne la predisposizione del modello idrodinamico delle acque basse e per la caratterizzazione del clima ondoso al largo e sottocosta.

Lo studio, iniziato nell'ottobre 1998, si è sviluppato in stretto rapporto con l'Ufficio Progettazione della Regione Marche diretto dall'Ing. Vincenzo Marzialetti. L'Ufficio, in particolare, ha collaborato all'espletamento delle indagini batimetriche e sedimentologiche.

Lo Studio [20] è stato articolato in Capitoli organizzati secondo il seguente elenco che riproduce quanto previsto dall'Articolo 2 della Convenzione:

#### A) Analisi dei dati meteomarini esistenti

- B1) Caratterizzazione della spiaggia emersa e sommersa
- B2) Sistema informativo territoriale della costa marchigiana
- C) Ricerca delle sabbie su area vasta
- D) Analisi delle opere di difesa
- E) Modellazione del trasporto solido trasversale
- F) Trasporto solido fluviale e dinamica delle foci
- G) Modello numerico per le acque basse

Lo studio, al fine di una caratterizzazione della spiaggia emersa e sommersa, prevedeva campagne di misura topografiche e batimetriche. Purtroppo, problemi amministrativi intercorsi durante l'esecuzione dei lavori hanno determinato l'interruzione dei rilievi batimetrici.

L'elaborazione dei dati ondometrici effettuata si riferisce a misure, rese disponibili dopo opportune verifiche dal Servizio Mareografico, ricadenti nel periodo 9 marzo 1999 – 11 agosto 2000.

I principali *obiettivi* che la Convenzione ha raggiunto vengono di seguito elencati:

1. Sono state rappresentate le caratteristiche fisiche ed ambientali dello spazio costiero attraverso carte tematiche, costruite con i dati rilevabili dalle campagne batimetriche e sedimentologiche. Sono stati confrontati i dati recenti con quelli del passato al fine di individuare le tendenze evolutive e l'efficacia delle opere di difesa realizzate. È stato predisposto un sistema informativo territoriale che permette di osservare la costa su scale spaziali regionali e locali e di valutare l'evoluzione su scale temporali sia nel breve che nel lungo periodo.
2. È stata approfondita la conoscenza delle caratteristiche del moto ondoso al largo utilizzando i dati rilevati dalla boa ondometrica e realizzando il confronto con le informazioni disponibili. È stata effettuata una trasposizione delle misure ondometriche dal largo verso riva utilizzando i metodi spettrali efficaci sino al limite della zona dei frangenti. Sono stati individuati i metodi per la trasposizione all'interno della zona dei frangenti dove la turbolenza ed i processi non lineari risultavano prevalenti. Sono stati definiti i modelli di trasporto trasversale ed alcuni indicatori di tipo morfologico per analizzare le condizioni di stabilità della spiaggia.
3. È stato predisposto un modello numerico per le acque basse in grado di simulare l'idrodinamica dei bassi fondali anche in presenza di opere di difesa.
4. È stata costruita la carta dei depositi sabbiosi marini analizzando campioni esistenti, in modo da valutare la fattibilità tecnica ed economica del prelievo della sabbia da utilizzare nei ripascimenti.
5. È stata ricostruita l'evoluzione storica delle foci fluviali per conoscere la consistenza degli apporti solidi recenti dei bacini idrografici regionali.

Nel conseguimento dei risultati ottenuti, particolare importanza va al Sistema Informativo Territoriale che consente di analizzare i dati geografici, fisici ed idraulici memorizzati. Grazie alla capacità di analisi trasversale dei dati, esso permette diverse chiavi di lettura, nonché restituzioni geografiche, tabellari e testuali rispondenti alle varie esigenze e adattabili ai diversi tipi di utenza.

Le conclusioni dello studio cui è giunta l'Università di Ancona possono essere schematizzate come segue:

1. le cause fondamentali dell'erosione sono principalmente attribuibili all'annullamento dell'apporto solido fluviale, all'occupazione della spiaggia attiva con infrastrutture e alla costruzione di opere portuali e di difesa.

2. dei 172 km di costa soltanto 63 km non sono interessati da opere di difesa e sono in progetto o in fase di realizzazione opere per altri 7 km.
3. la conservazione e lo sviluppo dell'ambiente costiero non può prescindere dalla gestione del territorio nel suo complesso.
4. il Sistema Informativo Territoriale predisposto è un sistema aperto che può essere aggiornato in qualsiasi momento; esso presenta il vantaggio che le problematiche legate alla dinamica della costa possono essere ora incrociate con le analisi economico-territoriali, con i piani urbanistici e con le politiche di intervento sul territorio (Piani di bacino, P.I.T., ecc.).
5. le analisi effettuate sono la base indispensabile per la predisposizione di interventi di gestione del territorio con un approccio di tipo probabilistico (valutazione del rischio di erosione e della probabilità di funzionamento delle opere ).

Tali risultati hanno portato la Regione Marche a *strategie d'intervento* orientate verso due obiettivi fondamentali:

1. preservare i tratti attualmente privi di opere di difesa rispettando i seguenti vincoli:
  - monitoraggio continuo;
  - realizzazione di ripascimenti utilizzando anche materiale presente sulle aste fluviali;
  - tempestività degli interventi;
  - snellimento delle normative vigenti;
  - gestione coordinata con l'autorità di bacino.
2. predisporre piani di recupero per grandi tratti in cui le opere di difesa sono state realizzate senza alcuna visione d'insieme. In particolare, il raggiungimento di questo obiettivo richiede:
  - progetti di dimensioni adeguate (estesi su tutta l'unità fisiografica) e conseguentemente finanziamenti cospicui;
  - utilizzazione eventuale di materiale di ripascimento recuperato in mare anche attraverso piani di sfruttamento predisposti con le regioni limitrofe.

### ***Piano Difesa Coste della Regione Marche***

Il deficit di trasporto solido delle aste fluviali e la conseguente alterazione dell'equilibrio dinamico del litorale marchigiano verificatisi negli ultimi anni, hanno spinto la Regione Marche<sup>3</sup> ad adottare un Piano di Gestione Integrata delle Aree Costiere, per una tutela e razionale utilizzazione della zona costiera e delle sue risorse.

Il Piano di Gestione Integrata delle Aree Costiere si suddivide in quattro parti:

RELAZIONE GENERALE;  
NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE;  
RELAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA;  
ELABORATI TECNICI.

Sono stati ritenuti propedeutici al Piano di Gestione Integrata delle Aree Costiere le seguenti analisi ed elaborazioni:

Università degli studi di Ancona – Istituto di idraulica  
Studi, indagini modelli matematici finalizzati alla redazione del Piano di difesa della costa;  
Cartografia generale – volume 1;  
Cartografia generale – volume 2.  
ARPAM  
Rapporto sullo stato di qualità ambientale della fascia costiera marchigiana:  
Balneabilità e biocenosi,

---

<sup>3</sup> In merito alle competenze di cui all'art. 51 della L. R. 17 maggio 1999 n. 10 e all'art. 14 della L. R. 25 maggio 1999 n.13.

Rapporto sui sedimenti superficiali in acque basse.

La Regione Marche ha previsto la costruzione in rete di un sito dedicato al Servizio Progettazione OO.PP, V.I.A. e Gestione Integrata delle Aree Costiere. Attualmente, quanto sopra elencato, è visionabile presso il sito: [www.servizioprogettazione.marche.it](http://www.servizioprogettazione.marche.it).

In generale, il Piano è stato articolato in capitoli che, partendo dallo stato delle conoscenze e dal quadro normativo, hanno disegnato lo stato di progetto ed i relativi costi.

In particolare, sono stati descritti gli studi, le analisi effettuate od acquisite; individuati gli squilibri nel pieno rispetto ed in accordo con gli Enti Locali; è stato redatto un quadro economico-finanziario generale e analitico secondo ogni Unità Fisiografica (come definita dalla L.R. n.15/04).

In particolare, il litorale della Regione Marche è stato suddiviso in 27 Unità Fisiografiche (da Nord verso Sud) di cui n.19 tra spiagge (litorale basso) e coste (litorale alto), e n.8 ambiti portuali (non trattati nel Piano).

Sulla base dei risultati riportati, la Regione ha previsto nella sezione Elaborati Tecnici gli interventi necessari, organizzati secondo le 19 Unità Fisiografiche. A tal proposito è stato costruito un semplice Sistema di Supporto alle Decisioni che ha individuato macroindicatori ambientali ed economici ai quali sono stati associati pesi differenziati.

## DATI METEOMARINI

### Livello del mare

La Rete Mareografica Nazionale, RMN, ([16]) è composta da ventisei stazioni di misura uniformemente distribuite sul territorio nazionale ed ubicate prevalentemente all'interno delle strutture portuali: Trieste, Venezia Lido, Ancona, Ravenna, Pescara, Ortona, Isole Tremiti, Vieste, Bari, Otranto, Taranto, Crotona, Reggio Calabria, Messina, Catania, Porto Empedocle, Lampedusa, Palermo, Palinuro, Salerno, Napoli, Cagliari, Carloforte, Porto Torres, Civitavecchia, Livorno, Genova ed Imperia (Figura 9).



**Figura 9: La Rete Mareografica Nazionale gestita dall'APAT.**

In tali stazioni hanno funzionato per molti anni mareografi meccanici a registrazione cartacea gestiti dalle sezioni periferiche del Genio Civile Opere Marittime. Nel 1986 sono stati installati dei mareografi elettronici a galleggiante con registrazione locale in memoria EPROM. Le nuove stazioni che compongono la RMN sono composte da due strumenti di misura della marea: uno (principale) ad ultrasuoni con guida tubolare del fascio e compensazione di temperatura, ed uno (secondario) a galleggiante e registrazione cartacea per la verifica puntuale delle misure, l'analisi di eventi o fenomeni particolari ed il recupero dei dati nei casi di mancato funzionamento dello strumento principale. I mareografi sono riferiti ad un caposaldo quotato con livellazione di alta precisione, opportunamente verificato, sulla base del più vicino caposaldo IGM. Le stazioni sono dotate anche di un sensore anemometrico (velocità e direzione del vento a 10 metri dal suolo), di un sensore barometrico, di un sensore di temperatura dell'aria e di un sensore di temperatura dell'acqua. Tutte le stazioni sono dotate di un sistema locale di gestione e memorizzazione dei dati e di un apparato di trasmissione in tempo reale alla sede centrale dell'APAT a Roma.

Nell'ambito del presente lavoro sono stati considerati i dati registrati dalle stazioni RMN di Ancona ed Ortona (Figura 10). La prima si trova all'interno del porto commerciale di Ancona, sulla

banchina tra la zona di ormeggio Piloti del Porto e la zona di ormeggio della Pubblica Sicurezza (Latitudine 43° 37' 46" – Longitudine 13° 30' 13"), mentre il palo meteorologico è ubicato presso il porto turistico di Marina Dorica. La seconda, quella di Ortona, si trova all'interno del porto, presso il Molo Martello (Latitudine 42° 21' 20" – Longitudine 14° 24' 56"). La fonte da cui sono stati presi i dati è il Servizio Mareografico dell'APAT ([www.idromare.com](http://www.idromare.com)).

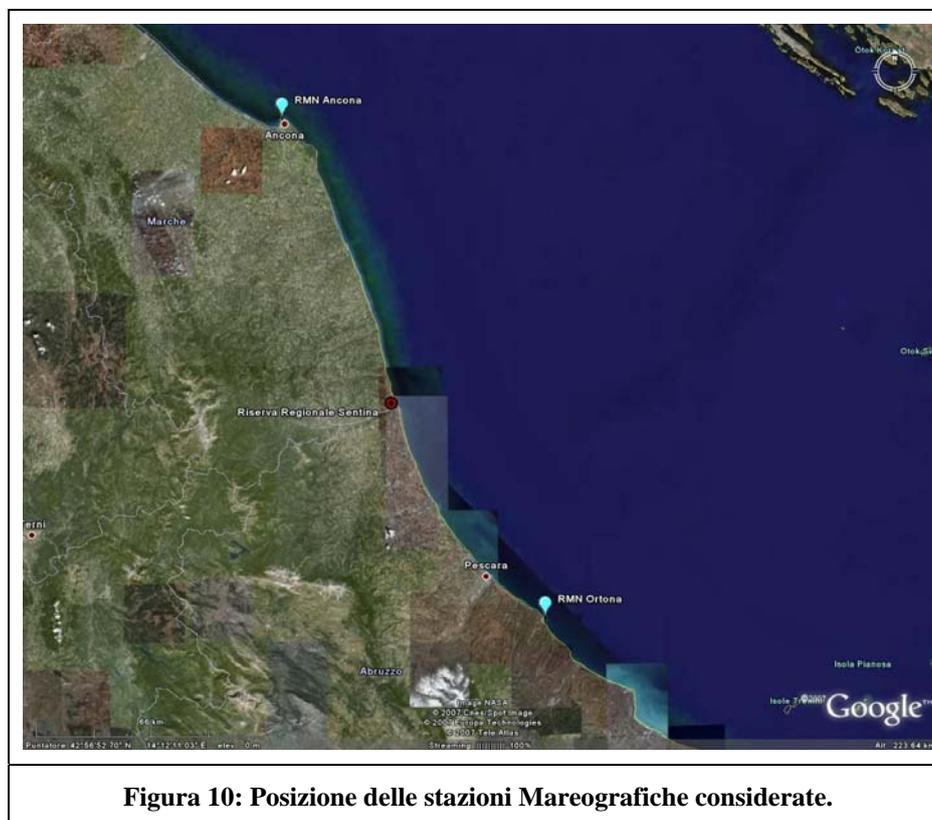


Figura 10: Posizione delle stazioni Mareografiche considerate.

### Descrizione degli strumenti

Il sensore di livello installato è del tipo ad ultrasuoni. Al fine di eliminare eventuali perturbazioni dovute alla presenza di altri apparati all'interno del pozzetto di calma il sensore è provvisto di una "guida d'onda" in materiale plastico che convoglia le onde ultrasonore in un fascio cilindrico. Il sensore è completamente controllato da un microprocessore che gestisce le principali funzioni dello strumento.

### Analisi dei dati (rendimento, massimi e minimi, costanti armoniche)

L'analisi dei dati di livello marino consiste nell'elaborazione del rendimento delle stazioni e nella valutazione dei massimi e minimi annuali e totali delle oscillazioni del livello marino.

## Stazione di Ancona

I dati analizzati per la stazione di Ancona coprono un periodo che va dalla fine di Agosto del 1986 alla fine di Settembre del 2007. Il valore anomalo del massimo del 1988 è probabilmente legato ad un errore di rilevamento legato al riavvio dello strumento a seguito di un lungo periodo di malfunzionamento ([17]). Sebbene sia stato elencato nella Tabella 3, non lo si ritiene comunque attendibile. Inoltre si nota una netta differenza tra i valori relativi agli anni 1986-1989 e dal 1991 in poi. Tale differenza, considerando anche che nel 1990 lo strumento non è stato in funzione, è probabilmente da attribuirsi ad una variazione del valore di zero mareografico a livello strumentale ([17]).

**Tabella 3: Massimi e minimi di marea per la stazione RMN di Ancona. Il valore di massimo dell'anno 1988 è probabilmente legato ad un'anomalia nel sistema di misurazione.**

Anno	Massimo (m)	Minimo (m)
1986	-0,03	-0,93
1987	0,02	-1,01
1988	1,02	-1,00
1989	-0,39	-1,19
1991	0,88	-0,55
1992	0,75	-0,69
1993	0,64	-0,67
1994	0,56	-0,63
1995	0,77	-0,54
1996	0,67	-0,43
1997	0,72	-0,51
1998	0,53	-0,58
1999	0,70	-0,56
2000	0,67	-0,60
2001	0,63	-0,54
2002	0,69	-0,66
2003	0,73	-0,54
2004	0,74	-0,66
2005	0,59	-0,70
2006	0,44	-0,62
2007	0,68	-0,67

## Stazione di Ortona

I dati analizzati per la stazione di Ortona vanno dalla fine di Agosto del 1986 alla fine di Settembre del 2007. Come descritto in maniera più approfondita in [17], i dati disponibili per questa stazione sono molto frammentati, presentando lunghi periodi di assenza di misurazioni. Inoltre lo studio dei valori massimi e minimi e dei valori medi mensili lascia presupporre il possibile riallineamento del valore di zero mareografico dal 1992 in poi. Date queste numerose incertezze i dati di questa stazione sono per ora citati solo a livello informativo, ritenendo più affidabile il dataset associato alla stazione di Ancona.

Tabella 4: Massimi e minimi di marea per la stazione RMN di Ortona.

Anno	Massimo (m)	Minimo (m)
1986	0,23	-0,66
1987	0,09	-0,70
1988	0,15	-0,74
1991	0,49	-0,52
1992	0,71	-0,63
1993	0,60	-0,43
1994	0,62	-0,31
1996	0,55	-0,13
1997	0,59	-0,62
1998	0,50	-0,46
1999	0,52	-0,44
2000	0,63	-0,53
2001	0,47	-0,45
2004	0,58	-0,58
2005	0,50	-0,58
2006	0,46	-0,57
2007	0,44	-0,54

## Correnti

Le uniche misure di corrente disponibili sono state ottenute dal database del progetto Archimede<sup>4</sup>. La campagna di misura copre il periodo dal 7 Maggio al 4 Giugno 1986. Il fornitore dei dati, nell'ambito della data policy del progetto Archimede, è il Dipartimento di Oceanologia e Geofisica Ambientale dell'Università degli studi di Trieste.

Lo strumento è posto in corrispondenza di un fondale profondo 74 m, a circa 26 km a largo della riserva naturale (Figura 11). Il sensore è posto ad una profondità di 10 m e le misurazioni sono state eseguite alle profondità di 10, 30 e 60 m. La frequenza di campionamento è di 90" per le misurazioni a 10 e 30 m e di 3' per le misurazioni a 60 m di profondità.

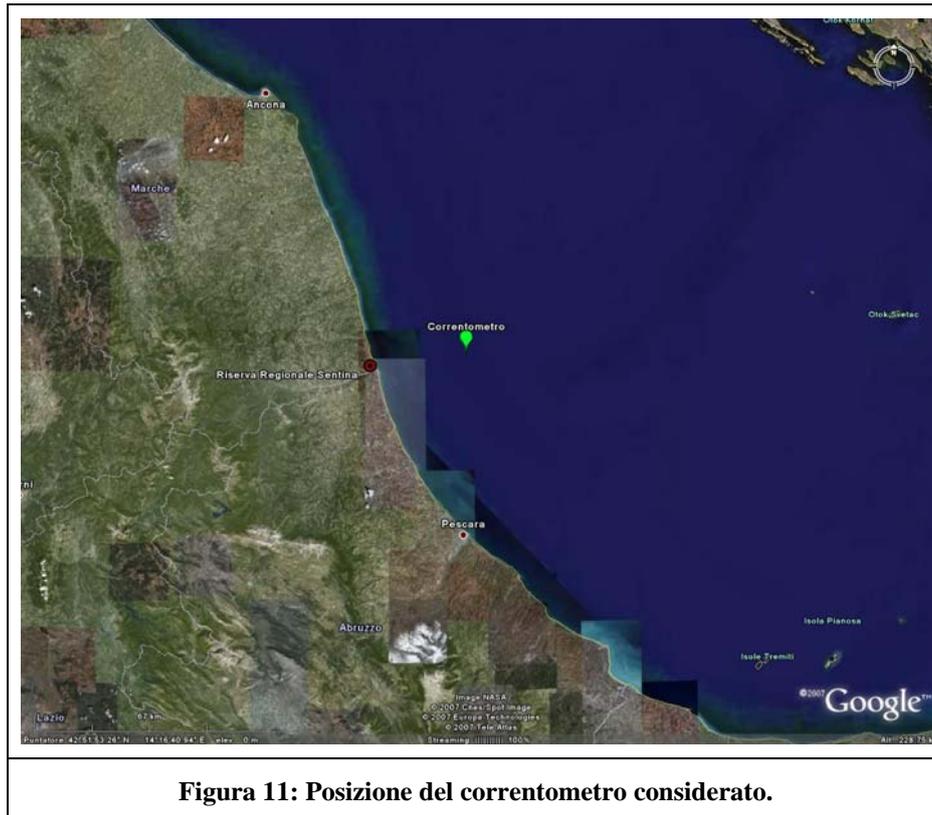


Figura 11: Posizione del correntometro considerato.

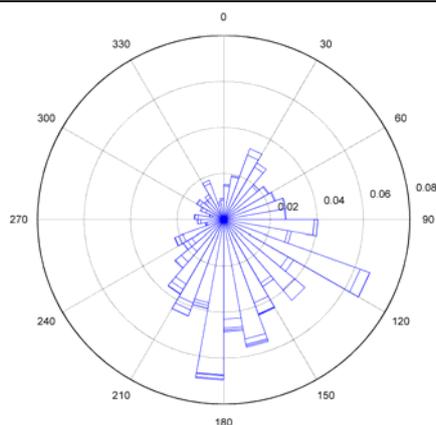
## Analisi dei dati

Vista la scarsa estensione temporale dei dati correntometrici, per l'area oggetto di studio non è possibile trarre conclusioni generali circa il comportamento delle correnti marine. Pertanto le analisi effettuate vengono utilizzate solo per fornire una descrizione sintetica dei dati. A tal fine è stato calcolato il valore massimo dell'intensità della corrente a diversa profondità ed è stata realizzata una rappresentazione della distribuzione direzionale della corrente per fasce di ampiezza 10°. In tale rappresentazione (Figura 12, Figura 13 e Figura 14) l'istogramma lungo ogni direzione è suddiviso in contributi in frequenza per fasce di intensità di ampiezza 0,2 m/s.

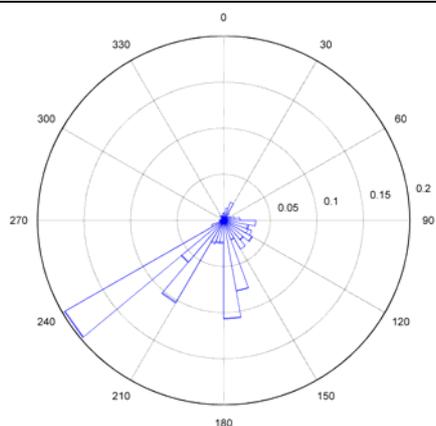
Tabella 5: Valori massimi di intensità di corrente misurati dal correntometro.

<sup>4</sup> Il progetto ARCHIMEDE - "Archivio dei dati meteo-marini" ha come obiettivo il reperimento delle serie storiche di osservazioni meteo-marine attualmente disponibili presso singoli Enti pubblici e privati, la loro elaborazione e la realizzazione di un database nazionale da utilizzarsi come riferimento per studi effettuati in ambito marino-costiero. Attualmente i dati inseriti nel sistema provengono dagli archivi storici dell'APAT, dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale di Trieste (OGS), della Snamprogetti e del Cugri Università di Salerno.

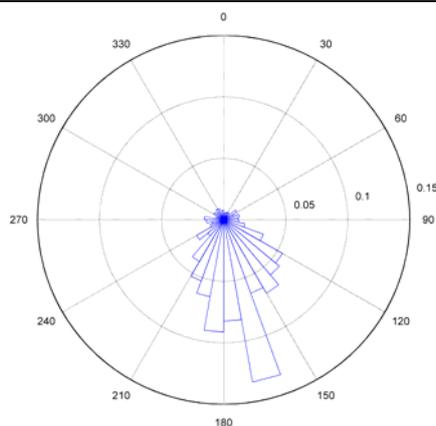
<b>Profondità del dato misurato (m)</b>	<b>Massimo (m/s)</b>
10	0,644
30	0,359
60	0,188



**Figura 12:** Distribuzione direzionale delle correnti registrate a largo della Riserva Naturale della Sentina dal 07 Marzo 1986 al 04 Giugno 1986, ad una profondità di 10 m. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di intensità di 0,2 m/s.



**Figura 13:** Distribuzione direzionale delle correnti registrate a largo della Riserva Naturale della Sentina dal 07 Marzo 1986 al 04 Giugno 1986, ad una profondità di 30 m. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di intensità di 0,2 m/s.



**Figura 14:** Distribuzione direzionale delle correnti registrate a largo della Riserva Naturale della Sentina dal 07 Marzo 1986 al 04 Giugno 1986, ad una profondità di 60 m. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di intensità di 0,2 m/s.

## ***Apporti fluviali***

Attualmente non sono stati forniti dati di alcun genere circa gli apporti fluviali. Sono necessarie le portate giornaliere del fiume Tronto o quantomeno una stima delle portate medie mensili con un elenco cronologico delle piene comprendente i valori di portata massima.

Alcuni elementi che descrivono l'apporto solido fluviale, seppur solo a livello qualitativo, possono essere tratti dalla relazione prodotta dall'Istituto d'Irrigazione dell'Università degli studi di Ancona ([20]). Questa riporta uno studio della società Aquater, "Studio Generale per la Difesa delle Coste", del 1982 che stima il trasporto solido di fondo potenziale del fiume Tronto in un valore compreso tra i 95.000 e i 185.000 m<sup>3</sup>/anno. A cui, prima del 1960 corrispondeva un trasporto solido di fondo a mare compreso tra i 55.000 e i 90.000 m<sup>3</sup>/anno, che sarebbe sceso a 30.000 – 50.000 m<sup>3</sup>/anno dopo il 1960. a seguito di un'intensa attività di dragaggio negli anni 1966-1975, con un totale stimato di circa 778.176 m<sup>3</sup> di sedimento prelevato.

A tali dati seguono alcune considerazioni ([20]) secondo le quali lo stato generale dei bacini idrografici e dei corsi d'acqua delle Marche sarebbe sicuramente mutato negli ultimi venti anni. Il blocco delle escavazioni in alveo per prelievo degli inerti, in atto ormai da più di venti anni (dal 1975), per effetto della legislazione regionale, dovrebbe portare ad una ripresa del trasporto solido in alveo sia nel tratto collinare che in quello di valle del fiume. Tuttavia gli effetti di questa ripresa non sembrano avere raggiunto la foce fluviale, in termini di avanzamento. Pertanto i benefici del blocco del prelievo di inerti in alveo sembrano essere minimizzati da altri fattori condizionanti il trasporto solido, quali la trasformazione dell'uso del suolo e la presenza di opere trasversali in alveo.

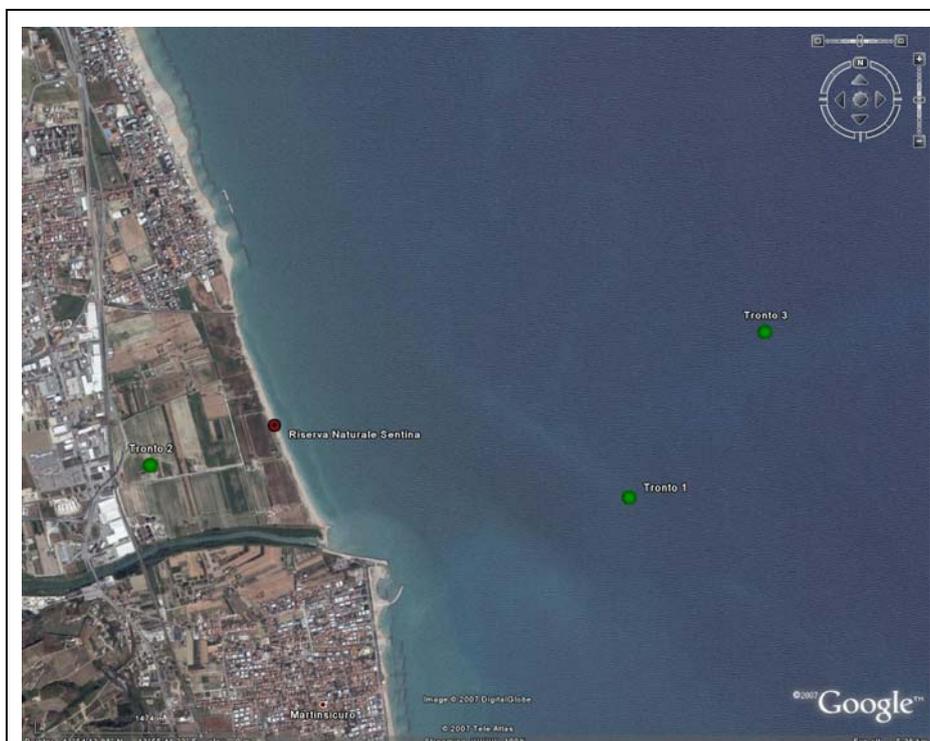
A questi elementi, esistenti già da tempo, si deve aggiungere la presenza di una fitta vegetazione in alveo come ulteriore causa di blocco del trasporto solido di fondo. La mancata rimozione della vegetazione all'interno dei corsi d'acqua, insieme alla ridotta pendenza delle aste fluviali (per effetto delle opere di regolazione), hanno provocato una forte sedimentazione di materiali sabbiosi e limosi sulle golene e nel letto di magra, i quali, favorendo l'ulteriore crescita di piante ed arbusti, hanno praticamente intrappolato il materiale solido più grossolano. Ciò ha prodotto un quasi generale sovralluvionamento degli alvei cui si associa una diminuzione delle capacità di deflusso delle sezioni fluviali con conseguente aumento del rischio di esondazione durante gli eventi di piena.

## Salinità e temperatura

I dati di salinità e temperatura sono stati estratti dal database del Sistema Difesa Mare (SI.DI.MAR, [www.sidimar.ipzs.it](http://www.sidimar.ipzs.it)) gestito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. La banca dati del SI.DI.MAR è un sistema informativo in grado di fornire un panorama completo delle condizioni del territorio marino e costiero italiano, sia sulla base delle relative condizioni ecologiche e sia in relazione alle attività antropiche, economiche ed industriali che intervengono sulla fascia costiera emersa e sommersa.

I dati ambientali marini descrivono l'andamento di parametri rilevati in mare tramite campagne oceanografiche o stazioni fisse e mobili di rilevamento. Particolare importanza rivestono i Programmi di Monitoraggio Marino-Costiero effettuati con le Regioni costiere. Tali programmi hanno riguardato il solo Mar Adriatico nel periodo 1990 - 1993, l'intero ambito nazionale, fatta eccezione per la Sicilia, nel periodo 1996 – 2000 e, infine, l'intero territorio nazionale dal 2001 al 2006. In tali campagne i dati di salinità e temperatura sono stati misurati lungo tutta la colonna d'acqua con cadenza quindicinale.

In prossimità dell'area della Riserva Naturale della Sentina sono disponibili tre stazioni di misura SI.DI.MAR., disposte nei pressi della foce del fiume Tronto lungo un transetto perpendicolare alla costa (Figura 15). Per quanto concerne la collocazione esatta delle stazioni di misura, bisogna osservare che le coordinate della stazione "Tronto 2" (cod. 1020) ottenute dalla banca dati non appaiono corrette dal momento che ne determinano la collocazione sulla terraferma. Dall'analisi comparativa della disposizione di altre stazioni lungo analoghi transetti in funzione dei codici attribuiti alle stazioni stesse e delle profondità massime di misura si è ipotizzato che la disposizione effettiva dei punti sia "Tronto 1" (cod. 20), "Tronto 2" (cod. 1020) "Tronto 3" (cod. 3020) procedendo da terra verso il largo e che quindi la posizione effettiva della stazione "Tronto 2" sia intermedia tra quella della "Tronto 1" e "Tronto 3".



**Figura 15: Posizione delle stazioni di misura Tronto1, Tronto2 e Tronto3 della banca dati SI.DI.MAR.**

## **Analisi dei dati**

I dati di temperatura e salinità estratti dalla banca dati S.I.D.I.M.A.R. per le tre stazioni di interesse (codici 20,1020 e 3020), coprono un periodo compreso tra giugno 2001 e gennaio 2007 con frequenza di campionamento bisettimanale. Nel periodo considerato sono presenti due sole lacune, comuni a tutte le stazioni prese in esame: la misura relativa alla seconda quindicina di febbraio 2005 e il periodo compreso tra aprile 2006 e la prima quindicina di luglio 2006. I profili verticali di temperatura e salinità riportano valori misurati ad intervalli regolari di un metro di profondità lungo la colonna d'acqua, una misura superficiale effettuata a mezzo metro di profondità e, a volte, una misura effettuata sull'ultimo mezzo metro in prossimità del fondo. La massima profondità di campionamento varia per una medesima stazione da profilo a profilo. Le massime profondità registrate sono rispettivamente 9,5 m per la stazione 20, 12 m per la 1020 e 13 m per la 3020.

Nell'ambito del presente studio l'analisi dei dati di temperatura e salinità, oltre a contribuire alla generale caratterizzazione dell'area marina in esame, è stata finalizzata ad evidenziare la presenza di fenomeni significativi di stratificazione della colonna d'acqua che potessero indicare particolari situazioni di circolazione idrodinamica.

A tal fine sono stati analizzati singolarmente i profili verticali di temperatura e salinità. Da tale analisi è emerso che la variazione lungo la verticale delle due grandezze è trascurabile nella maggior parte dei casi. Laddove esiste una significativa variazione verticale delle grandezze considerate, questa risulta prevalentemente localizzata in una zona intermedia della colonna d'acqua mentre i valori nelle zone sovrastanti e sottostanti rimangono relativamente uniformi. Al fine di evidenziare in maniera sintetica una eventuale variazione stagionale della stratificazione e possibili correlazioni tra gli andamenti misurati nelle diverse stazioni, sono stati preparati dei grafici (Figura 16 - Figura 27) che rappresentano le serie temporali dei valori di temperatura e salinità di superficie e di fondo per le tre stazioni esaminate. Relativamente alla temperatura i grafici mostrano un andamento periodico stagionale caratterizzato da una variazione tra valori minimi di circa 5°C nei mesi di gennaio/febbraio e massimi di circa 25° nei mesi di luglio/agosto. Le differenze di temperatura tra fondo e superficie sono, ad esclusione di particolari periodi, abbastanza lievi con variazioni massime dell'ordine di 2°C. In generale, le temperature superficiali sono maggiori delle temperature di fondo durante i mesi primaverili ed estivi mentre durante i mesi autunnali ed invernali le acque superficiali possono essere lievemente più fredde di quelle profonde. L'entità della stratificazione termica è generalmente più marcata procedendo verso il largo, fatto che potrebbe suggerire un maggiore mescolamento verticale nella zona costiera e una crescente influenza verso il largo della circolazione di larga scala. L'andamento delle temperature nelle varie stazioni mostra comunque una forte correlazione. Durante particolari periodi si osservano notevoli variazioni di temperatura tra fondo e superficie. Questo accade nel mese di dicembre 2001, nei mesi di maggio, giugno e luglio 2003. Tali differenze non sembrano essere collegabili all'influenza degli apporti fluviali del fiume Tronto in quanto la loro entità cresce con la distanza dalla foce e non sembra correlata con variazioni di salinità. Per quanto concerne la salinità l'entità delle variazioni è generalmente piuttosto contenuta con valori prossimi alle 35 psu. Al contrario di quanto accade con la temperatura non si osservano significative variazioni stagionali. Le differenze di salinità tra superficie e fondo sono, nella maggioranza dei casi, piuttosto limitate con valori dell'ordine di alcune unità psu. Fanno eccezione, specialmente per la stazione 20 alcune misure effettuate nei periodi di settembre/ottobre 2002, marzo 2004 e marzo 2005 in cui i valori superficiali appaiono significativamente inferiori a quelli rilevati al fondo. Tale differenza potrebbe indicare l'effetto di apporti idrici fluviali. Esistono poi una serie di misure caratterizzate da valori di salinità in superficie vicini allo zero (dicembre e gennaio 2001) che potrebbero essere apparentemente classificate come outlier se non si presentassero contemporaneamente in diverse stazioni.

Complessivamente i dati di salinità e temperatura disponibili sembrano fornire un quadro sufficientemente esaustivo delle condizioni marine in relazione ai fenomeni che verranno studiati

attraverso l'impiego dei modelli numerici. Il livello di dettaglio delle misure disponibili risulta infatti soddisfacente anche in relazione alla relativa scarsità di informazioni di altro tipo, quali ad esempio le batimetrie di dettaglio, che rivestono maggiore rilevanza nello studio dei fenomeni di erosione costiera.

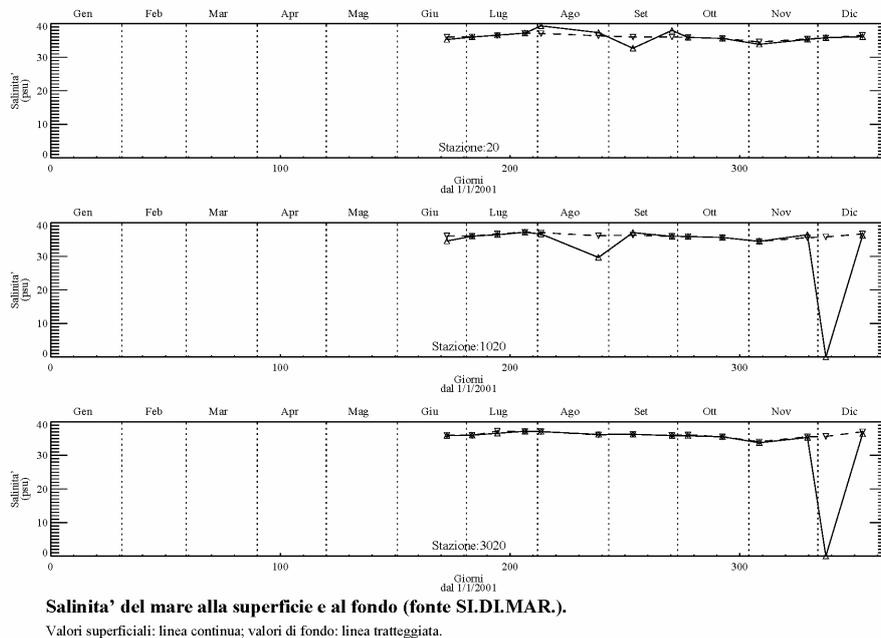


Figura 16: Profili di salinita' per le tre stazioni S.I.D.I.M.A.R., anno 2001.

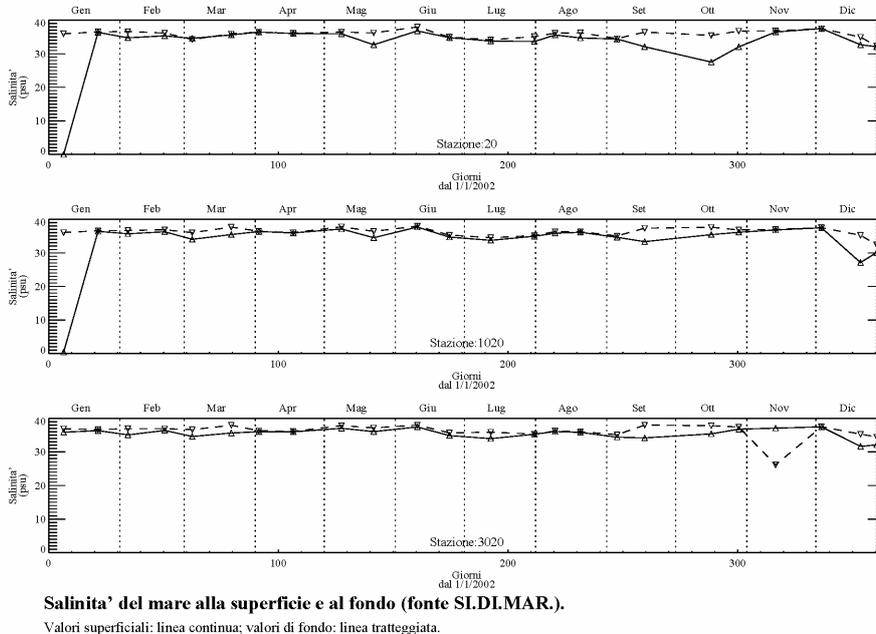


Figura 17: Profili di salinita' per le tre stazioni S.I.D.I.M.A.R., anno 2002.

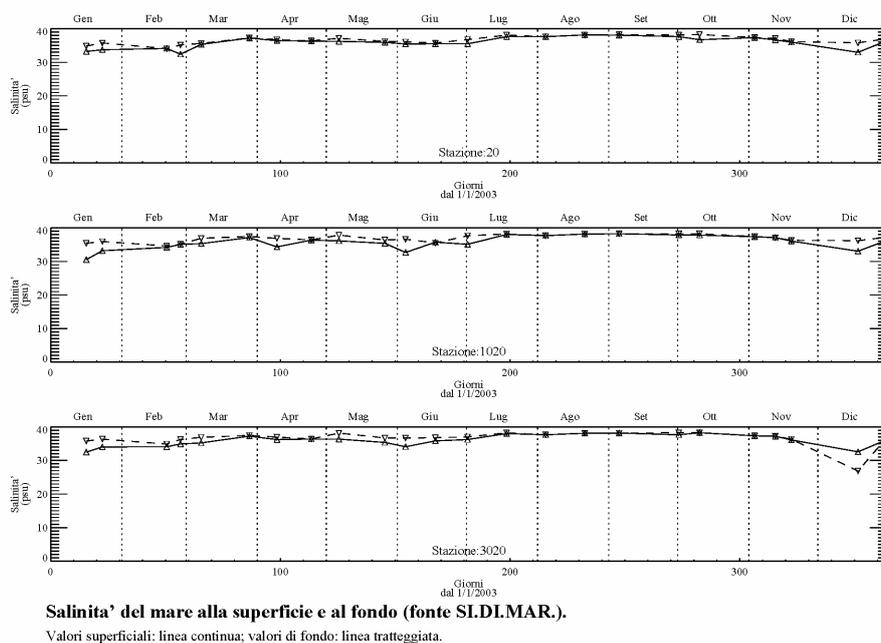


Figura 18: Profili di salinita' per le tre stazioni S.I.D.I.M.A.R., anno 2003.

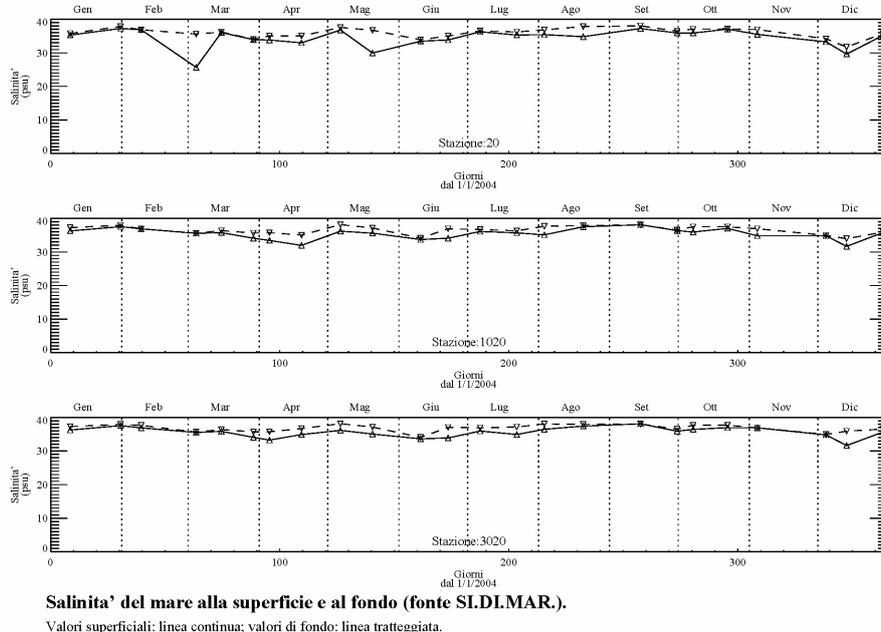


Figura 19: Profili di salinita' per le tre stazioni S.I.D.I.M.A.R., anno 2004.

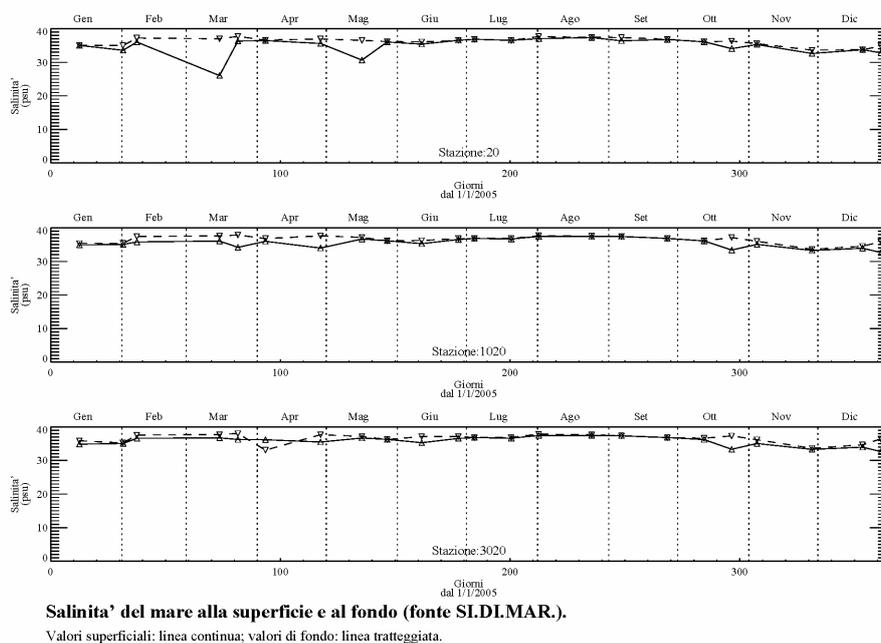


Figura 20: Profili di salinita' per le tre stazioni S.I.D.I.M.A.R., anno 2005.

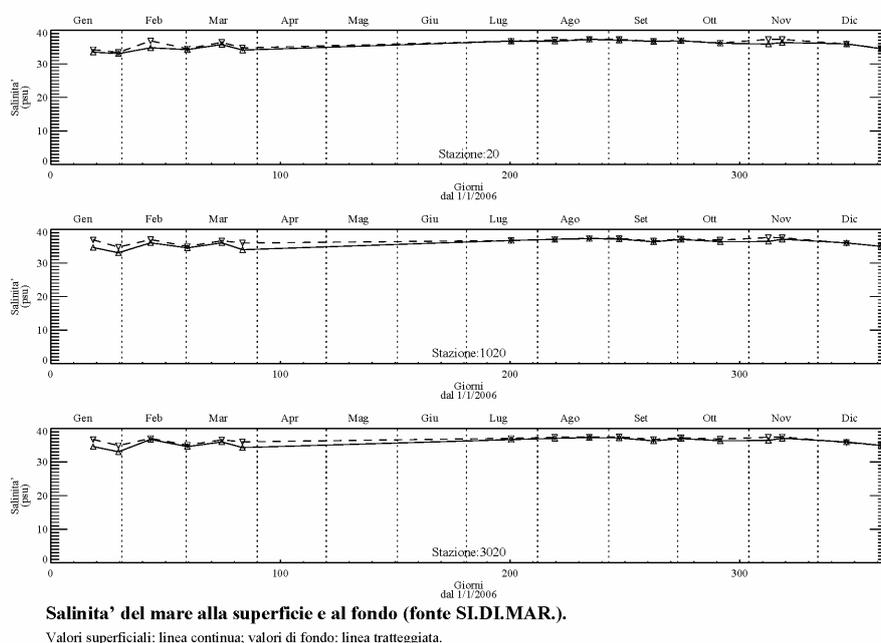


Figura 21: Profili di salinita' per le tre stazioni S.I.D.I.M.A.R., anno 2006.

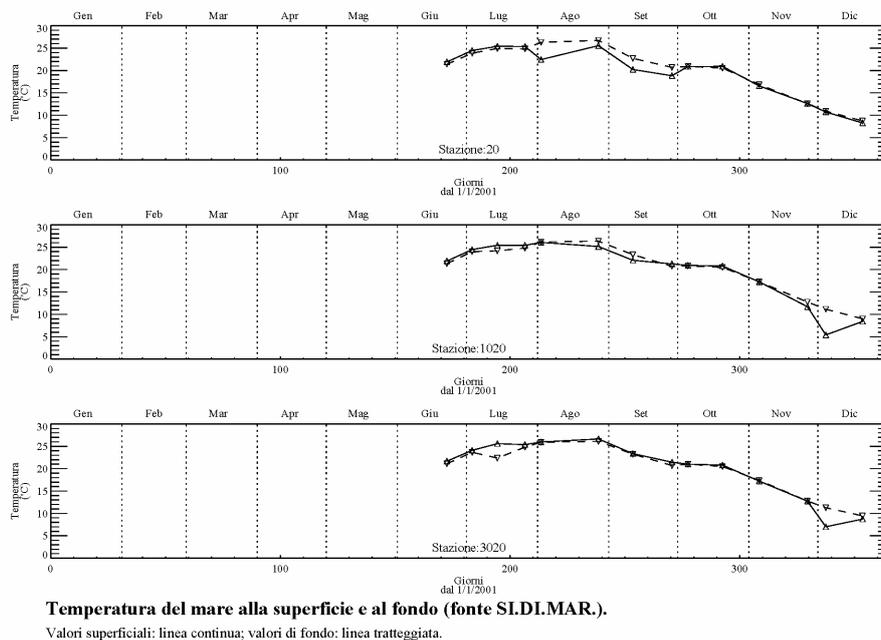


Figura 22: Profili di temperatura per le tre stazioni S.I.D.I.M.A.R., anno 2001.

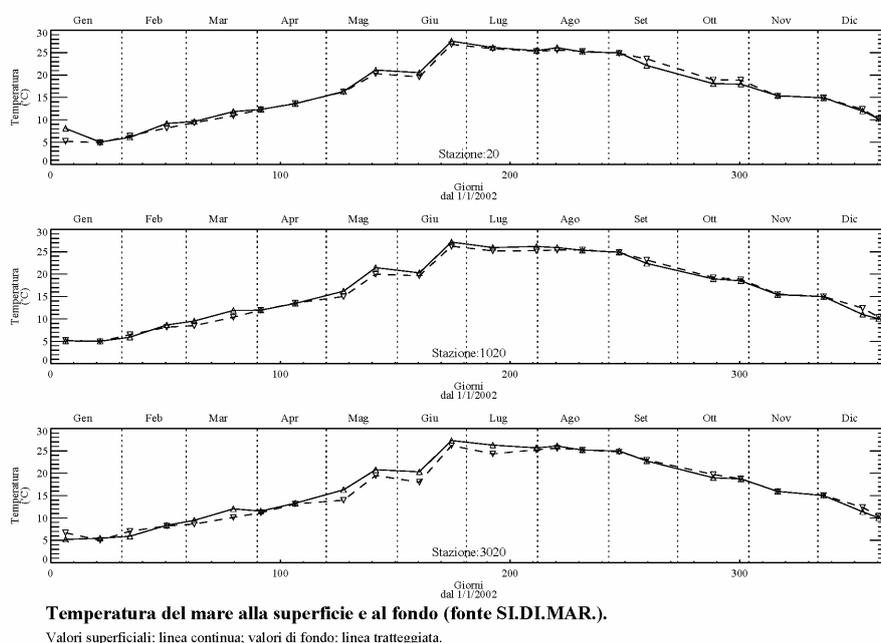


Figura 23: Profili di temperatura per le tre stazioni S.I.D.I.M.A.R., anno 2002.

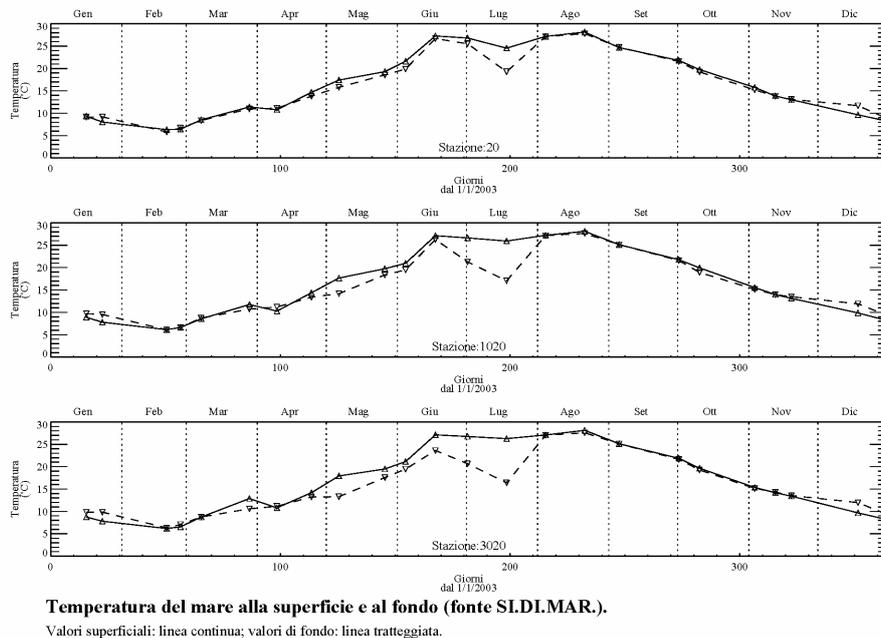


Figura 24: Profili di temperatura per le tre stazioni S.I.D.I.M.A.R., anno 2003.

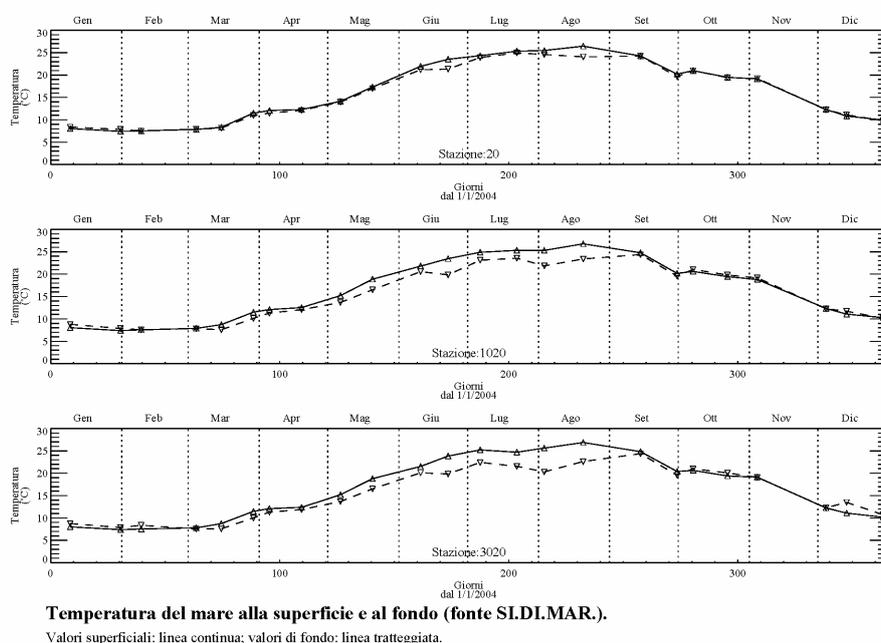


Figura 25: Profili di temperatura per le tre stazioni S.I.D.I.M.A.R., anno 2004.

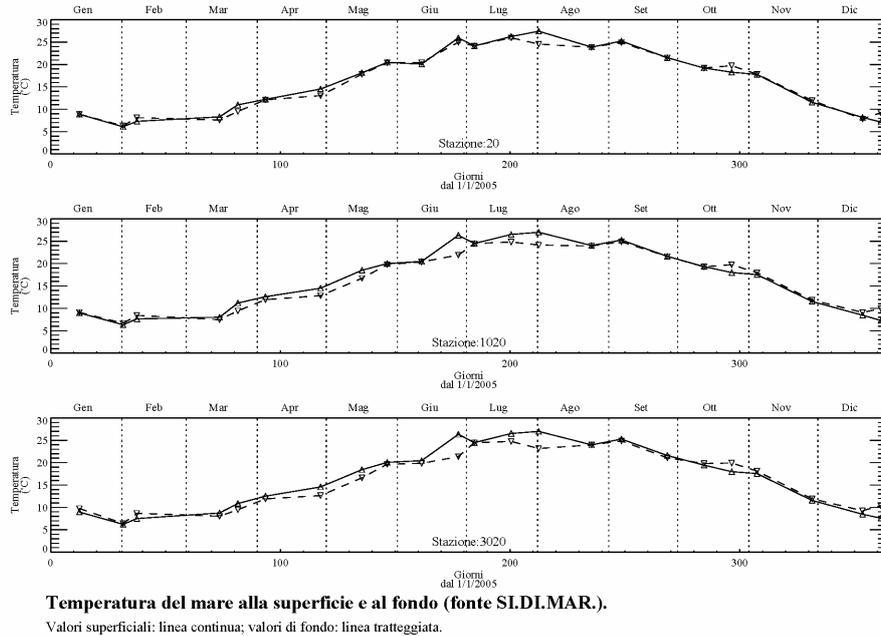


Figura 26: Profili di temperatura per le tre stazioni SIDI.MAR., anno 2005.

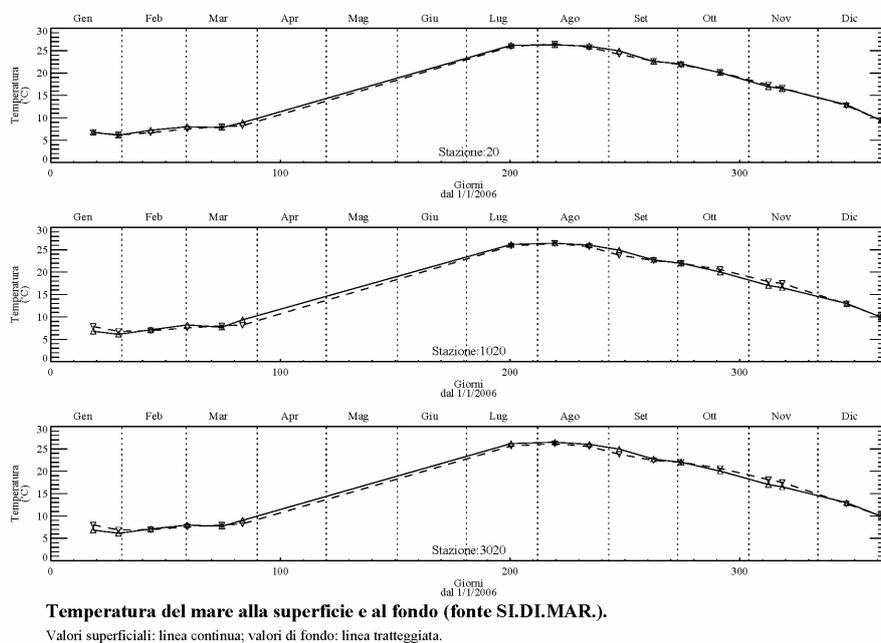
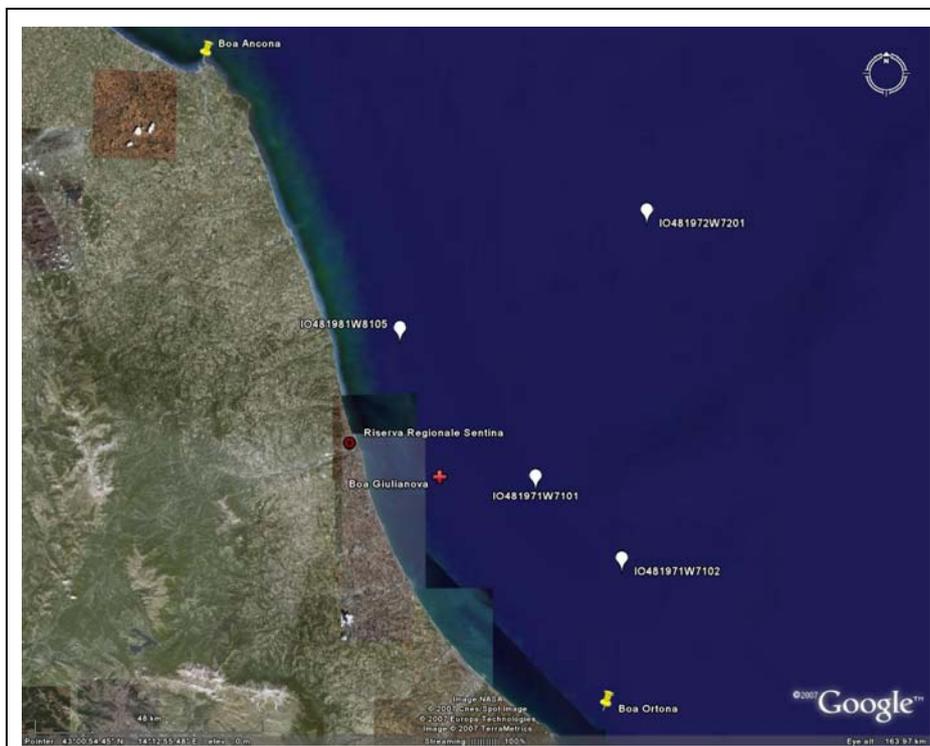


Figura 27: Profili di temperatura per le tre stazioni SIDI.MAR., anno 2006.

## Onde

La ricerca dei dati disponibili nella zona in esame ha messo in evidenza l'esistenza di tre principali fonti di informazione relative al clima ondoso: la Rete Ondametrica Nazionale (RON), il database del progetto Archimede e le misurazioni della boa ondametrica recentemente installata nei pressi di Giulianova dalla Regione Abruzzo. In Figura 28 sono riportate le posizioni di tutte le stazioni di misura prese in considerazione.



**Figura 28: Posizione degli ondametri considerati. In giallo le boe ondametriche della RON, in rosso la boa gestita dalla Regione Abruzzo e in bianco le misurazioni presenti nel database del progetto Archimede. Un pallino rosso a terra indica la posizione della Riserva Regionale Sentina.**

## RON

La RON è attiva dal luglio del 1989, ed era originariamente composta da otto boe direzionali di tipo pitch-roll dislocate al largo di La Spezia, Alghero, Ortona, Ponza, Monopoli, Crotona, Catania e Mazara del Vallo. Nel 1999 sono state aggiunte due ulteriori boe a traslazione presso Cetraro ed Ancona ed è stata sostituita la boa pitch-roll di Catania con una boa a traslazione. Dal 1989 al 2002 la rete ha fornito misurazioni del mare con frequenza trioraria in condizioni ordinarie, passando ad acquisizione semioraria in presenza di mareggiate particolarmente significative, individuate da valori dell'altezza d'onda significativa superiori a 3,0 m per le boe di Ancona, Pescara, Monopoli, Crotona e Catania, di 4,5 m per quelle di La Spezia, Ponza, Cetraro e Mazara del Vallo e di 5,0 m per quella di Alghero. Tutte le boe sono dotate di una stazione di terra dove vengono elaborati i dati inviati via radio dalla boa.

All'inizio del 2002 sono iniziate le attività di potenziamento della RON finalizzate alla realizzazione di un sistema di monitoraggio e diffusione dei dati in tempo reale. Ai parametri osservati nel periodo 1989-2002 sono state aggiunte le elaborazioni nel dominio del tempo (analisi zero-crossing). Il numero complessivo delle stazioni è stato portato a quattordici, aggiungendo quattro nuove boe posizionate presso Civitavecchia, Palermo, Chioggia e Siniscola. Gli ondametri

direzionali impiegati nella RON dal terzo trimestre 2002 sono tutti TRIAXYS, fabbricati dalla ditta canadese Axys Technologies Inc. e modificati per rispondere alle particolari esigenze della RON.

Nell'ambito del presente lavoro sono stati acquisiti i dati forniti dalle boe di Ancona e Ortona disponibili su internet all'indirizzo [www.idromare.com](http://www.idromare.com).

### **Altre Boe**

Parallelamente alla acquisizione dei dati presenti nel database della RON, sono state effettuate ricerche in altri database. In particolare sono stati presi in esame i dati disponibili nel database del progetto Archimede e quelli a disposizione presso la Regione Abruzzo che gestisce una boa direzionale di tipo Datawell waverider collocata nei pressi di Giulianova. I dati presenti nel database Archimede non sono stati presi in considerazione in quanto le serie temporali disponibili hanno estensioni troppo brevi (massimo due anni) per essere considerate statisticamente significative, inoltre i dati sono stati raccolti negli anni compresi tra il 1970 ed il 1983 antecedenti all'entrata in funzione della RON e le misurazioni non sono pertanto confrontabili tra loro. I dati della boa di Giulianova, sebbene relativi anch'essi ad un periodo di tempo molto breve compreso tra gennaio 2006 e marzo 2007, sono stati analizzati in quanto utili per convalidare i risultati ottenuti da modelli numerici eventualmente impiegati per il trasporto del clima ondoso registrato dalle boe RON a largo della zona in esame.

### **Descrizione degli strumenti**

La boa Datawell-Wavec segue il movimento della superficie del mare mediante il sensore Hippy 120 che ne misura l'elevazione e le inclinazioni riferite ad una piattaforma inerziale, contenuta all'interno del sensore stesso, che ne individua il piano di riferimento orizzontale. Per le boe Wavec l'elevazione delle onde è ottenuta dalla doppia integrazione dell'accelerazione verticale misurata da un accelerometro montato sulla piattaforma. Le inclinazioni sono ottenute dalla misura del seno degli angoli formati tra gli assi x e y del sistema di riferimento solidale con la boa ed il piano di riferimento orizzontale. Un sistema di bussole misura le componenti del campo magnetico lungo gli assi del sistema di riferimento solidale con la boa: Hx, Hy, Hz. Da tali componenti del campo magnetico e dalle suddette inclinazioni si ricavano: il valore assoluto e l'inclinazione del campo magnetico terrestre, l'orientamento della boa e le due pendenze locali della superficie dell'acqua nelle due direzioni Nord-Sud ed Est-Ovest. Tali parametri consentono di definire la direzione di propagazione delle onde. La boa Datawell-Waverider misura il moto ondoso mediante il sensore Hippy 40. Una bussola inerziale misura le componenti del campo magnetico Hx e Hy lungo gli assi x e y del sistema di riferimento solidale con la boa, e la direzione dell'asse z, perpendicolare a x e y. In tal modo la posizione della boa rispetto al sistema fisso di coordinate Nord, Ovest e verticale è completamente determinato. L'elevazione è ottenuta dalla doppia integrazione dell'accelerazione verticale misurata da un accelerometro montato su una piattaforma stabilizzata. Dalle accelerazioni misurate per mezzo di altri due accelerometri lungo le direzioni x e y solidali con il riferimento mobile della boa vengono calcolate le accelerazioni lungo gli assi fissi orizzontali Nord ed Ovest. Le tre accelerazioni sono poi sottoposte a doppia integrazione fino ad ottenere i corrispondenti spostamenti e opportunamente filtrate.

I valori misurati: di elevazione, inclinazioni, Hx, Hy, Hz per le boe tipo pitch-roll ed elevazione e spostamenti in direzione Nord e Ovest per le boe a traslazione, sono trasmessi, via radio, in continuo dalla boa e vengono ricevuti dalla stazione di terra. Il ricevitore fornisce i segnali ricevuti dalla boa in un formato codificato e un apposito computer li decodifica, esegue il controllo sulla qualità dei dati e li pre elabora. I dati vengono acquisiti normalmente per periodi di 30 minuti ogni tre ore e con intervalli inferiori nel caso di mareggiate particolarmente significative. Dalle tre serie temporali di elevazione, pendenza Nord-Sud e pendenza Est-Ovest per le boe Datawell-Wavec e di elevazione, spostamento Nord e spostamento Ovest per le boe Datawell-Waverider, vengono ottenuti:

- I parametri sintetici:

Hs (metri) altezza d'onda significativa spettrale;

Tp (secondi) periodo di picco;

Tm (secondi) periodo medio;

Dm (gradi N) direzione media di propagazione;

- I parametri spettrali per banda di frequenza :

densità di energia

direzione media di propagazione

dispersione direzionale (spread)

asimmetria (skewness)

curtosi.

## **Analisi dei dati**

I dati misurati dalle boe ondometriche secondo diverse cadenze temporali sono stati uniformati tutti al campionamento triorario negli orari 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 (GMT). Sebbene questa scelta determini una perdita di risoluzione, soprattutto per gli anni più recenti in cui sono disponibili dati a cadenza semioraria, essa è giustificata dalla necessità di ottenere un serie statisticamente omogenea con una durata temporale quanto più estesa possibile.

Per ogni data-set sono state eseguite analisi statistiche sul clima ondoso registrato. I risultati delle analisi statistiche effettuate sono riassunti in grafici radar rappresentativi della distribuzione direzionale del moto ondoso, e in tabelle a doppia entrata nelle quali viene riportata la frequenza relativa di stati di mare caratterizzati da altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda appartenenti ad intervalli prestabiliti. È stato inoltre compilato un elenco di tutte le mareggiate registrate dagli ondometri.

La rappresentazione radar riporta in maniera grafica la distribuzione direzionale del moto ondoso. Per ogni stazione considerata sono stati elaborati grafici radar con settori direzionali di ampiezza pari a 10° considerando sia la totalità dei dati disponibili sia sottoinsiemi stagionali al fine di evidenziare un'eventuale variabilità annuale del clima ondoso. Lungo ogni direzione è riportato un istogramma cumulato che rappresenta la frequenza delle onde provenienti da un dato settore direzionale rispetto al totale delle osservazioni (complessive o stagionali). L'istogramma è a sua volta suddiviso in fasce che rappresentano, partendo dal centro, il contributo alla frequenza complessiva dovuto alle onde caratterizzate da altezze significative crescenti raggruppate per intervalli di 0,5 m di ampiezza. Da questa analisi sono escluse le onde con altezza significativa inferiore ai 0,25 m che vengono classificate come calme.

Le stesse informazioni sono state tabulate nelle tabelle a doppia entrata. nelle quali viene riportato il numero di eventi registrati dalla boa per fasce di altezza significativa e di direzione di provenienza. Nelle tabelle sono inoltre riportati anche il numero totale dei dati aspettati, il numero di dati mancanti e il numero di dati presenti ma esclusi dall'analisi perché classificati come calme. Oltre alle tabelle che riportano il numero di eventi, sono state anche realizzate delle tabelle che riportano il contributo parziale di ogni componente stagionale rispetto al contributo totale. In queste tabelle sono evidenziate: in rosso le componenti del clima ondoso da attribuirsi alla stagione in esame (frequenza relativa maggiore di 0,66); in nero quelle in cui questa componente è presente ma non da attribuirsi interamente al contributo della stagione in esame (frequenza relativa tra 0,33 e 0,66); in blu le componenti che si manifestano scarsamente nella stagione oggetto dell'analisi (frequenza relativa inferiore a 0,33). In tutte le tabelle in cima ad ogni colonna e a margine di ogni riga sono riportati i sub totali relativi rispettivamente alle colonne e alle righe.

Le mareggiate sono state identificate secondo il criterio indicato in [1]. Secondo tale criterio le mareggiate vengono individuate come il periodo di tempo nel quale l'altezza d'onda significativa supera il valore di 2,0 m e non ridiscende al disotto di questo per un periodo superiore ad un intervallo di tempo individuato dallo studio della funzione di autocorrelazione dei dati. Questo intervallo temporale varia da boa a boa; per la boa di Giulianova, non avendo a disposizione un numero sufficiente di misurazioni è stato fissato pari al valore medio tra l'intervallo utilizzato per le

boe adiacenti di Ancona e di Ortona. Di ogni mareggiata viene indicata la data di inizio, la durata (approssimata all'ora), il massimo valore di altezza significativa, il periodo di picco, il periodo medio e la direzione di provenienza relativi a tale valore massimo, la direzione media di provenienza e la deviazione standard intorno a questa direzione e, infine, la percentuale dei dati mancanti nella serie temporale che definisce la mareggiata. Va evidenziato che l'elenco delle mareggiate è stato realizzato utilizzando l'intera serie di dati e non solo i dati triorari, pertanto i valori massimi registrati potrebbero non coincidere con quelli evidenziati da grafici radar e tabelle a doppia entrata.

### **Dati della boa RON di Ancona**

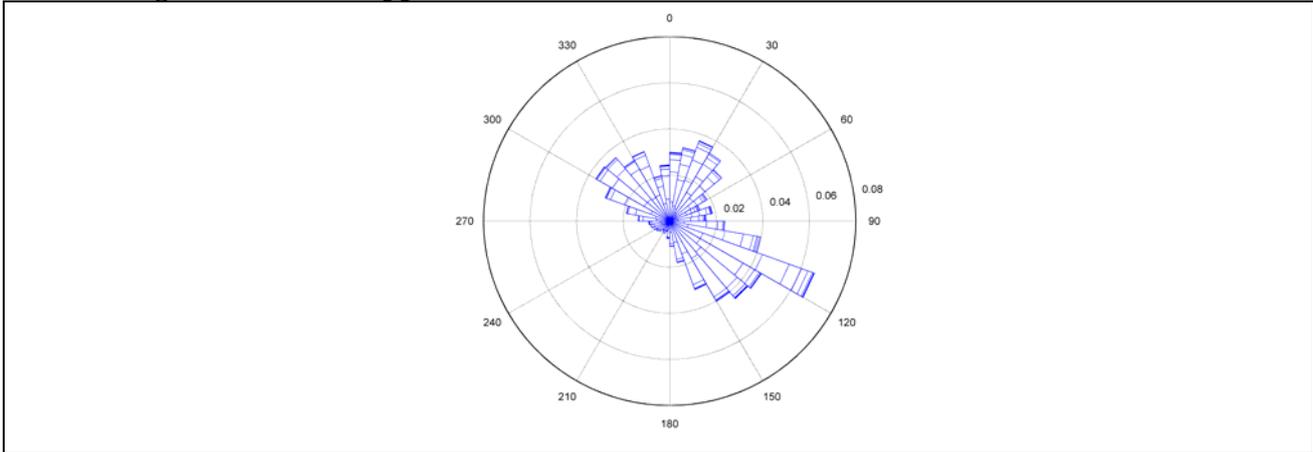
Dal database RON sono stati estratti e validati i dati per la boa RON di Ancona dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006.

Le immagini da Figura 29 a Figura 33 mostrano la climatologia ondosa complessiva registrata dalla boa. La Figura 29 evidenzia come le direzioni principali di provenienza del moto ondoso siano concentrate attorno ai 20°N (Nord-Est), 120°N (Sud-Est) e 310°N (Nord-Ovest). Dalle figure successive si evince che in inverno sono presenti tutte le tre direzioni prevalenti, sebbene la direzione da Nord-Ovest mostri una frequenza stagionale maggiore di quella che invece mostra sul totale degli eventi. In primavera la direzione prevalente è una sola, quella da Sud-Est. La direzione da Sud-Est è quella prevalente anche in estate, sebbene questo settore sia spostato leggermente verso Sud intorno ai 140°N. Anche la direzione da Nord-Ovest risulta leggermente ruotata rispetto a quanto mostrato dalla distribuzione totale, ma verso Nord, e si va a fondere con il settore direzionale da Nord-Est creando un unico settore avente il suo centro intorno ai 10°N. La distribuzione dell'autunno è la più simile a quella totale per tutte e tre le direzioni principali di provenienza.

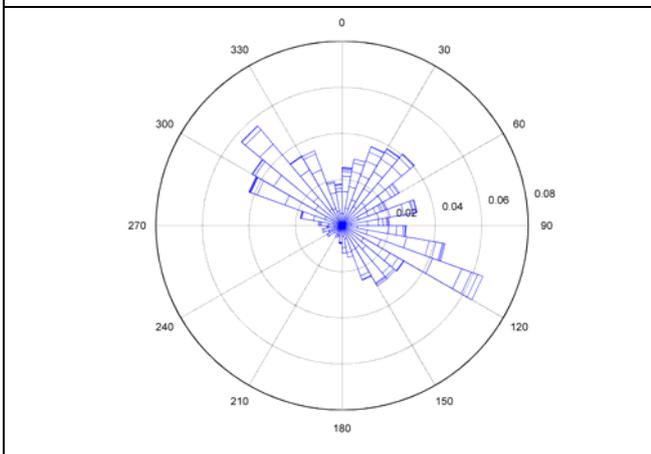
Dall'analisi delle tabelle a doppia entrata si riescono a estrapolare ulteriori dettagli. L'autunno risulta la stagione durante la quale si sono manifestati gli eventi più intensi (4-4,5m), provenienti dal settore direzionale da Nord-Est tra i 100°N e i 130°N ed è anche la stagione con la minor quantità di calme. Durante l'inverno ci sono stati comunque eventi di altezza significativa molto alta (4 m) ma con direzione di provenienza differente rispetto all'autunno, tra i 50°N e gli 80°N. E' anche da notare che queste ultime direzioni non coincidono con quelle più frequenti in questa stagione.

Le mareggiate più intense sono state registrate nel gennaio del 2001 con un massimo di 4,6 m di altezza d'onda significativa, nel novembre del 2002 con 5,2 m e nel settembre del 2004 con 5,5 m

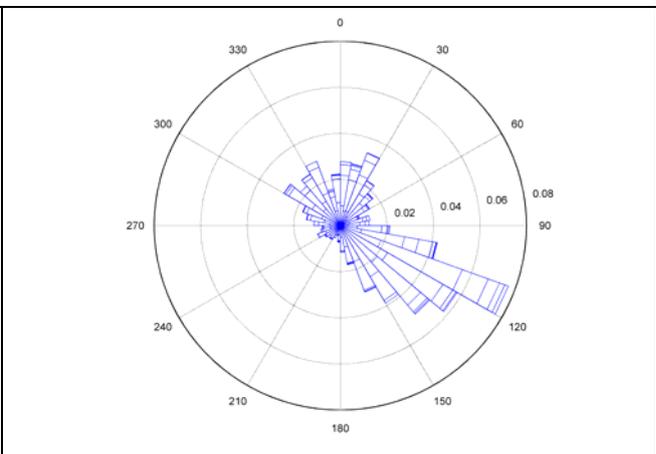
### Climatologia e tabelle a doppia entrata (Hm0-Dm)



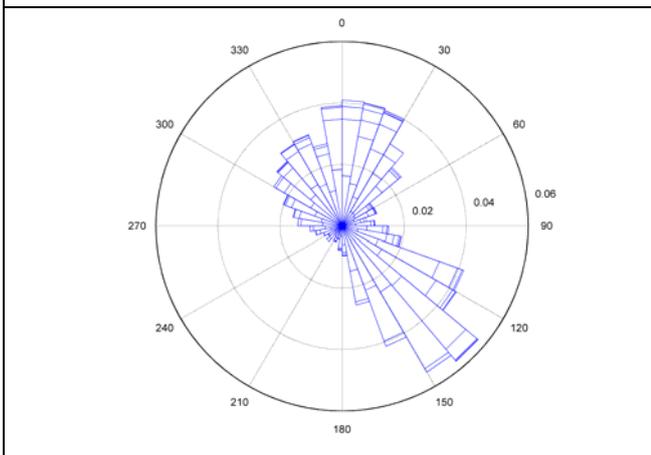
**Figura 29:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Ancona dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m.



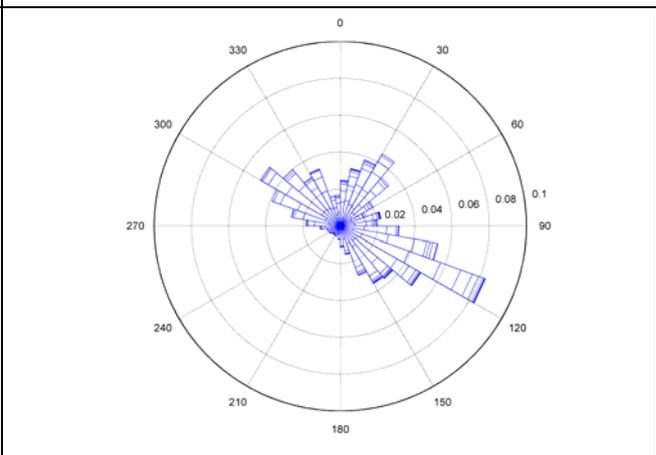
**Figura 30:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Ancona dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m. Mesi invernali: Gennaio, Febbraio e Marzo.



**Figura 31:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Ancona dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m. Mesi primaverili: Aprile, Maggio e Giugno.



**Figura 32:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Ancona dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m. Mesi estivi: Luglio, Agosto e Settembre.



**Figura 33:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Ancona dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m. Mesi autunnali: Ottobre, Novembre e Dicembre.

**Tabella 6: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Ancona – Dati triorari dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006.**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																							
21117	14685	6432	2194																							
m	582	779	769	592	364	398	380	953	1240	976	791	401	189	117	113	128	149	199	235	456	740	771	642	527	12491	
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4,5	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
4	-	-	-	-	1	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
3,5	-	4	3	1	3	3	3	7	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29
3	3	10	15	13	14	8	3	15	16	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	1	105	
2,5	1	27	37	45	12	18	6	27	24	6	2	2	2	1	-	-	1	-	-	2	4	1	4	3	225	
2	16	60	82	70	33	36	20	53	53	6	5	3	1	1	1	1	1	2	5	6	14	11	4	13	497	
1,5	50	129	162	120	53	70	48	136	106	46	15	6	3	4	7	4	4	12	10	36	76	44	39	36	1216	
1	138	229	214	145	100	106	98	272	326	169	104	58	38	16	23	33	34	49	47	117	190	186	142	118	2952	
0,5	374	320	256	198	148	155	202	441	712	742	665	332	145	95	82	90	109	136	172	294	454	529	453	356	7460	
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N	

**Tabella 7: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Ancona – Dati triorari dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006 (mesi invernali – Gennaio, Febbraio, Marzo).**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																							
5233	3457	1776	401																							
m	108	170	201	178	137	150	115	256	229	159	146	79	47	29	19	22	39	43	41	108	239	254	176	111	3056	
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
3,5	-	-	2	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
3	1	6	6	4	8	5	1	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	38
2,5	1	11	21	20	7	6	2	10	6	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	88
2	3	29	33	27	13	20	11	18	9	4	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	3	-	3	179	
1,5	11	42	49	39	26	27	9	23	22	9	3	2	-	-	2	-	1	3	2	14	26	14	11	5	340	
1	30	49	53	51	44	43	32	79	59	23	21	19	12	7	7	4	10	10	6	35	74	75	54	38	835	
0,5	62	33	37	37	35	47	59	124	130	123	121	58	34	22	10	18	27	30	32	55	135	162	111	65	1567	
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N	

**Tabella 8: Rapporto tra la distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione nei mesi invernali (Gennaio, Febbraio, Marzo) rispetto alla distribuzione totale– Ancona – Dati triorari dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006.**

Totale	Inverno																									
14685	3457																									
m	0,19	0,22	0,26	0,30	0,38	0,38	0,30	0,27	0,18	0,16	0,18	0,20	0,25	0,25	0,17	0,17	0,26	0,22	0,17	0,24	0,32	0,33	0,27	0,21	0,24	
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,5	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
4	-	-	-	-	1,00	0,50	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50
3,5	-	0,00	0,67	0,00	1,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24
3	0,33	0,60	0,40	0,31	0,57	0,63	0,33	0,13	0,19	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	1,00	0,50	-	-	0,00	0,36	
2,5	1,00	0,41	0,57	0,44	0,58	0,33	0,33	0,37	0,25	0,00	0,00	0,50	0,00	-	-	1,00	-	-	0,50	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	
2	0,19	0,48	0,40	0,39	0,39	0,56	0,55	0,34	0,17	0,67	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,33	0,14	0,27	0,00	0,23	0,36	
1,5	0,22	0,33	0,30	0,33	0,49	0,39	0,19	0,17	0,21	0,20	0,20	0,33	0,00	0,00	0,29	0,00	0,25	0,25	0,20	0,39	0,34	0,32	0,28	0,14	0,28	
1	0,22	0,21	0,25	0,35	0,44	0,41	0,33	0,29	0,18	0,14	0,20	0,33	0,32	0,44	0,30	0,12	0,29	0,20	0,13	0,30	0,39	0,40	0,38	0,32	0,28	
0,5	0,17	0,10	0,14	0,19	0,24	0,30	0,29	0,28	0,18	0,17	0,18	0,17	0,23	0,23	0,12	0,20	0,25	0,22	0,19	0,19	0,30	0,31	0,25	0,18	0,21	
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N	

**Tabella 9: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Ancona – Dati triorari dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006 (mesi primaverili – Aprile, Maggio, Giugno).**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																								
5581	3717	1864	825																								
m	138	168	159	89	70	69	81	258	387	277	190	97	50	26	37	39	45	59	45	90	116	147	142	113	2892		
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
3	-	-	1	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	5		
2,5	-	2	1	2	-	-	1	6	4	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	23		
2	3	2	2	1	2	3	1	9	11	1	-	1	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	1	41		
1,5	6	18	23	14	4	6	6	39	22	11	3	1	2	1	1	1	1	2	2	4	5	6	3	4	185		
1	26	55	43	19	17	14	18	55	85	35	11	9	7	2	7	12	8	11	9	19	22	21	14	19	538		
0,5	103	91	89	53	47	46	55	148	263	228	176	85	40	22	28	26	36	45	33	67	87	120	125	87	2100		
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N		

**Tabella 10: Rapporto tra la distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione nei mesi primaverili (Aprile, Maggio, Giugno) rispetto alla distribuzione totale– Ancona – Dati triorari dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006.**

Totale	Primavera																								
14685	3717																								
m	0,24	0,22	0,21	0,15	0,19	0,17	0,21	0,27	0,31	0,28	0,24	0,24	0,26	0,22	0,33	0,30	0,30	0,30	0,19	0,20	0,16	0,19	0,22	0,21	0,23
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,5	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
4	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
3,5	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
3	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,13	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,50	-	-	0,00	0,05
2,5	0,00	0,07	0,03	0,04	0,00	0,00	0,17	0,22	0,17	0,33	0,00	0,50	0,50	0,00	-	-	0,00	-	-	0,00	0,25	0,00	0,00	0,67	0,10
2	0,19	0,03	0,02	0,01	0,06	0,08	0,05	0,17	0,21	0,17	0,00	0,33	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08
1,5	0,12	0,14	0,14	0,12	0,08	0,09	0,13	0,29	0,21	0,24	0,20	0,17	0,67	0,25	0,14	0,25	0,25	0,17	0,20	0,11	0,07	0,14	0,08	0,11	0,15
1	0,19	0,24	0,20	0,13	0,17	0,13	0,18	0,20	0,26	0,21	0,11	0,16	0,18	0,13	0,30	0,36	0,24	0,22	0,19	0,16	0,12	0,11	0,10	0,16	0,18
0,5	0,28	0,28	0,35	0,27	0,32	0,30	0,27	0,34	0,37	0,31	0,26	0,26	0,28	0,23	0,34	0,29	0,33	0,33	0,19	0,23	0,19	0,23	0,28	0,24	0,28
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N

**Tabella 11: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Ancona – Dati triorari dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006 (mesi estivi – Luglio, Agosto, Settembre).**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																							
5153	3865	1288	705																							
m	238	253	193	126	75	54	69	126	251	332	276	138	44	30	26	36	31	52	71	95	139	159	167	179	3160	
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3,5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
3	-	1	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
2,5	-	2	1	1	1	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	9
2	3	12	9	3	2	-	1	2	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	1	43	
1,5	8	27	32	14	5	5	4	10	17	11	1	-	1	2	2	1	-	4	-	1	9	5	5	7	171	
1	50	62	63	43	21	14	9	27	63	51	40	19	9	3	3	8	6	16	9	20	24	28	36	26	650	
0,5	177	148	88	65	45	35	55	85	165	269	235	119	33	25	21	27	25	32	62	74	103	124	125	145	2282	
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N	

**Tabella 12: Rapporto tra la distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione nei mesi estivi (Luglio, Agosto, Settembre) rispetto alla distribuzione totale– Ancona – Dati triorari dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006.**

Totale	Estate																									
14685	3865																									
m	0,41	0,32	0,25	0,21	0,21	0,14	0,18	0,13	0,20	0,34	0,35	0,34	0,23	0,26	0,23	0,28	0,21	0,26	0,30	0,21	0,19	0,21	0,26	0,34	0,25	
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,5	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
4	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
3,5	-	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03
3	0,00	0,10	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,04	
2,5	0,00	0,07	0,03	0,02	0,08	0,00	0,00	0,07	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,04	
2	0,19	0,20	0,11	0,04	0,06	0,00	0,05	0,04	0,08	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,18	0,00	0,08	0,09	
1,5	0,16	0,21	0,20	0,12	0,09	0,07	0,08	0,07	0,16	0,24	0,07	0,00	0,33	0,50	0,29	0,25	0,00	0,33	0,00	0,03	0,12	0,11	0,13	0,19	0,14	
1	0,36	0,27	0,29	0,30	0,21	0,13	0,09	0,10	0,19	0,30	0,38	0,33	0,24	0,19	0,13	0,24	0,18	0,33	0,19	0,17	0,13	0,15	0,25	0,22	0,22	
0,5	0,47	0,46	0,34	0,33	0,30	0,23	0,27	0,19	0,23	0,36	0,35	0,36	0,23	0,26	0,26	0,30	0,23	0,24	0,36	0,25	0,23	0,23	0,28	0,41	0,31	
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N	

**Tabella 13: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Ancona – Dati triorari dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006 (mesi autunnali – Ottobre, Novembre, Dicembre).**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																						
5153	3647	1506	263	199	82	125	115	313	373	209	179	87	48	32	31	31	34	45	78	163	246	211	157	124	3384
m	98	188	216																						
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4,5	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
4	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
3,5	-	3	1	1	-	2	2	7	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
3	2	3	8	9	5	3	2	12	9	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	58
2,5	-	12	14	22	4	12	3	9	14	3	2	1	-	1	-	-	-	-	-	1	2	1	3	1	105
2	7	17	38	39	16	13	7	24	29	1	4	2	-	-	-	1	1	1	3	4	9	6	4	8	234
1,5	25	42	58	53	18	32	29	64	45	15	8	3	-	1	2	2	2	3	6	17	36	19	20	20	520
1	32	63	55	32	18	35	39	111	119	61	32	11	10	4	6	9	10	12	23	43	70	62	38	35	930
0,5	32	48	42	43	21	27	33	84	154	122	133	70	38	26	23	19	21	29	45	98	129	123	92	59	1511
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N

**Tabella 14: Rapporto tra la distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione nei mesi autunnali (Ottobre, Novembre, Dicembre) rispetto alla distribuzione totale– Ancona – Dati triorari dal 10 Marzo 1999 al 31 Maggio 2006.**

Totale	Autunno																								
14685	3647																								
m	0,17	0,24	0,28	0,34	0,23	0,31	0,30	0,33	0,30	0,21	0,23	0,22	0,25	0,27	0,27	0,24	0,23	0,23	0,33	0,36	0,33	0,27	0,24	0,24	0,27
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,5	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
4	-	-	-	-	0,00	0,50	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50
3,5	-	0,75	0,33	1,00	0,00	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,72
3	0,67	0,30	0,53	0,69	0,36	0,38	0,67	0,80	0,56	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,00	0,00	-	-	1,00	0,55
2,5	0,00	0,44	0,38	0,49	0,33	0,67	0,50	0,33	0,58	0,50	1,00	0,50	0,00	1,00	-	-	0,00	-	-	0,50	0,50	1,00	0,75	0,33	0,47
2	0,44	0,28	0,46	0,56	0,48	0,36	0,35	0,45	0,55	0,17	0,80	0,67	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50	0,60	0,67	0,64	0,55	1,00	0,62	0,47
1,5	0,50	0,33	0,36	0,44	0,34	0,46	0,60	0,47	0,42	0,33	0,53	0,50	0,00	0,25	0,29	0,50	0,50	0,25	0,60	0,47	0,47	0,43	0,51	0,56	0,43
1	0,23	0,28	0,26	0,22	0,18	0,33	0,40	0,41	0,37	0,36	0,31	0,19	0,26	0,25	0,26	0,27	0,29	0,24	0,49	0,37	0,37	0,33	0,27	0,30	0,32
0,5	0,09	0,15	0,16	0,22	0,14	0,17	0,16	0,19	0,22	0,16	0,20	0,21	0,26	0,27	0,28	0,21	0,19	0,21	0,26	0,33	0,28	0,23	0,20	0,17	0,20
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N

## Elenco delle mareggiate per la boa RON di Ancona:

Numero di valori sotto soglia minimo per la separazione di due mareggiate = 72 (36 ore)

Valore della soglia per l'individuazione di una mareggiata = 2,0

17-03-1999 15:00; 2 d 18 h; 3,1 6,9 6,6 38; 27 16,87; 0,0%  
27-03-1999 03:00; 0 d 9 h; 2,2 7,7 6,9 107; 109 3,16; 0,0%  
15-04-1999 21:00; 1 d 0 h; 3,0 9,1 7,7 108; 109 3,45; 0,0%  
22-06-1999 03:00; 0 d 3 h; 2,9 7,1 6,1 293; 318 50,00; 0,0%  
02-09-1999 03:00; 0 d 0 h; 2,1 6,5 5,8 45; 45 0,00; 0,0%  
20-09-1999 15:00; 0 d 3 h; 3,0 8,0 6,9 133; 126 11,40; 0,0%  
06-10-1999 15:00; 0 d 0 h; 2,0 6,9 5,8 36; 36 0,00; 0,0%  
21-10-1999 09:00; 0 d 12 h; 3,5 8,0 7,4 126; 130 24,70; 18,2%  
06-11-1999 21:00; 2 d 18 h; 4,4 8,0 7,5 74; 71 31,86; 1,8%  
15-11-1999 21:00; 0 d 12 h; 2,3 6,5 5,6 39; 53 22,10; 0,0%  
18-11-1999 06:00; 5 d 0 h; 3,5 9,1 7,2 9; 359 64,13; 0,0%  
05-12-1999 18:00; 0 d 15 h; 3,0 7,1 6,7 70; 44 32,69; 0,0%  
19-01-2000 09:00; 0 d 0 h; 2,7 6,7 6,3 16; 16 0,00; 0,0%  
23-01-2000 09:00; 1 d 6 h; 2,8 7,7 6,5 8; 19 15,03; 0,0%  
02-03-2000 09:00; 0 d 6 h; 3,0 7,1 6,5 6; 12 8,51; 0,0%  
05-03-2000 06:00; 0 d 0 h; 2,3 7,1 6,1 63; 63 0,00; 0,0%  
15-03-2000 21:00; 0 d 0 h; 2,0 6,5 5,5 87; 87 0,00; 0,0%  
29-03-2000 00:00; 0 d 15 h; 2,7 8,3 7,0 107; 110 6,48; 0,0%  
09-07-2000 03:00; 0 d 3 h; 2,7 7,4 6,4 336; 323 27,00; 0,0%  
20-09-2000 18:00; 0 d 6 h; 2,7 8,0 7,0 104; 105 2,24; 0,0%  
30-09-2000 15:00; 1 d 3 h; 2,8 8,3 7,4 113; 97 32,92; 0,0%  
13-10-2000 06:00; 0 d 15 h; 2,7 8,0 7,6 126; 144 36,42; 0,0%  
04-11-2000 03:00; 0 d 0 h; 2,0 7,7 7,0 148; 148 0,00; 0,0%  
06-11-2000 15:00; 0 d 18 h; 3,8 8,7 12,0 118; 123 22,47; 4,0%  
13-11-2000 21:00; 0 d 0 h; 2,1 7,4 6,4 103; 103 0,00; 0,0%  
17-11-2000 18:00; 0 d 0 h; 2,1 7,4 6,8 69; 69 0,00; 0,0%  
19-11-2000 15:00; 0 d 3 h; 2,1 5,9 5,5 306; 288 37,00; 0,0%  
26-11-2000 21:00; 0 d 9 h; 2,3 6,1 5,9 297; 303 12,36; 0,0%  
25-12-2000 06:00; 0 d 3 h; 2,2 8,0 7,2 117; 118 1,00; 0,0%  
27-12-2000 18:00; 0 d 0 h; 2,0 7,7 6,1 154; 154 0,00; 0,0%  
30-12-2000 03:00; 1 d 15 h; 2,7 7,1 6,3 289; 27 119,36; 0,0%  
06-01-2001 18:00; 1 d 9 h; 2,8 8,3 7,4 115; 113 5,06; 0,0%  
13-01-2001 06:00; 1 d 18 h; 2,8 7,7 6,5 41; 42 6,56; 0,0%  
29-01-2001 21:00; 3 d 12 h; 4,6 8,0 7,7 75; 56 28,35; 2,0%  
13-03-2001 15:00; 0 d 0 h; 2,0 8,0 7,0 76; 76 0,00; 0,0%  
17-03-2001 15:00; 0 d 0 h; 2,2 8,0 7,1 109; 109 0,00; 0,0%  
30-03-2001 06:00; 1 d 6 h; 2,2 7,1 5,9 34; 82 67,14; 57,1%  
05-04-2001 15:00; 0 d 0 h; 2,0 6,3 5,6 266; 266 0,00; 0,0%  
20-07-2001 18:00; 0 d 6 h; 2,2 6,9 5,7 301; 307 9,49; 0,0%  
11-08-2001 12:00; 0 d 15 h; 2,8 7,1 6,6 20; 19 6,68; 0,0%  
05-09-2001 09:00; 0 d 0 h; 2,0 6,5 5,5 294; 294 0,00; 0,0%  
10-11-2001 00:00; 0 d 18 h; 2,3 7,4 6,1 31; 32 6,45; 0,0%  
13-11-2001 09:00; 1 d 12 h; 3,8 8,0 7,2 48; 36 15,19; 0,0%  
23-11-2001 15:00; 0 d 9 h; 2,7 6,7 6,0 28; 19 13,37; 0,0%  
07-12-2001 06:00; 2 d 15 h; 3,8 8,3 7,2 45; 40 10,54; 38,7%  
13-12-2001 18:00; 0 d 18 h; 3,6 7,7 7,1 68; 64 8,58; 5,6%

16-12-2001 03:00; 2 d 9 h; 3,7 8,7 7,3 23; 31 12,11; 0,0%  
27-12-2001 09:00; 0 d 9 h; 3,5 8,0 7,0 17; 22 8,22; 0,0%  
31-12-2001 12:00; 0 d 12 h; 2,5 6,7 5,9 20; 22 7,39; 20,0%  
03-01-2002 15:00; 0 d 3 h; 2,5 7,4 6,1 33; 38 10,00; 0,0%  
15-02-2002 21:00; 0 d 0 h; 2,0 5,9 5,4 81; 81 0,00; 0,0%  
22-02-2002 03:00; 0 d 3 h; 2,4 6,7 6,2 51; 55 7,00; 0,0%  
06-03-2002 09:00; 0 d 6 h; 2,4 7,7 7,0 112; 108 6,96; 0,0%  
23-03-2002 09:00; 2 d 0 h; 3,1 7,4 6,7 31; 35 21,07; 26,7%  
09-04-2002 18:00; 0 d 0 h; 2,3 6,9 6,0 31; 31 0,00; 0,0%  
12-04-2002 06:00; 0 d 15 h; 2,3 8,3 7,6 134; 112 27,36; 0,0%  
08-05-2002 18:00; 0 d 3 h; 2,0 7,1 5,9 114; 117 6,00; 0,0%  
05-06-2002 21:00; 0 d 21 h; 2,9 8,3 7,5 26; 60 129,12; 81,4%  
18-10-2002 06:30; 0 d 3 h; 2,2 5,9 4,5 268; 262 11,39; 16,7%  
22-10-2002 04:00; 0 d 2 h; 2,0 7,7 4,9 105; 104 0,89; 0,0%  
04-11-2002 09:30; 0 d 1 h; 2,1 7,1 4,7 15; 13 3,56; 0,0%  
06-11-2002 01:30; 0 d 0 h; 2,1 6,5 5,1 37; 37 0,00; 0,0%  
15-11-2002 05:30; 3 d 18 h; 5,2 9,5 8,6 116; 115 6,20; 3,6%  
24-11-2002 13:30; 2 d 19 h; 3,4 8,7 6,6 108; 112 7,01; 0,0%  
04-12-2002 03:30; 4 d 23 h; 3,3 7,1 5,9 87; 56 36,06; 11,2%  
18-12-2002 17:30; 0 d 10 h; 2,3 7,4 5,1 17; 33 18,74; 0,0%  
01-01-2003 02:30; 0 d 4 h; 2,2 6,7 5,1 23; 30 11,17; 0,0%  
03-03-2003 15:00; 0 d 3 h; 2,1 6,7 5,8 75; 59 22,05; 0,0%  
14-03-2003 13:00; 2 d 22 h; 3,1 7,7 5,6 34; 42 18,15; 12,7%  
02-04-2003 20:00; 1 d 22 h; 2,6 7,1 6,4 47; 36 58,03; 0,0%  
06-04-2003 16:30; 0 d 0 h; 2,0 6,3 4,8 76; 76 0,00; 0,0%  
21-05-2003 12:00; 0 d 0 h; 2,0 6,5 4,9 357; 357 0,00; 0,0%  
29-08-2003 19:00; 0 d 0 h; 2,1 8,3 5,0 128; 128 0,00; 0,0%  
31-08-2003 20:00; 0 d 1 h; 2,4 6,9 5,3 13; 14 3,16; 0,0%  
11-09-2003 19:00; 0 d 0 h; 2,0 6,9 5,2 10; 10 0,00; 0,0%  
13-09-2003 20:00; 0 d 19 h; 2,4 6,5 5,0 45; 29 18,42; 7,7%  
24-09-2003 15:00; 0 d 1 h; 2,0 7,4 4,6 39; 38 3,16; 0,0%  
05-10-2003 11:30; 0 d 18 h; 2,6 6,9 5,2 306; 255 59,24; 0,0%  
08-10-2003 06:00; 0 d 4 h; 2,6 6,7 5,1 313; 326 20,12; 0,0%  
27-10-2003 03:00; 0 d 8 h; 2,3 5,7 4,7 73; 74 15,95; 22,2%  
31-10-2003 23:00; 0 d 21 h; 2,7 8,0 6,3 123; 118 7,26; 5,3%  
08-11-2003 13:00; 0 d 5 h; 2,3 7,4 5,6 105; 110 5,85; 0,0%  
26-11-2003 17:30; 1 d 10 h; 2,3 8,0 6,0 130; 115 16,30; 0,0%  
07-12-2003 01:30; 3 d 3 h; 3,1 7,4 6,1 46; 40 25,57; 11,2%  
16-12-2003 05:00; 0 d 13 h; 2,4 6,3 4,9 348; 344 6,65; 0,0%  
15-01-2004 07:00; 0 d 15 h; 3,3 7,1 5,7 300; 309 16,34; 4,8%  
18-01-2004 20:00; 0 d 10 h; 2,5 7,4 5,5 20; 28 13,86; 0,0%  
21-01-2004 13:30; 1 d -1 h; 2,7 6,9 5,3 35; 34 3,80; 10,9%  
30-01-2004 02:30; 0 d 4 h; 2,3 5,7 5,9 17; 15 3,07; 0,0%  
12-02-2004 05:30; 0 d 1 h; 2,3 6,5 5,0 73; 73 0,00; 0,0%  
07-03-2004 08:00; 2 d 1 h; 3,2 8,7 6,5 119; 117 125,89; 1,6%  
11-03-2004 10:00; 0 d 18 h; 2,6 8,3 5,9 93; 101 13,41; 0,0%  
24-04-2004 23:00; 0 d 2 h; 2,8 8,0 6,8 10; 16 7,79; 20,0%  
04-05-2004 00:00; 0 d 19 h; 2,8 8,0 5,7 114; 119 7,97; 0,0%  
13-06-2004 08:00; 0 d 2 h; 2,6 7,4 5,7 348; 344 9,57; 16,7%  
27-07-2004 09:30; 0 d 1 h; 2,1 7,7 5,1 359; 3 10,82; 0,0%  
26-08-2004 17:00; 0 d 0 h; 2,0 6,7 4,6 337; 337 0,00; 0,0%

24-09-2004 17:00; 1 d 0 h; 5,5 9,1 7,0 17; 19 12,25; 22,9%  
31-10-2004 08:00; 0 d 12 h; 2,5 9,1 6,5 103; 102 2,14; 0,0%  
07-11-2004 04:30; 3 d 16 h; 3,2 6,9 5,8 16; 51 76,38; 13,6%  
19-11-2004 19:30; 0 d 6 h; 2,8 7,1 5,4 353; 351 4,00; 28,6%  
26-12-2004 04:30; 1 d 12 h; 3,8 8,0 7,1 113; 114 3,00; 35,6%  
29-12-2004 12:30; 1 d 2 h; 3,1 7,4 5,7 48; 45 7,69; 48,0%  
19-01-2005 04:00; 1 d 1 h; 3,4 7,7 7,1 93; 75 49,52; 38,8%  
24-01-2005 15:30; 6 d 0 h; 3,7 8,3 6,1 27; 35 15,28; 35,7%  
02-02-2005 00:30; 0 d 0 h; 2,0 6,5 4,7 43; 43 0,00; 0,0%  
14-02-2005 12:30; 1 d 5 h; 3,7 6,7 6,5 22; 29 9,98; 46,4%  
16-04-2005 15:30; 0 d 2 h; 2,1 7,7 6,2 110; 113 3,19; 0,0%  
25-04-2005 03:00; 0 d 1 h; 2,0 8,0 5,7 107; 106 2,24; 0,0%  
07-06-2005 23:00; 0 d 0 h; 2,8 6,9 6,3 28; 28 0,00; 0,0%  
04-08-2005 06:30; 0 d 4 h; 2,2 5,7 5,8 15; 14 3,00; 77,8%  
18-09-2005 04:00; 0 d 0 h; 2,7 6,9 6,0 67; 63 8,00; 0,0%  
01-10-2005 08:00; 0 d 0 h; 2,1 6,3 5,7 14; 14 0,00; 0,0%  
03-10-2005 15:00; 0 d 0 h; 2,0 6,7 5,8 110; 108 5,00; 0,0%  
08-10-2005 06:00; 0 d 3 h; 2,3 6,9 6,2 99; 104 10,00; 75,0%  
24-11-2005 05:00; 0 d 0 h; 2,0 6,1 6,4 61; 61 0,00; 0,0%  
26-11-2005 13:30; 0 d 1 h; 2,4 9,5 7,6 114; 116 4,24; 0,0%  
06-12-2005 10:30; 0 d 0 h; 2,1 5,7 5,5 296; 296 0,00; 0,0%  
09-12-2005 12:00; 5 d 20 h; 3,4 6,9 6,6 59; 8 71,34; 43,0%  
18-12-2005 00:00; 0 d 4 h; 2,1 6,3 4,8 15; 9 9,57; 20,0%  
03-01-2006 13:00; 0 d 20 h; 2,2 5,6 4,8 76; 66 15,22; 31,3%  
05-02-2006 01:00; 2 d 3 h; 3,1 7,7 5,9 38; 55 29,15; 9,1%  
24-02-2006 00:30; 0 d 9 h; 2,2 6,5 5,3 40; 41 42,15; 0,0%  
27-02-2006 16:00; 0 d 21 h; 2,4 6,5 5,2 15; 36 41,22; 0,0%  
05-03-2006 23:00; 2 d 5 h; 3,3 8,0 6,1 40; 60 41,19; 2,3%  
09-03-2006 23:00; 0 d 5 h; 2,1 6,7 8,3 172; 128 64,78; 0,0%  
12-03-2006 12:00; 1 d 8 h; 3,8 8,3 6,6 66; 67 29,21; 39,1%

### Dati della boa di Ortona

Per la boa RON di Ortona i dati disponibili nel database RON vanno dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2007.

Il clima ondoso mostrato dalle Figura 35 - Figura 39 si caratterizza con due direzioni prevalenti di provenienza: da Nord tra i 330°N e i 10°N e da Est tra i 70°N e i 110°N. La componente da Nord mostra una maggiore frequenza ed anche una maggiore intensità degli eventi. Queste due componenti sono presenti in tutte le distribuzioni stagionali, sebbene in primavera ed autunno sia la componente da Est a mostrare la frequenza prevalente.

Dalle tabelle a doppia entrata, Tabella 15 - Tabella 23, si nota come le mareggiate provenienti dal settore Nord siano più frequenti e più intense (fino a circa 5,5 m di altezza significativa) delle mareggiate provenienti da Est che invece mostrano valori massimi intorno ai 3,5 m. Sono da segnalare inoltre degli eventi molto intensi, fino a 4,0 m, provenienti anche dalle direzioni tra i 40°N e i 70°N. Durante l'inverno il settore direzionale più attivo è quello da Nord, ed è in questa stagione che si registrano i valori più elevati di altezza d'onda significativa. In particolare gli eventi più intensi provenienti dalle direzioni tra i 340°N e i 20°N si manifestano prevalentemente in questa stagione (Tabella 17). Durante la primavera e l'estate raramente si verificano eventi di intensità superiore ai 3,5 m. In autunno infine sono presenti diversi eventi provenienti dal settore Nord con intensità superiore ai 4,0 m ma è da segnalare anche che molti

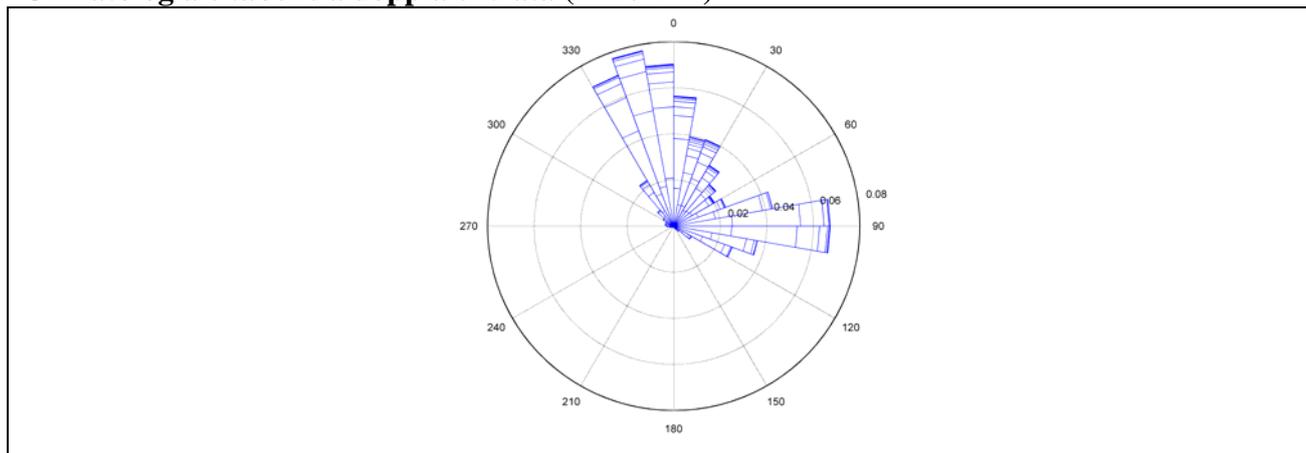
degli eventi più alti provenienti da direzioni comprese tra i 60°N e i 120°N si verificano in questa stagione.

Essendo disponibile per questa boa una lunga serie di misurazioni, sono molte le mareggiate registrate. Tra queste si può notare che nel 1993 si sono verificate quattro mareggiate con valori massimi superiori ai 4,0 m a cui si aggiungono altre due mareggiate avvenute a fine dicembre del 1992 e inizio gennaio del 1994. La mareggiata più intensa si è verificata nel Marzo del 1995. Un evento proveniente da Nord durato tre giorni e sei ore che ha raggiunto il suo massimo con 6,2m di altezza d'onda significativa. Negli ultimi anni è da segnalare la mareggiata del Dicembre 2003 con un massimo di 4,6 m di altezza significativa (Figura 34).

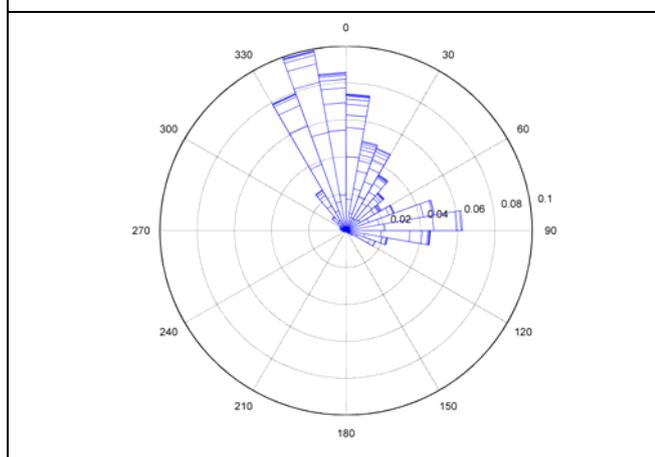


**Figura 34: Mareggiata del 23 Dicembre 2003 con tracimazione della diga foranea del porto di Pescara. Fotografia scattata alle ore 07:42 locali.**

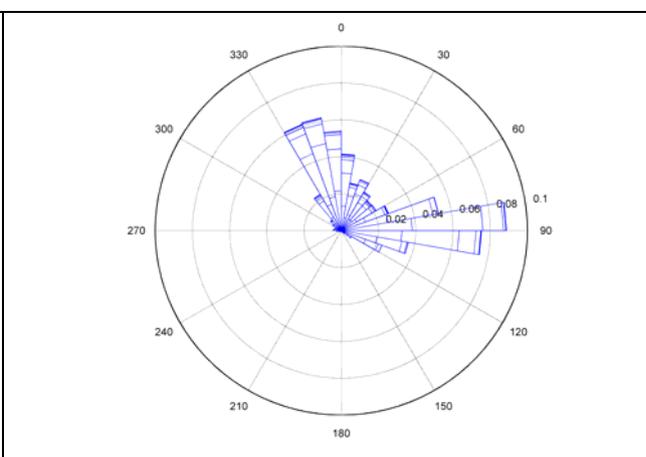
## Climatologia e tabelle a doppia entrata (Hm0-Dm)



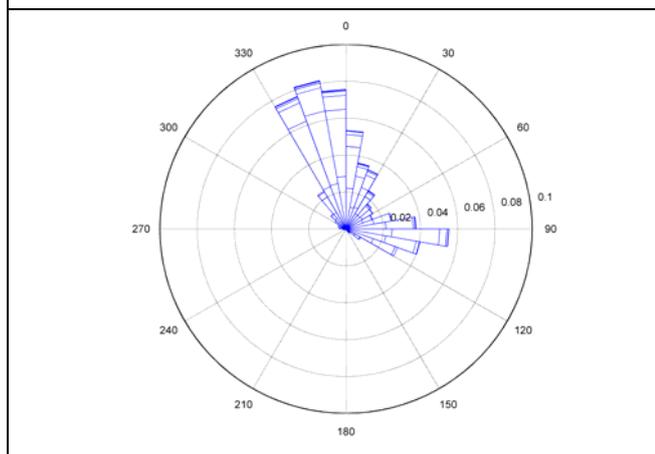
**Figura 35:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Ortona dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m.



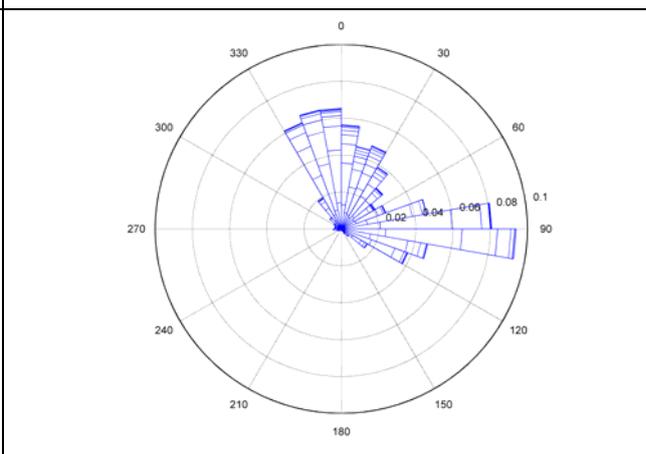
**Figura 36:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Ortona dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m. Mesi invernali: Gennaio, Febbraio e Marzo.



**Figura 37:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Ortona dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m. Mesi primaverili: Aprile, Maggio e Giugno.



**Figura 38:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Ortona dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m. Mesi estivi: Luglio, Agosto e Settembre.



**Figura 39:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Ortona dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m. Mesi autunnali: Ottobre, Novembre e Dicembre.

**Tabella 15: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Ortona – Dati triorari dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006.**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																								
52041	42576	9465	10018																								
m	3780	2837	2225	1390	1428	2924	4228	2657	1050	221	85	37	28	15	27	44	65	118	206	227	280	622	2737	5327	32558		
5,5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
5	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8
4,5	1	13	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	22	
4	6	29	12	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8	63	
3,5	15	57	35	2	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	9	126	
3	52	64	38	13	7	1	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	14	21	226	
2,5	73	120	91	32	5	3	16	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	41	107	499	
2	162	160	182	48	16	17	85	24	11	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	149	237	1102	
1,5	349	319	308	118	40	96	306	150	49	21	3	2	-	-	-	2	-	2	2	4	2	14	329	610	2726		
1	951	711	527	263	253	554	961	420	174	30	15	6	2	2	6	7	13	19	44	33	25	84	755	1609	7464		
0,5	2169	1360	1026	909	1101	2253	2850	2051	814	164	67	29	26	13	21	35	52	97	160	190	253	515	1444	2722	20321		
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N		

**Tabella 16: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Ortona – Dati triorari dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006 (mesi invernali – Gennaio, Febbraio, Marzo).**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																							
12993	10795	2198	2089																							
m	1198	904	656	398	402	834	826	421	151	37	13	13	7	7	6	8	18	26	40	52	51	170	768	1700	8706	
5,5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
5	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
4,5	1	9	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12
4	4	19	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	39
3,5	8	27	22	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7	67
3	33	33	13	8	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	12	113
2,5	42	59	44	16	3	1	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	14	58	245
2	89	86	76	20	6	4	26	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	71	123	509
1,5	141	125	125	40	17	32	80	26	6	8	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	6	137	285	1031	
1	301	214	148	98	57	178	197	69	45	6	3	5	-	-	2	1	4	3	10	6	1	27	241	528	2144	
0,5	578	330	219	212	315	619	515	319	99	23	10	8	7	7	4	7	14	22	30	45	49	134	296	680	4542	
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N	

**Tabella 17: Rapporto tra la distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione nei mesi invernali (Gennaio, Febbraio, Marzo) rispetto alla distribuzione totale– Ortona – Dati triorari dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006.**

Totale	Inverno																									
42576	10795																									
m	0,32	0,32	0,29	0,29	0,28	0,29	0,20	0,16	0,14	0,17	0,15	0,35	0,25	0,47	0,22	0,18	0,28	0,22	0,19	0,23	0,18	0,27	0,28	0,32	0,27	
5,5	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
5	0,50	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,38
4,5	1,00	0,69	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,50	0,55
4	0,67	0,66	0,58	0,60	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,75	0,62	
3,5	0,53	0,47	0,63	0,50	0,00	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	0,78	0,53
3	0,63	0,52	0,34	0,62	0,57	0,00	0,20	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,57	0,57	0,50
2,5	0,58	0,49	0,48	0,50	0,60	0,33	0,38	0,14	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,34	0,54	0,49
2	0,55	0,54	0,42	0,42	0,38	0,24	0,31	0,21	0,09	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,48	0,52	0,46
1,5	0,40	0,39	0,41	0,34	0,43	0,33	0,26	0,17	0,12	0,38	0,00	0,00	-	-	-	0,00	-	0,50	0,00	0,25	0,50	0,43	0,42	0,47	0,38	
1	0,32	0,30	0,28	0,37	0,23	0,32	0,20	0,16	0,26	0,20	0,20	0,83	0,00	0,00	0,33	0,14	0,31	0,16	0,23	0,18	0,04	0,32	0,32	0,33	0,29	
0,5	0,27	0,24	0,21	0,23	0,29	0,27	0,18	0,16	0,12	0,14	0,15	0,28	0,27	0,54	0,19	0,20	0,27	0,23	0,19	0,24	0,19	0,26	0,20	0,25	0,22	
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N	

**Tabella 18: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Ortona – Dati triorari dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006 (mesi primaverili – Aprile, Maggio, Giugno).**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																							
12553	10503	2050	3035																							
m	685	490	413	322	389	892	1277	672	197	38	15	5	4	1	6	9	10	32	54	53	71	135	628	1070	7468	
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3,5	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	4
3	1	4	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	15
2,5	7	7	5	6	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	6	40
2	20	9	18	8	4	4	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	19	18	111
1,5	41	41	42	22	8	8	66	19	7	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	5	53	75	392	
1	192	143	102	54	63	146	256	81	30	4	1	-	1	-	-	-	1	5	10	7	8	14	155	293	1566	
0,5	423	286	244	231	311	733	947	568	160	32	14	4	3	1	6	8	9	27	44	45	63	112	392	677	5340	
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N	

**Tabella 19: Rapporto tra la distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione nei mesi primaverili (Aprile, Maggio, Giugno) rispetto alla distribuzione totale– Ortona – Dati triorari dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006.**

Totale	Primavera																									
42576	10503																									
m	0,18	0,17	0,19	0,23	0,27	0,31	0,30	0,25	0,19	0,17	0,18	0,14	0,14	0,07	0,22	0,20	0,15	0,27	0,26	0,23	0,25	0,22	0,23	0,20	0,23	
5,5	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
5	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00
4,5	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00
3,5	0,07	0,00	0,00	0,00	0,25	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	0,11	0,03
3	0,02	0,06	0,05	0,08	0,29	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,21	0,00	0,07
2,5	0,10	0,06	0,05	0,19	0,00	0,33	0,00	0,29	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,12	0,06	0,08
2	0,12	0,06	0,10	0,17	0,25	0,24	0,09	0,08	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,13	0,08	0,10
1,5	0,12	0,13	0,14	0,19	0,20	0,08	0,22	0,13	0,14	0,10	0,00	0,50	-	-	-	0,50	-	0,00	0,00	0,25	0,00	0,36	0,16	0,12	0,14	
1	0,20	0,20	0,19	0,21	0,25	0,26	0,27	0,19	0,17	0,13	0,07	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,08	0,26	0,23	0,21	0,32	0,17	0,21	0,18	0,21	
0,5	0,20	0,21	0,24	0,25	0,28	0,33	0,33	0,28	0,20	0,20	0,21	0,14	0,12	0,08	0,29	0,23	0,17	0,28	0,28	0,24	0,25	0,22	0,27	0,25	0,26	
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N	

**Tabella 20: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Ortona – Dati triorari dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006 (mesi estivi – Luglio, Agosto, Settembre).**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																							
13249	10744	2505	3285																							
m	974	658	453	261	263	424	737	702	289	51	27	4	7	3	4	9	13	20	46	68	92	170	743	1441	7459	
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
3	-	2	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	7	
2,5	2	4	4	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8	22	
2	10	15	13	4	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	28	83	
1,5	49	49	37	10	1	2	15	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	31	80	289	
1	207	153	106	23	24	33	91	80	33	5	4	-	-	1	1	1	2	2	11	7	6	17	183	397	1387	
0,5	705	435	292	223	238	389	626	607	256	46	23	4	7	2	3	8	11	18	35	61	85	153	515	926	5668	
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N	

**Tabella 21: Rapporto tra la distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione nei mesi estivi (Luglio, Agosto, Settembre) rispetto alla distribuzione totale– Ortona – Dati triorari dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006.**

Totale	Estate																									
42576	10744																									
m	0,26	0,23	0,20	0,19	0,18	0,15	0,17	0,26	0,28	0,23	0,32	0,11	0,25	0,20	0,15	0,20	0,20	0,17	0,22	0,30	0,33	0,27	0,27	0,27	0,23	
5,5	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
5	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00
4,5	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00
4	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,13	0,03	
3,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	0,00	0,01	
3	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,07	0,05	0,03	
2,5	0,03	0,03	0,04	0,03	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,05	0,07	0,04	
2	0,06	0,09	0,07	0,08	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,07	0,12	0,08	
1,5	0,14	0,15	0,12	0,08	0,03	0,02	0,05	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,09	0,13	0,11	
1	0,22	0,22	0,20	0,09	0,09	0,06	0,09	0,19	0,19	0,17	0,27	0,00	0,00	0,50	0,17	0,14	0,15	0,11	0,25	0,21	0,24	0,20	0,24	0,25	0,19	
0,5	0,33	0,32	0,28	0,25	0,22	0,17	0,22	0,30	0,31	0,28	0,34	0,14	0,27	0,15	0,14	0,23	0,21	0,19	0,22	0,32	0,34	0,30	0,36	0,34	0,28	
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N	

**Tabella 22: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Ortona – Dati triorari dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006 (mesi autunnali – Ottobre, Novembre, Dicembre).**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																						
13249	10535	2714	1610																						
m	923	785	703	409	374	774	1388	862	413	95	30	15	10	4	11	18	24	40	66	54	66	147	598	1116	8925
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5
4,5	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	10
4	1	10	5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	22
3,5	6	30	13	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	54
3	18	25	22	4	1	1	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8	91
2,5	22	50	38	9	2	1	9	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	35	192
2	43	50	75	16	6	9	49	16	10	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	49	68	399
1,5	118	104	104	46	14	54	145	91	36	11	3	1	-	-	-	1	-	1	2	2	-	3	108	170	1014
1	251	201	171	88	109	197	417	190	66	15	7	1	1	1	3	5	6	9	13	13	10	26	176	391	2367
0,5	463	309	271	243	237	512	762	557	299	63	20	13	9	3	8	12	18	30	51	39	56	116	241	439	4771
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N

**Tabella 23: Rapporto tra la distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione nei mesi autunnali (Ottobre, Novembre, Dicembre) rispetto alla distribuzione totale– Ortona – Dati triorari dal 1 Luglio 1989 al 23 Aprile 2006.**

Totale	Autunno																									
42576	10535																									
m	0,24	0,28	0,32	0,29	0,26	0,26	0,33	0,32	0,39	0,43	0,35	0,41	0,36	0,27	0,41	0,41	0,37	0,34	0,32	0,24	0,24	0,24	0,22	0,21	0,27	
5,5	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
5	0,50	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,63
4,5	0,00	0,31	0,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,50	0,45
4	0,17	0,34	0,42	0,40	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,13	0,35
3,5	0,40	0,53	0,37	0,50	0,75	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,11	0,43
3	0,35	0,39	0,58	0,31	0,14	1,00	0,60	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,14	0,38	0,40
2,5	0,30	0,42	0,42	0,28	0,40	0,33	0,56	0,57	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,49	0,33	0,38
2	0,27	0,31	0,41	0,33	0,38	0,53	0,58	0,67	0,91	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,33	0,29	0,36
1,5	0,34	0,33	0,34	0,39	0,35	0,56	0,47	0,61	0,73	0,52	1,00	0,50	-	-	-	0,50	-	0,50	1,00	0,50	0,00	0,21	0,33	0,28	0,37	
1	0,26	0,28	0,32	0,33	0,43	0,36	0,43	0,45	0,38	0,50	0,47	0,17	0,50	0,50	0,50	0,71	0,46	0,47	0,30	0,39	0,40	0,31	0,23	0,24	0,32	
0,5	0,21	0,23	0,26	0,27	0,22	0,23	0,27	0,27	0,37	0,38	0,30	0,45	0,35	0,23	0,38	0,34	0,35	0,31	0,32	0,21	0,22	0,23	0,17	0,16	0,23	
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N	

## Elenco delle mareggiate:

Numero di calme minimo per la separazione di due mareggiate = 140 (70 ore)

Valore della soglia per l'individuazione di una mareggiata = 2,0

28-08-1989 21:00; 0 d 18 h; 4,1 8,3 7,3 350; 350 6,83; 0,0%  
03-09-1989 09:00; 0 d 3 h; 2,3 5,9 6,4 341; 345 8,00; 0,0%  
30-09-1989 00:00; 0 d 6 h; 2,3 7,1 6,3 23; 22 2,12; 0,0%  
04-10-1989 06:00; 0 d 3 h; 2,2 7,1 6,2 36; 35 2,00; 0,0%  
09-10-1989 12:00; 1 d 6 h; 3,3 7,7 6,5 14; 15 9,42; 0,0%  
23-11-1989 11:30; 0 d 3 h; 3,2 7,7 7,3 26; 29 4,51; 0,0%  
29-11-1989 03:00; 0 d 3 h; 2,2 7,1 6,2 40; 39 3,00; 0,0%  
10-12-1989 03:00; 0 d 9 h; 3,0 7,7 6,9 30; 30 0,50; 0,0%  
29-12-1989 03:00; 0 d 9 h; 2,2 6,7 5,5 335; 339 7,26; 0,0%  
09-02-1990 15:00; 3 d 15 h; 2,8 7,1 6,1 10; 13 47,58; 0,0%  
03-03-1990 09:00; 0 d 12 h; 2,6 7,1 6,5 22; 16 12,28; 0,0%  
07-04-1990 03:00; 0 d 3 h; 2,0 7,1 5,9 99; 96 6,00; 0,0%  
10-04-1990 06:00; 1 d 0 h; 3,4 7,7 6,8 347; 356 16,38; 62,5%  
11-07-1990 06:00; 0 d 3 h; 2,5 7,7 6,1 359; 3 9,00; 0,0%  
22-08-1990 21:00; 0 d 12 h; 3,0 7,7 6,7 31; 29 3,08; 0,0%  
11-09-1990 09:00; 0 d 15 h; 2,1 5,9 5,4 32; 19 19,17; 0,0%  
07-11-1990 12:00; 0 d 9 h; 2,4 5,9 5,6 341; 344 6,03; 0,0%  
16-11-1990 05:30; 0 d 12 h; 3,0 7,1 6,6 13; 24 14,59; 0,0%  
26-11-1990 00:00; 0 d 0 h; 2,1 6,7 5,9 114; 114 0,00; 0,0%  
30-11-1990 09:00; 10 d 0 h; 3,8 8,3 7,5 22; 21 39,46; 0,0%  
13-12-1990 18:00; 1 d 9 h; 4,4 8,3 7,5 49; 43 11,47; 0,0%  
25-12-1990 00:00; 0 d 9 h; 2,4 7,7 7,1 91; 93 2,94; 0,0%  
01-01-1991 21:00; 0 d 9 h; 2,1 5,9 5,4 336; 334 5,92; 0,0%  
14-01-1991 12:00; 1 d 6 h; 2,9 7,1 6,6 58; 67 23,97; 0,0%  
29-01-1991 00:00; 0 d 0 h; 2,0 6,3 5,4 354; 354 0,00; 0,0%  
05-02-1991 06:00; 1 d 21 h; 2,4 7,1 6,2 344; 36 69,39; 0,0%  
13-02-1991 21:00; 2 d 0 h; 2,7 6,7 6,0 341; 343 12,21; 0,0%  
08-03-1991 03:00; 1 d 0 h; 2,3 8,3 6,7 91; 87 5,50; 0,0%  
29-03-1991 09:00; 0 d 0 h; 2,0 7,1 5,6 354; 354 0,00; 0,0%  
06-04-1991 09:00; 0 d 0 h; 2,0 6,3 5,9 83; 83 0,00; 0,0%  
11-04-1991 06:00; 0 d 0 h; 2,1 7,1 6,0 62; 62 0,00; 0,0%  
03-05-1991 12:00; 0 d 3 h; 2,5 9,1 7,6 100; 100 1,00; 0,0%  
07-05-1991 18:00; 0 d 3 h; 2,0 6,7 5,7 333; 333 0,00; 0,0%  
16-05-1991 18:00; 1 d 0 h; 3,2 7,7 6,9 325; 325 6,16; 0,0%  
25-05-1991 03:00; 0 d 3 h; 2,1 6,7 5,8 31; 30 3,00; 0,0%  
28-07-1991 21:00; 0 d 0 h; 2,1 7,7 6,4 347; 347 0,00; 0,0%  
21-10-1991 09:00; 0 d 12 h; 2,4 7,1 6,0 11; 16 7,33; 0,0%  
07-11-1991 09:00; 0 d 0 h; 2,1 6,7 5,9 19; 19 0,00; 0,0%  
10-11-1991 15:00; 0 d 3 h; 2,1 7,1 5,6 348; 358 19,00; 0,0%  
24-11-1991 09:00; 0 d 18 h; 3,1 10,0 8,6 84; 82 8,93; 0,0%  
06-12-1991 03:00; 1 d 9 h; 3,8 7,7 7,3 10; 19 10,97; 74,5%  
19-12-1991 00:00; 2 d 18 h; 5,1 9,1 8,0 357; 15 47,03; 69,8%  
24-12-1991 21:00; 4 d 9 h; 3,8 8,3 7,2 23; 25 34,24; 32,3%  
21-01-1992 06:00; 0 d 15 h; 3,3 8,3 5,8 12; 16 20,83; 45,5%  
28-01-1992 12:00; 4 d 12 h; 3,0 7,7 5,7 29; 352 44,38; 0,0%  
17-02-1992 09:00; 1 d 3 h; 3,0 7,1 5,5 339; 354 24,84; 0,0%

17-03-1992 03:00; 0 d 6 h; 2,1 6,7 4,9 36; 33 5,39; 0,0%  
26-03-1992 18:00; 0 d 3 h; 2,2 10,0 5,8 5; 6 1,00; 0,0%  
10-04-1992 00:00; 1 d 18 h; 3,4 8,3 6,2 59; 33 39,00; 35,3%  
18-04-1992 00:00; 1 d 18 h; 3,2 8,3 6,0 22; 2 27,83; 0,0%  
04-10-1992 03:00; 0 d 3 h; 2,0 6,3 4,6 120; 119 2,00; 0,0%  
12-11-1992 15:00; 1 d 15 h; 2,7 6,7 5,1 335; 15 76,66; 0,0%  
18-11-1992 15:00; 0 d 12 h; 2,5 6,3 4,8 333; 333 5,83; 0,0%  
06-12-1992 12:00; 2 d 15 h; 3,0 8,3 6,5 112; 75 69,64; 0,0%  
27-12-1992 23:30; 1 d 3 h; 4,7 9,1 13,9 28; 29 5,55; 7,1%  
01-01-1993 16:30; 3 d 10 h; 4,9 9,1 8,0 46; 14 35,98; 4,8%  
18-02-1993 18:00; 7 d 0 h; 4,6 9,1 7,7 355; 18 38,44; 1,5%  
28-02-1993 18:00; 1 d 0 h; 3,7 7,7 7,4 99; 96 4,48; 26,1%  
05-03-1993 03:00; 3 d 18 h; 3,5 8,3 7,1 16; 5 17,81; 2,2%  
25-03-1993 21:00; 2 d 15 h; 4,3 9,1 7,9 17; 2 19,73; 11,3%  
07-07-1993 00:00; 0 d 12 h; 3,0 8,3 7,1 22; 22 3,38; 0,0%  
30-08-1993 00:00; 0 d 0 h; 2,0 6,3 5,6 15; 15 0,00; 0,0%  
05-09-1993 06:00; 0 d 3 h; 2,1 6,3 5,3 335; 337 3,00; 0,0%  
13-11-1993 12:00; 7 d 3 h; 4,7 9,1 7,7 343; 6 46,25; 5,0%  
27-11-1993 00:00; 6 d 9 h; 3,2 7,1 6,3 329; 7 55,41; 17,9%  
11-12-1993 21:00; 0 d 3 h; 2,3 6,7 5,7 360; 355 11,00; 0,0%  
22-12-1993 15:00; 0 d 0 h; 2,1 6,3 6,0 350; 350 0,00; 0,0%  
26-12-1993 03:00; 1 d 15 h; 3,6 7,1 6,7 346; 15 58,12; 0,0%  
01-01-1994 23:30; 0 d 12 h; 5,1 9,1 8,5 15; 10 8,86; 0,0%  
21-01-1994 03:00; 0 d 9 h; 3,2 8,3 7,3 16; 18 9,55; 0,0%  
27-01-1994 00:00; 3 d 6 h; 5,0 7,7 7,3 341; 360 38,19; 11,9%  
06-02-1994 12:00; 0 d 3 h; 2,1 7,7 6,9 86; 89 5,00; 0,0%  
11-02-1994 12:00; 3 d 12 h; 2,6 6,7 5,8 6; 349 24,07; 14,3%  
19-02-1994 06:00; 0 d 15 h; 2,4 6,7 5,9 326; 333 9,27; 0,0%  
01-03-1994 18:00; 0 d 0 h; 2,0 7,7 7,0 87; 87 0,00; 0,0%  
27-03-1994 06:00; 0 d 0 h; 2,3 7,7 6,7 35; 35 0,00; 0,0%  
02-04-1994 18:00; 0 d 0 h; 2,1 6,3 5,6 332; 332 0,00; 0,0%  
06-04-1994 06:00; 0 d 9 h; 2,3 5,6 5,7 332; 335 4,76; 0,0%  
11-07-1994 06:00; 0 d 6 h; 2,1 6,3 5,7 12; 1 17,72; 0,0%  
02-09-1994 18:00; 0 d 0 h; 2,0 7,1 6,0 336; 336 0,00; 0,0%  
21-10-1994 21:00; 0 d 3 h; 2,4 7,7 6,0 72; 62 21,00; 0,0%  
12-11-1994 15:00; 0 d 0 h; 2,0 6,7 5,4 356; 356 0,00; 0,0%  
19-11-1994 12:00; 0 d 0 h; 2,0 6,3 5,6 27; 27 0,00; 0,0%  
28-11-1994 06:00; 0 d 0 h; 2,0 6,3 5,4 23; 23 0,00; 0,0%  
15-12-1994 09:00; 0 d 9 h; 2,6 7,1 6,3 37; 34 10,72; 0,0%  
21-12-1994 00:00; 3 d 6 h; 3,7 7,7 7,0 332; 16 58,10; 22,6%  
02-01-1995 15:00; 2 d 18 h; 4,4 8,3 7,9 41; 23 25,48; 1,6%  
09-01-1995 00:00; 0 d 0 h; 2,0 5,9 5,2 330; 330 0,00; 0,0%  
12-01-1995 00:00; 3 d 21 h; 4,4 8,3 7,6 19; 21 11,21; 3,2%  
27-01-1995 12:00; 0 d 6 h; 2,7 7,1 6,3 346; 346 4,00; 0,0%  
31-01-1995 09:00; 0 d 15 h; 3,6 8,3 7,7 23; 20 8,49; 0,0%  
16-02-1995 21:00; 2 d 15 h; 3,3 7,7 6,8 350; 11 64,37; 0,0%  
07-03-1995 12:00; 2 d 3 h; 2,2 6,7 5,6 325; 28 91,02; 0,0%  
20-03-1995 14:00; 2 d 13 h; 3,2 7,1 6,4 341; 4 29,33; 0,0%  
28-03-1995 08:30; 3 d 6 h; 6,2 10,0 9,1 21; 17 20,61; 0,0%  
14-04-1995 06:00; 0 d 0 h; 2,0 7,1 6,1 35; 35 0,00; 0,0%  
28-08-1995 18:00; 0 d 3 h; 3,4 7,1 6,7 337; 341 7,11; 0,0%

02-11-1995 18:00; 3 d 15 h; 4,1 8,3 7,5 27; 8 24,30; 0,0%  
18-11-1995 12:00; 3 d 0 h; 3,1 8,3 6,5 6; 12 35,06; 0,0%  
13-12-1995 21:00; 0 d 3 h; 2,1 10,0 7,2 94; 92 4,00; 0,0%  
27-12-1995 18:00; 0 d 3 h; 2,4 6,7 6,2 345; 346 2,00; 0,0%  
31-12-1995 12:00; 0 d 0 h; 2,1 7,1 6,0 100; 100 0,00; 0,0%  
08-01-1996 09:00; 0 d 0 h; 2,0 5,9 5,4 356; 356 0,00; 0,0%  
30-01-1996 12:00; 0 d 12 h; 2,6 7,7 6,4 27; 31 6,30; 0,0%  
08-02-1996 12:00; 1 d 9 h; 3,7 7,7 6,7 339; 338 8,66; 0,0%  
02-03-1996 03:00; 3 d 6 h; 3,8 8,3 7,7 28; 40 33,73; 35,7%  
28-03-1996 00:00; 0 d 9 h; 2,5 8,3 6,7 24; 20 6,06; 0,0%  
29-05-1996 00:00; 0 d 15 h; 3,0 8,3 7,0 30; 17 21,76; 0,0%  
07-09-1996 11:30; 0 d 0 h; 3,1 7,7 6,5 19; 18 3,00; 0,0%  
18-09-1996 18:00; 0 d 6 h; 3,1 7,7 6,7 96; 95 5,89; 0,0%  
22-11-1996 21:00; 4 d 12 h; 2,8 7,7 6,4 352; 29 63,63; 0,0%  
30-11-1996 21:00; 2 d 15 h; 5,0 9,1 8,1 15; 18 14,33; 11,1%  
09-12-1996 21:00; 0 d 15 h; 3,1 7,7 7,2 87; 89 3,11; 0,0%  
25-12-1996 21:00; 4 d 3 h; 4,8 10,0 8,2 20; 11 15,17; 0,0%  
11-01-1997 15:00; 1 d 9 h; 2,5 5,9 5,3 346; 355 20,33; 0,0%  
06-02-1997 12:00; 0 d 0 h; 2,2 5,9 5,5 41; 41 0,00; 0,0%  
16-02-1997 03:00; 1 d 0 h; 5,5 10,0 8,6 9; 17 10,53; 0,0%  
27-02-1997 09:00; 1 d 12 h; 4,0 7,7 7,3 16; 10 12,61; 0,0%  
11-03-1997 12:00; 0 d 0 h; 2,2 6,7 6,2 77; 77 0,00; 0,0%  
20-03-1997 12:00; 0 d 21 h; 2,2 7,1 6,1 26; 16 21,63; 0,0%  
29-03-1997 03:00; 2 d 18 h; 3,8 7,7 7,3 12; 9 9,92; 62,5%  
04-04-1997 21:00; 3 d 9 h; 2,6 7,7 6,5 43; 68 44,92; 0,0%  
12-04-1997 09:00; 0 d 0 h; 2,5 7,7 6,7 41; 41 0,00; 0,0%  
15-04-1997 21:00; 0 d 3 h; 2,3 7,7 6,7 42; 39 7,00; 0,0%  
21-04-1997 09:00; 1 d 21 h; 2,5 6,7 5,7 340; 350 15,82; 0,0%  
28-05-1997 18:00; 0 d 3 h; 2,2 6,3 6,0 28; 26 5,00; 0,0%  
15-09-1997 03:00; 0 d 3 h; 2,2 6,3 5,6 352; 355 5,00; 0,0%  
14-10-1997 15:00; 0 d 15 h; 2,6 7,7 6,3 16; 16 9,19; 0,0%  
24-10-1997 21:00; 0 d 12 h; 2,7 7,7 6,8 37; 30 9,60; 0,0%  
08-11-1997 03:00; 0 d 0 h; 2,2 8,3 6,4 101; 101 0,00; 0,0%  
23-11-1997 12:00; 0 d 9 h; 3,4 6,7 6,5 352; 357 10,38; 0,0%  
07-12-1997 00:00; 1 d 0 h; 2,1 5,9 5,4 339; 335 5,05; 0,0%  
14-12-1997 09:00; 0 d 0 h; 2,1 6,3 5,7 27; 27 0,00; 0,0%  
20-12-1997 06:00; 0 d 3 h; 2,2 8,3 6,5 98; 98 1,00; 0,0%  
17-01-1998 18:00; 4 d 21 h; 4,8 8,3 7,7 10; 14 28,99; 0,0%  
01-02-1998 12:00; 5 d 0 h; 3,0 7,1 6,4 9; 6 32,06; 0,0%  
18-02-1998 03:00; 0 d 0 h; 2,1 6,7 5,8 29; 29 0,00; 0,0%  
09-03-1998 18:00; 1 d 18 h; 5,1 9,1 8,4 27; 9 23,37; 0,0%  
20-03-1998 03:00; 7 d 6 h; 2,7 7,7 6,4 99; 46 68,49; 0,0%  
04-07-1998 09:00; 0 d 0 h; 2,2 6,3 5,4 342; 342 0,00; 0,0%  
08-07-1998 18:00; 0 d 0 h; 2,4 7,7 6,6 21; 21 0,00; 0,0%  
21-09-1998 03:00; 0 d 3 h; 2,1 6,7 5,7 335; 346 21,00; 0,0%  
13-10-1998 09:00; 0 d 12 h; 2,6 7,1 6,4 6; 3 9,73; 0,0%  
11-11-1998 17:00; 0 d 10 h; 3,3 8,3 6,9 27; 33 9,54; 0,0%  
01-12-1998 15:00; 0 d 3 h; 2,3 8,3 6,7 46; 33 26,00; 0,0%  
21-12-1998 21:00; 2 d 3 h; 4,3 8,3 7,9 24; 18 14,62; 0,0%  
03-01-1999 12:00; 0 d 6 h; 2,3 6,3 4,7 344; 355 17,09; 0,0%  
13-01-1999 21:00; 0 d 6 h; 2,3 6,7 4,8 337; 333 7,81; 0,0%

28-01-1999 03:00; 5 d 3 h; 4,7 9,1 6,7 17; 16 13,66; 0,0%  
08-02-1999 11:30; 4 d 3 h; 3,2 7,1 5,6 336; 27 78,06; 0,0%  
23-02-1999 00:00; 0 d 0 h; 3,0 7,1 5,5 331; 330 2,00; 0,0%  
17-03-1999 18:00; 3 d 0 h; 2,6 7,1 5,3 18; 9 13,52; 0,0%  
22-06-1999 06:00; 0 d 6 h; 3,0 8,3 5,6 344; 344 4,17; 0,0%  
02-09-1999 06:00; 0 d 0 h; 2,1 7,1 5,3 32; 32 0,00; 0,0%  
20-09-1999 18:00; 0 d 0 h; 2,0 6,7 5,1 84; 84 0,00; 0,0%  
07-11-1999 03:00; 2 d 3 h; 4,1 8,3 6,4 43; 51 30,28; 46,7%  
19-11-1999 18:00; 0 d 3 h; 2,4 7,1 5,1 336; 342 12,00; 0,0%  
23-11-1999 12:00; 0 d 3 h; 2,5 7,1 4,7 334; 339 9,00; 0,0%  
05-12-1999 18:00; 0 d 18 h; 3,0 7,7 5,7 25; 26 8,91; 0,0%  
13-12-1999 18:00; 0 d 0 h; 2,1 7,1 5,1 350; 350 0,00; 0,0%  
16-12-1999 21:00; 0 d 3 h; 2,0 6,3 4,5 344; 349 10,00; 0,0%  
20-12-1999 15:00; 2 d 21 h; 4,3 8,3 6,3 10; 8 12,39; 72,8%  
31-12-1999 12:00; 0 d 6 h; 2,4 6,3 4,7 336; 338 5,70; 0,0%  
17-01-2000 03:00; 2 d 12 h; 3,2 8,3 6,1 37; 5 42,24; 0,0%  
24-01-2000 09:00; 0 d 21 h; 2,5 8,3 5,6 21; 359 28,09; 0,0%  
04-02-2000 09:00; 0 d 3 h; 2,4 7,1 5,4 38; 41 6,00; 0,0%  
09-02-2000 21:00; 0 d 18 h; 3,5 7,7 5,9 30; 21 16,30; 58,8%  
17-02-2000 18:00; 3 d 15 h; 2,5 6,7 5,0 350; 18 59,21; 0,0%  
03-04-2000 09:00; 0 d 0 h; 2,0 7,1 4,8 102; 102 0,00; 0,0%  
07-04-2000 06:00; 0 d 0 h; 2,3 7,7 5,2 27; 27 0,00; 0,0%  
09-07-2000 06:00; 0 d 9 h; 2,7 7,7 5,5 340; 340 1,83; 0,0%  
08-09-2000 09:00; 0 d 0 h; 2,3 6,3 5,1 42; 42 0,00; 0,0%  
06-11-2000 21:00; 0 d 3 h; 2,1 6,7 5,0 118; 120 3,00; 0,0%  
27-11-2000 03:00; 0 d 9 h; 3,2 7,1 5,5 342; 349 9,56; 0,0%  
31-12-2000 09:00; 0 d 21 h; 3,0 7,7 5,7 77; 29 64,43; 12,5%  
13-01-2001 09:00; 1 d 18 h; 2,6 7,1 5,4 25; 41 18,46; 0,0%  
30-01-2001 18:00; 3 d 0 h; 3,3 7,7 5,7 2; 15 19,82; 22,7%  
19-02-2001 06:00; 0 d 6 h; 2,4 7,7 5,3 40; 34 10,30; 0,0%  
26-02-2001 15:00; 0 d 12 h; 2,7 6,7 5,0 345; 346 3,57; 0,0%  
01-04-2001 03:00; 0 d 3 h; 2,1 6,7 4,9 22; 22 0,00; 0,0%  
13-04-2001 06:00; 2 d 3 h; 2,3 6,7 5,4 14; 25 16,70; 0,0%  
03-06-2001 21:00; 0 d 6 h; 3,3 7,1 5,5 331; 333 2,55; 62,5%  
21-07-2001 03:00; 0 d 3 h; 2,3 7,7 4,9 343; 342 3,00; 0,0%  
11-08-2001 15:00; 0 d 18 h; 2,5 6,7 5,2 349; 353 13,97; 0,0%  
05-09-2001 15:00; 0 d 6 h; 2,4 7,7 5,1 333; 331 4,24; 0,0%  
10-09-2001 18:00; 0 d 0 h; 2,0 5,3 4,4 339; 339 0,00; 0,0%  
02-11-2001 15:00; 0 d 18 h; 3,0 8,3 5,9 25; 27 4,60; 0,0%  
13-11-2001 09:00; 0 d 15 h; 2,7 7,7 5,0 343; 360 26,34; 0,0%  
20-11-2001 09:00; 0 d 3 h; 2,3 7,1 5,1 16; 17 1,00; 0,0%  
23-11-2001 12:00; 0 d 18 h; 3,3 7,7 5,9 22; 11 20,33; 0,0%  
29-11-2001 12:00; 1 d 15 h; 2,1 6,7 5,0 33; 21 34,70; 60,0%  
07-12-2001 06:00; 2 d 0 h; 3,6 7,7 6,1 15; 19 7,80; 40,0%  
12-12-2001 15:00; 4 d 18 h; 4,4 9,1 6,6 24; 15 24,04; 52,0%  
24-12-2001 06:00; 3 d 21 h; 5,5 8,3 5,8 351; 29 61,70; 64,1%  
31-12-2001 12:00; 4 d 18 h; 3,2 7,7 5,7 3; 3 25,60; 55,6%  
17-01-2002 06:00; 0 d 3 h; 2,0 6,3 4,7 353; 351 4,00; 0,0%  
22-02-2002 03:00; 2 d 12 h; 3,1 8,3 5,5 26; 48 48,27; 20,0%  
11-03-2002 12:00; 0 d 6 h; 2,7 6,7 5,2 342; 344 3,16; 0,0%  
23-03-2002 18:00; 2 d 18 h; 4,0 8,3 6,3 345; 359 19,37; 57,7%

08-05-2002 16:00; 0 d 1 h; 2,1 6,7 5,2 94; 92 4,00; 33,3%  
06-06-2002 10:30; 0 d 0 h; 2,0 7,7 6,8 95; 95 0,00; 0,0%  
26-07-2002 22:30; 0 d 18 h; 2,4 7,1 5,0 24; 8 18,91; 76,2%  
29-09-2002 01:00; 0 d 0 h; 2,2 6,7 6,3 25; 22 6,00; 0,0%  
05-11-2002 00:30; 1 d 4 h; 2,2 7,7 5,2 28; 9 23,53; 21,4%  
10-11-2002 17:00; 0 d 0 h; 2,2 6,5 4,8 46; 46 0,00; 0,0%  
16-11-2002 05:00; 2 d 4 h; 2,3 6,3 5,5 102; 93 9,66; 51,4%  
25-11-2002 00:00; 2 d 4 h; 2,4 8,0 6,7 96; 93 3,75; 2,5%  
04-12-2002 09:30; 5 d 15 h; 2,7 6,9 6,6 39; 65 31,48; 44,6%  
18-12-2002 19:00; 0 d 19 h; 3,0 7,1 5,8 20; 21 4,91; 15,4%  
01-01-2003 05:30; 0 d 9 h; 2,3 7,1 5,8 27; 15 18,52; 42,9%  
18-01-2003 12:00; 0 d 18 h; 3,3 6,5 5,4 6; 352 15,76; 0,0%  
24-01-2003 08:00; 3 d 13 h; 3,3 7,4 7,0 48; 24 38,75; 19,5%  
01-02-2003 04:30; 1 d 3 h; 3,8 8,3 7,5 28; 18 20,84; 7,1%  
05-02-2003 07:30; 0 d 13 h; 3,1 8,0 5,8 22; 3 23,14; 15,4%  
12-02-2003 01:30; 0 d 2 h; 2,1 6,5 4,7 356; 2 7,76; 0,0%  
19-02-2003 07:30; 0 d 0 h; 2,0 6,5 4,5 4; 4 0,00; 0,0%  
04-03-2003 03:00; 0 d 0 h; 2,0 6,3 4,6 353; 356 6,00; 0,0%  
14-03-2003 00:00; 4 d 9 h; 3,3 7,7 5,8 23; 22 15,06; 66,4%  
04-04-2003 00:30; 0 d 3 h; 2,1 6,3 5,1 328; 334 10,06; 0,0%  
21-05-2003 14:30; 0 d 14 h; 2,3 6,1 4,7 346; 330 20,96; 83,3%  
04-09-2003 01:30; 0 d 0 h; 2,1 6,7 5,8 29; 28 3,00; 0,0%  
13-09-2003 13:00; 0 d 16 h; 2,2 6,3 5,2 19; 6 18,59; 50,0%  
08-10-2003 07:30; 0 d 4 h; 2,7 6,9 6,1 330; 338 9,35; 0,0%  
15-10-2003 10:30; 0 d 0 h; 2,0 6,4 5,8 25; 25 0,00; 0,0%  
27-10-2003 07:00; 0 d 10 h; 2,3 6,1 4,9 346; 337 15,89; 33,3%  
23-12-2003 04:30; 2 d 17 h; 4,6 9,1 6,5 13; 355 31,05; 88,5%  
30-12-2003 13:00; 0 d 0 h; 2,0 8,7 5,6 82; 82 0,00; 0,0%  
03-01-2004 16:00; 0 d 15 h; 2,2 6,5 4,7 340; 337 5,10; 73,7%  
10-01-2004 16:30; 0 d 14 h; 2,6 6,5 5,5 337; 341 8,03; 83,3%  
15-01-2004 17:30; 0 d 0 h; 2,0 8,0 6,5 346; 346 0,00; 0,0%  
21-01-2004 21:00; 2 d 22 h; 3,2 8,3 6,4 29; 22 14,79; 62,3%  
30-01-2004 02:00; 0 d 18 h; 2,9 7,4 5,6 22; 7 19,14; 85,7%  
12-02-2004 04:30; 0 d 22 h; 2,4 8,0 5,4 34; 41 9,08; 61,3%  
22-02-2004 00:00; 3 d 1 h; 2,6 7,7 5,3 339; 66 106,10; 43,2%  
12-03-2004 04:00; 0 d 1 h; 2,2 5,9 4,8 337; 336 2,24; 0,0%  
25-04-2004 06:00; 0 d 10 h; 2,5 6,9 6,4 2; 6 7,37; 14,3%  
26-08-2004 23:30; 0 d 2 h; 2,1 6,9 4,9 331; 332 1,00; 60,0%  
20-11-2004 02:00; 0 d 0 h; 2,3 6,5 5,2 1; 1 0,00; 0,0%  
10-12-2004 03:30; 0 d 6 h; 2,0 5,6 4,4 333; 333 5,28; 33,3%  
15-01-2005 22:30; 5 d 9 h; 3,5 8,0 7,1 44; 35 51,54; 83,7%  
24-01-2005 16:30; 6 d 19 h; 3,5 8,7 6,1 20; 350 34,76; 42,4%  
10-03-2005 18:30; 0 d 5 h; 2,1 7,7 5,4 34; 37 3,84; 25,0%  
10-04-2005 19:30; 0 d 18 h; 2,5 8,7 7,0 40; 64 31,59; 0,0%  
04-08-2005 14:30; 0 d 16 h; 2,5 7,7 6,5 359; 16 26,37; 43,8%  
01-10-2005 04:30; 0 d 3 h; 2,3 7,1 6,2 29; 30 4,29; 16,7%  
22-01-2006 13:00; 3 d 2 h; 3,9 8,7 8,0 31; 9 27,79; 60,3%  
05-02-2006 07:30; 2 d 7 h; 3,4 7,1 6,0 15; 14 13,17; 75,7%  
24-02-2006 15:00; 0 d 1 h; 2,0 6,7 4,6 11; 13 3,81; 0,0%  
28-02-2006 03:30; 0 d 12 h; 2,6 6,7 5,1 6; 11 17,59; 26,7%  
06-03-2006 05:00; 1 d 12 h; 3,2 7,4 5,7 352; 1 22,52; 75,3%

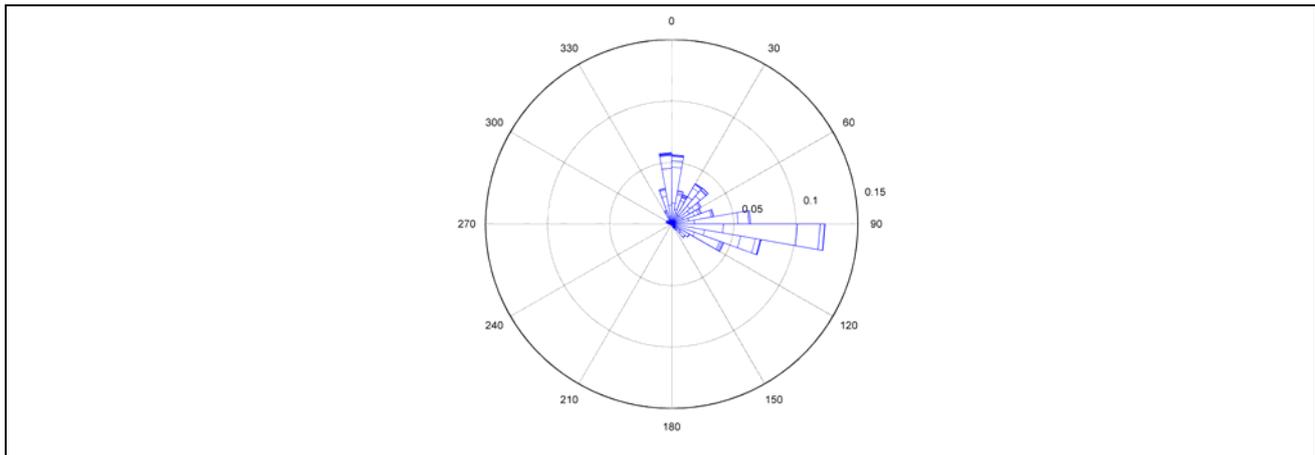
03-06-2006 05:00; 0 d 1 h; 2,2 7,1 6,0 344; 345 1,73; 0,0%  
30-08-2006 08:00; 0 d 9 h; 2,5 7,1 5,3 344; 347 6,11; 46,7%  
30-10-2006 12:30; 4 d 11 h; 3,0 7,5 7,0 24; 57 47,63; 2,1%  
10-11-2006 15:00; 0 d 4 h; 2,4 6,5 6,0 30; 34 4,65; 0,0%  
19-12-2006 14:30; 0 d 9 h; 2,1 6,9 5,0 9; 15 9,54; 10,0%  
02-01-2007 13:30; 0 d 14 h; 3,6 8,0 6,9 352; 340 15,13; 82,1%  
04-02-2007 03:30; 0 d 4 h; 2,5 7,4 5,3 36; 35 4,76; 60,0%  
13-02-2007 15:00; 0 d 1 h; 2,2 7,1 5,4 338; 342 5,70; 0,0%

### **Dati della boa di Giulianova**

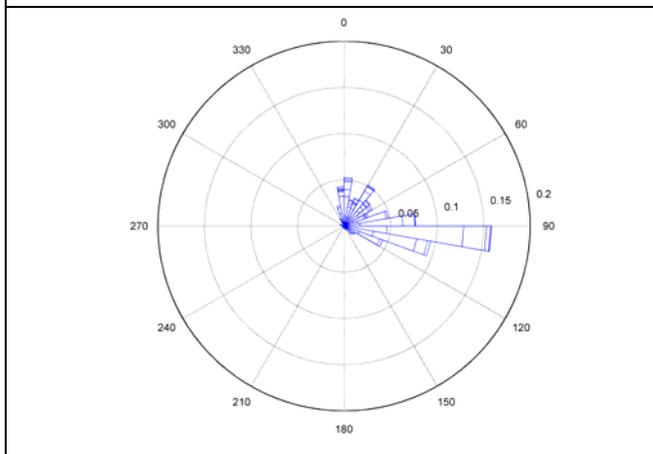
Per la boa ormeggiata nei pressi di Giulianova e gestita dalla Regione Abruzzo, sono stati analizzati poco più di un anno di dati, pertanto non verranno discussi in dettaglio i risultati. Ad ogni modo è comunque molto importante nell'ottica del presente lavoro disporre di dati misurati in prossimità della zona oggetto di studio. Questi dati saranno pertanto fondamentali per la calibrazione o la verifica dei risultati ottenuti dai modelli numerici per il moto ondoso.

Il dataset in esame va da fine Gennaio 2006 ad inizio Marzo 2007. Le direzioni di provenienza principale del moto ondoso sono molto simili a quelle registrate dalla boa RON di Ortona: da Nord e da Est. La mareggiata più alta si è verificata nel Marzo 2006 con un massimo di 3,3 m di altezza d'onda significativa.

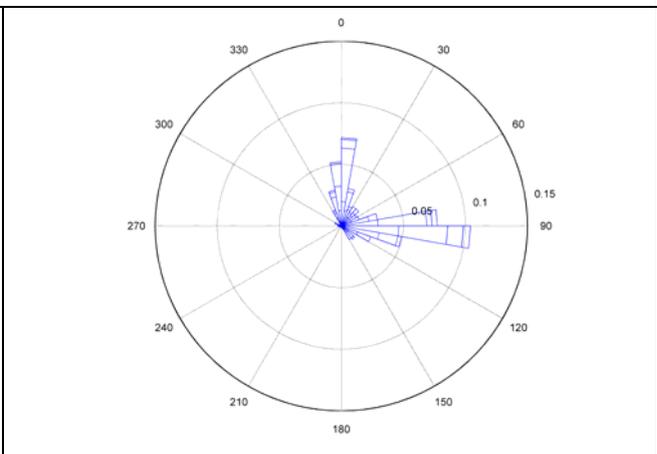
### Climatologia e tabelle a doppia entrata (Hm0-Dm)



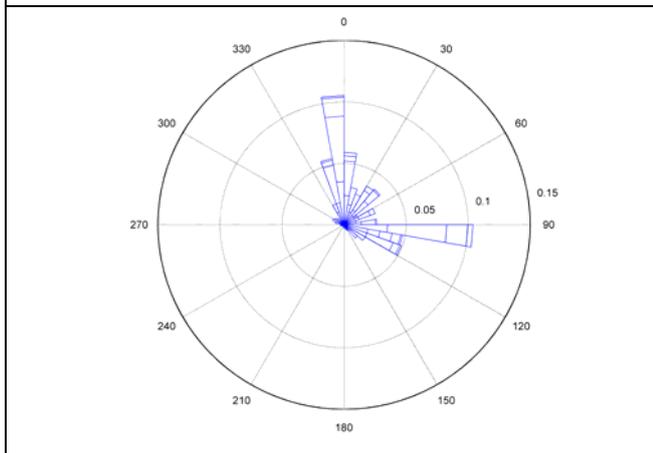
**Figura 40:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Giulianova dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m.



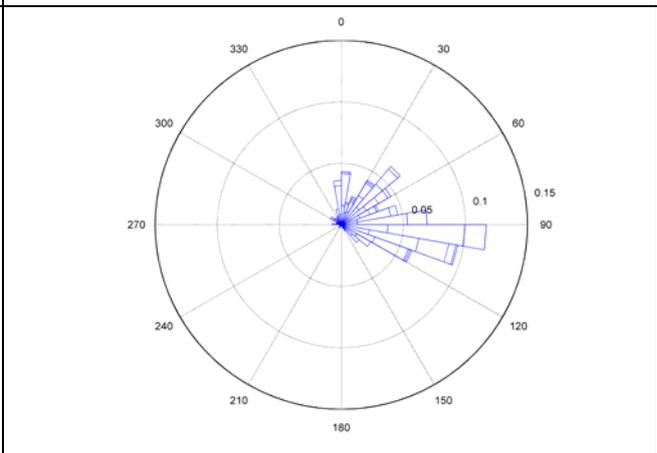
**Figura 41:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Giulianova dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m. Mesi invernali: Gennaio, Febbraio e Marzo.



**Figura 42:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Giulianova dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m. Mesi primaverili: Aprile, Maggio e Giugno.



**Figura 43:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Giulianova dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m. Mesi estivi: Luglio, Agosto e Settembre.



**Figura 44:** Distribuzione direzionale delle onde registrate dalla boa di Giulianova dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di altezza di 0,5 m. Mesi autunnali: Ottobre, Novembre e Dicembre.

**Tabella 24: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Giulianova – Dati triorari dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007.**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																							
4047	3050	997	744																							
m	272	154	138	176	114	169	423	373	130	63	17	5	2	1	5	3	3	4	15	17	25	18	18	161	2306	
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
3	4	-	1	5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	
2,5	3	-	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	16
2	8	5	2	8	11	1	1	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	47
1,5	13	8	15	31	16	5	33	26	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	162
1	70	29	38	52	24	22	81	85	12	4	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	3	56	479
0,5	174	112	77	77	61	141	308	253	114	59	17	4	2	1	4	2	3	4	15	17	25	18	15	88	1591	
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N	

**Tabella 25: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Giulianova – Dati triorari dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007 (mesi invernali – Gennaio, Febbraio, Marzo).**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																						
1106	934	172	176																						
m	75	45	58	54	43	71	157	148	37	12	4	2	1	0	3	1	0	0	2	5	0	2	2	36	758
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3	4	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
2,5	3	-	4	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	13
2	6	3	2	4	5	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	25
1,5	6	5	7	4	5	3	14	13	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	59
1	17	10	15	12	7	7	36	29	6	1	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	14	158
0,5	39	27	29	28	24	60	106	104	30	11	4	1	1	-	2	-	-	-	2	5	-	2	1	19	495
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N

**Tabella 26: Rapporto tra la distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione nei mesi invernali (Gennaio, Febbraio, Marzo) rispetto alla distribuzione totale– Giulianova – Dati triorari dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007.**

Totale	Inverno																								
3050	934																								
m	0,28	0,29	0,42	0,31	0,38	0,42	0,37	0,40	0,28	0,19	0,24	0,40	0,50	0,00	0,60	0,33	0,00	0,00	0,13	0,29	0,00	0,11	0,11	0,22	0,33
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1,00	-	1,00	0,60	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,73
2,5	1,00	-	0,80	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	0,81
2	0,75	0,60	1,00	0,50	0,45	1,00	1,00	0,25	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,53
1,5	0,46	0,63	0,47	0,13	0,31	0,60	0,42	0,50	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	0,36
1	0,24	0,34	0,39	0,23	0,29	0,32	0,44	0,34	0,50	0,25	-	1,00	-	-	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	0,33	0,25	0,33
0,5	0,22	0,24	0,38	0,36	0,39	0,43	0,34	0,41	0,26	0,19	0,24	0,25	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,13	0,29	0,00	0,11	0,07	0,22	0,31
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N

**Tabella 27: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Giulianova – Dati triorari dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007 (mesi primaverili – Aprile, Maggio, Giugno).**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																						
1121	712	409	261																						
m	67	41	20	19	13	35	103	56	16	15	7	1	0	0	0	1	0	1	4	2	5	2	3	40	451
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
1,5	4	3	5	4	-	-	11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	33
1	26	11	4	3	2	3	10	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	13	81
0,5	37	27	11	12	11	32	82	47	16	15	7	1	-	-	-	1	-	1	4	2	5	2	2	19	334
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N

**Tabella 28: Rapporto tra la distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione nei mesi primaverili (Aprile, Maggio, Giugno) rispetto alla distribuzione totale– Giulianova – Dati triorari dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007.**

Totale	Primavera																								
3050	712																								
m	0,25	0,27	0,14	0,11	0,11	0,21	0,24	0,15	0,12	0,24	0,41	0,20	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,25	0,27	0,12	0,20	0,11	0,17	0,25	0,20
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,00	-	0,00	0,00	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
2,5	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,67	0,13
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,02
1,5	0,31	0,38	0,33	0,13	0,00	0,00	0,33	0,04	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,42	0,20
1	0,37	0,38	0,11	0,06	0,08	0,14	0,12	0,09	0,00	0,00	-	0,00	-	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,33	0,23	0,17
0,5	0,21	0,24	0,14	0,16	0,18	0,23	0,27	0,19	0,14	0,25	0,41	0,25	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,25	0,27	0,12	0,20	0,11	0,13	0,22	0,21
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N

**Tabella 29: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Giulianova – Dati triorari dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007 (mesi estivi – Luglio, Agosto, Settembre).**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																						
737	713	24	179																						
m	87	41	29	40	18	18	69	63	35	15	5	1	1	1	1	0	1	2	4	7	11	5	9	71	534
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
1,5	2	-	1	6	-	-	6	9	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	32
1	17	7	7	13	5	3	9	12	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	95
0,5	66	34	21	21	13	15	54	39	31	14	5	1	1	1	1	-	1	2	4	7	11	5	9	46	402
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N

**Tabella 30: Rapporto tra la distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione nei mesi estivi (Luglio, Agosto, Settembre) rispetto alla distribuzione totale– Giulianova – Dati triorari dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007.**

Totale	Estate																								
3050	713																								
m	0,32	0,27	0,21	0,23	0,16	0,11	0,16	0,17	0,27	0,24	0,29	0,20	0,50	1,00	0,20	0,00	0,33	0,50	0,27	0,41	0,44	0,28	0,50	0,44	0,23
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,00	-	0,00	0,00	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09
2,5	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00
2	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,09
1,5	0,15	0,00	0,07	0,19	0,00	0,00	0,18	0,35	0,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,20
1	0,24	0,24	0,18	0,25	0,21	0,14	0,11	0,14	0,17	0,25	-	0,00	-	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,34	0,20
0,5	0,38	0,30	0,27	0,27	0,21	0,11	0,18	0,15	0,27	0,24	0,29	0,25	0,50	1,00	0,25	0,00	0,33	0,50	0,27	0,41	0,44	0,28	0,60	0,52	0,25
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N

**Tabella 31: Distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione – Giulianova – Dati triorari dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007 (mesi autunnali – Ottobre, Novembre, Dicembre).**

Totale dati aspettati	Presenti	Mancanti	Calme																						
1086	694	392	130																						
m	43	27	31	63	40	45	94	106	42	21	1	1	0	0	1	1	2	1	5	3	9	9	4	15	564
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
2,5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2	-	2	-	4	6	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
1,5	1	-	2	17	11	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38
1	10	1	12	24	10	9	26	36	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10	145
0,5	32	24	16	16	13	34	66	63	37	19	1	1	-	-	1	1	2	1	5	3	9	9	3	5	361
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N

**Tabella 32: Rapporto tra la distribuzione di frequenza delle onde per fasce di Hm0 e di direzione media di propagazione nei mesi autunnali (Ottobre, Novembre, Dicembre) rispetto alla distribuzione totale– Giulianova – Dati triorari dal 26 Gennaio 2006 al 07 Marzo 2007.**

Totale	Autunno																								
3050	694																								
m	0,16	0,18	0,22	0,36	0,35	0,27	0,22	0,28	0,32	0,33	0,06	0,20	0,00	0,00	0,20	0,33	0,67	0,25	0,33	0,18	0,36	0,50	0,22	0,09	0,24
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,00	-	0,00	0,40	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18
2,5	0,00	-	0,20	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,06
2	0,00	0,40	0,00	0,50	0,55	0,00	0,00	0,50	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,36
1,5	0,08	0,00	0,13	0,55	0,69	0,40	0,06	0,12	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,23
1	0,14	0,03	0,32	0,46	0,42	0,41	0,32	0,42	0,33	0,50	-	0,00	-	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,33	0,18	0,30
0,5	0,18	0,21	0,21	0,21	0,21	0,24	0,21	0,25	0,32	0,32	0,06	0,25	0,00	0,00	0,25	0,50	0,67	0,25	0,33	0,18	0,36	0,50	0,20	0,06	0,23
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	Deg N

## Elenco delle mareggiate:

Numero di calme minimo per la separazione di due mareggiate = 106 (53 ore)

Valore della soglia per l'individuazione di una mareggiata = 2,0

27-01-2006 20:00; 0 d 0 h; 2,0 6,7 5,1 101; 103 3,00; 33,3%  
24-02-2006 01:00; 0 d 15 h; 2,2 6,3 5,2 56; 51 11,06; 24,0%  
06-03-2006 03:00; 2 d 2 h; 3,2 7,7 5,9 356; 23 37,41; 24,6%  
12-03-2006 13:30; 1 d 5 h; 3,3 7,7 6,5 35; 34 13,49; 24,7%  
30-05-2006 14:00; 0 d 7 h; 2,6 5,9 4,9 349; 346 5,45; 30,0%  
30-08-2006 12:30; 0 d 1 h; 2,1 6,7 5,0 359; 356 4,47; 0,0%  
26-09-2006 23:00; 0 d 3 h; 2,9 9,1 7,2 108; 109 2,14; 20,0%  
02-11-2006 02:00; 0 d 21 h; 2,9 7,1 5,7 45; 42 14,03; 38,8%  
10-11-2006 15:00; 0 d 0 h; 2,2 6,7 5,1 53; 53 0,00; 0,0%  
09-12-2006 05:30; 0 d 5 h; 2,2 7,1 5,4 107; 107 4,05; 20,0%  
19-12-2006 14:00; 0 d 0 h; 2,0 7,1 5,5 62; 62 0,00; 0,0%  
21-12-2006 21:30; 0 d 0 h; 2,0 6,7 5,1 51; 51 0,00; 0,0%  
02-01-2007 17:30; 0 d 6 h; 3,1 9,1 6,5 8; 5 5,56; 23,5%  
23-01-2007 17:00; 0 d 1 h; 2,1 8,3 5,5 97; 104 11,66; 0,0%  
04-02-2007 01:00; 0 d 0 h; 2,3 6,7 5,4 52; 51 3,00; 0,0%  
13-02-2007 08:00; 0 d 3 h; 2,4 6,3 5,1 339; 343 7,15; 22,2%

## **Vento**

Le misure del campo di vento disponibili provengono dai mareografi della RMN posti presso le stazioni di Ortona ed Ancona. Tali misure si riferiscono esclusivamente a valori a terra e non sono ad ora disponibili dati a largo. Le stazioni della RMN sono state dotate di anemometri nel periodo 1998-99. Pertanto sebbene siano disponibili serie molto lunghe per i livelli del mare, i dati di vento non sono antecedenti a questa data. Le misurazioni sono a cadenza oraria e riportano l'intensità del vento in m/s e la direzione di propagazione del vento in degN.

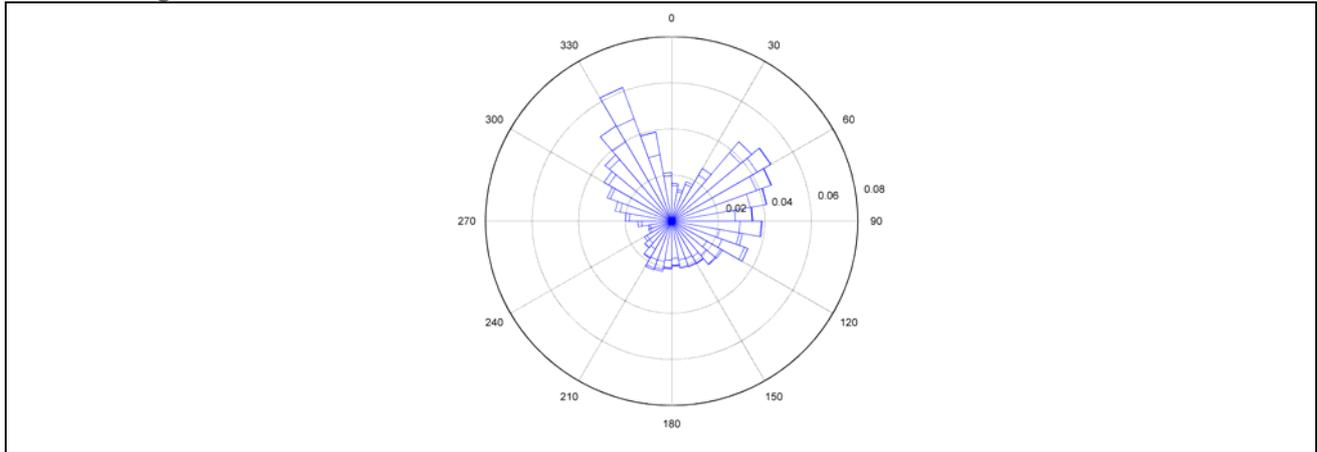
## **Analisi dei dati**

Per i dati di vento sono stati realizzati dei grafici radar per rappresentare la distribuzione in frequenza per fasce di intensità di 5 m/s. Si evidenzia che per omogeneità con l'analisi fatta per le onde, le direzioni dei dati di vento sono state ruotate di 180° in modo da ottenere direzioni di provenienza e non di propagazione (come riportato nel database della RMN). Inoltre le calme, ossia le registrazioni con vento nullo non sono state incluse nella rappresentazione radar.

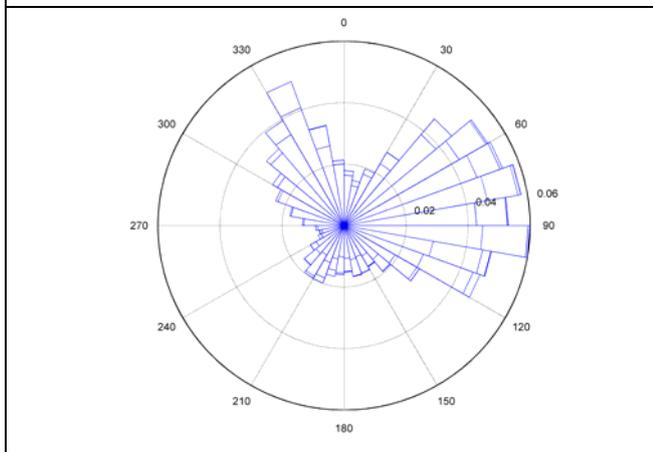
## **Dati di vento per il mareografo di Ancona**

I dati di vento per Ancona coprono il periodo dal Febbraio 1999 al Settembre 2007. L'analisi della climatologia (Figura 45-Figura 49) mostra un buon accordo con la distribuzione direzionale dei dati di onde per le direzioni da Nord-Ovest e Nord-Est. La direzione da Sud-Est non appare invece evidente nei dati di vento probabilmente per la presenza di una schermatura dovuta al monte Conero.

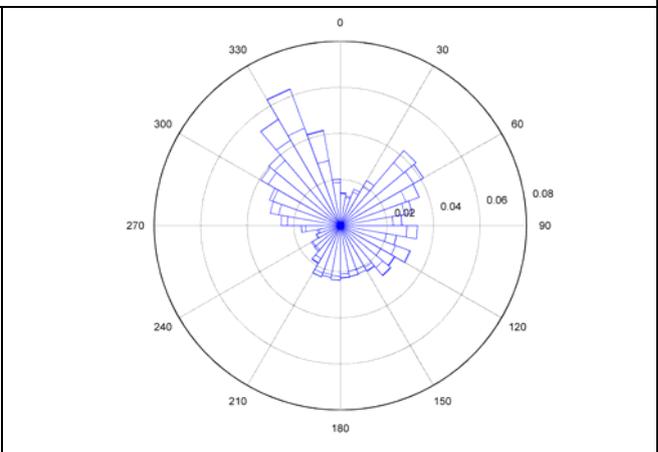
## Climatologia del vento



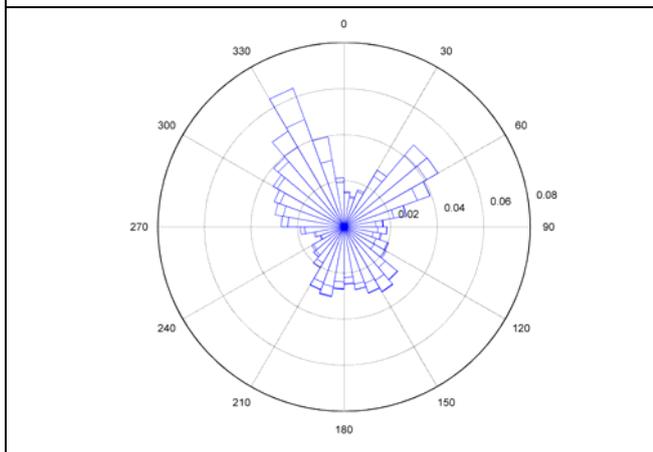
**Figura 45: Distribuzione direzionale del vento per la stazione RMN di Ancona dal 04/02/1999 al 24/09/2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di intensità di 5 m/s.**



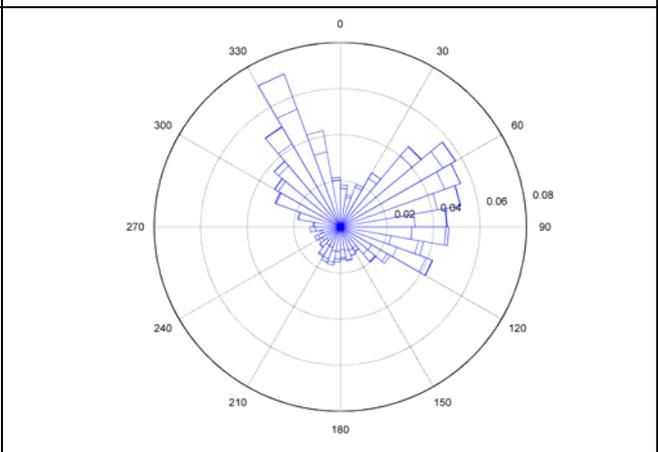
**Figura 46: Distribuzione direzionale del vento per la stazione RMN di Ancona dal 04/02/1999 al 24/09/2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di intensità di 5 m/s. Mesi invernali: Gennaio, Febbraio e Marzo.**



**Figura 47: Distribuzione direzionale del vento per la stazione RMN di Ancona dal 04/02/1999 al 24/09/2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di intensità di 5 m/s. Mesi primaverili: Aprile, Maggio e Giugno.**



**Figura 48: Distribuzione direzionale del vento per la stazione RMN di Ancona dal 04/02/1999 al 24/09/2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di intensità di 5 m/s. Mesi estivi: Luglio, Agosto e Settembre.**

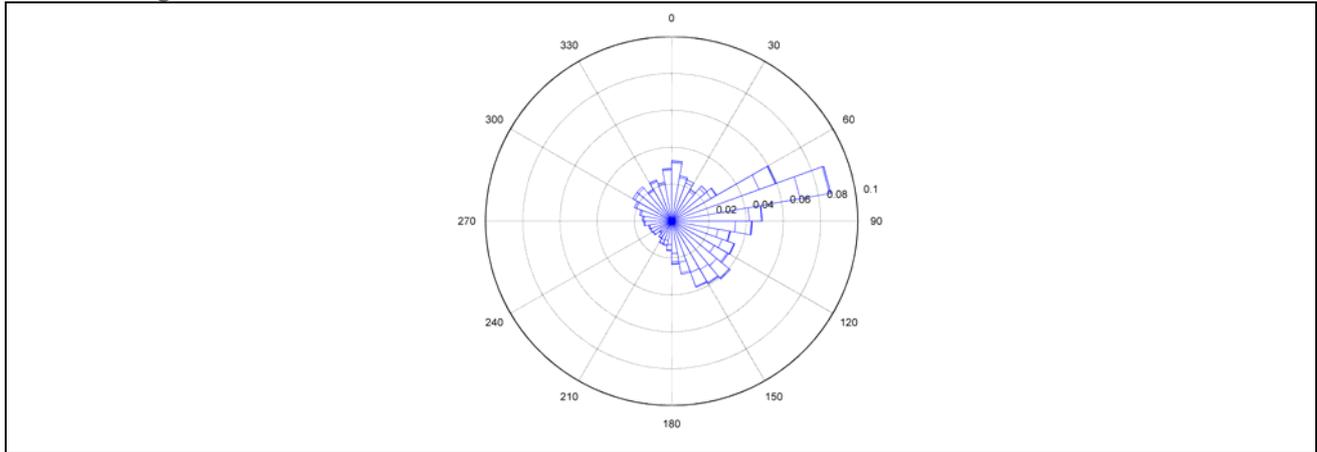


**Figura 49: Distribuzione direzionale del vento per la stazione RMN di Ancona dal 04/02/1999 al 24/09/2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di intensità di 5 m/s. Mesi autunnali: Ottobre, Novembre e Dicembre.**

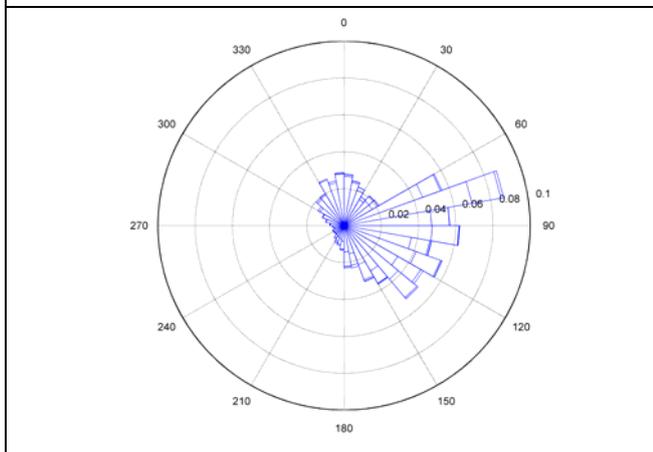
### **Dati di vento per il mareografo di Ortona**

I dati di vento per Ortona sono disponibili dal Giugno 1999 al Settembre 2007. Dalle immagini (Figura 50-Figura 54) è immediatamente evidente che la distribuzione in frequenza del vento mostra un picco nella direzione Est. Ciò è in contrasto con quanto mostrato dalla distribuzione del moto ondoso in cui la direzione da Nord è nel caso generale e nella stagione invernale ed estiva predominante. Questa discrepanza può essere spiegata dal fatto che essendoci nella direzione Nord un fetch molto più esteso di quello presente nella direzione Est, le onde provenienti da Est sono generate prevalentemente da venti locali mentre quelle provenienti da Nord sono generate oltre che da venti locali anche da venti localizzati geograficamente più a Nord.

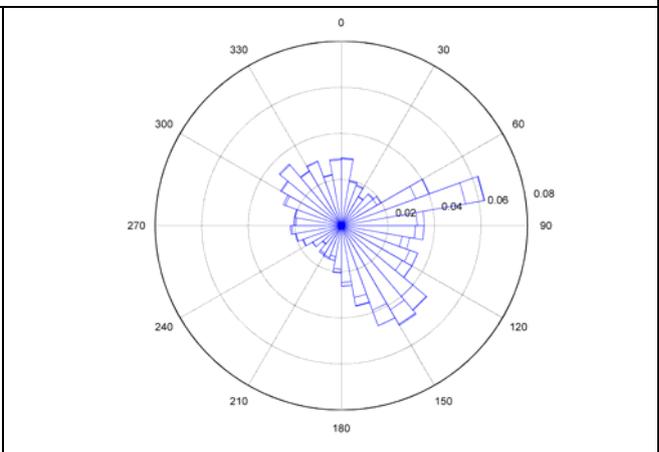
## Climatologia del vento



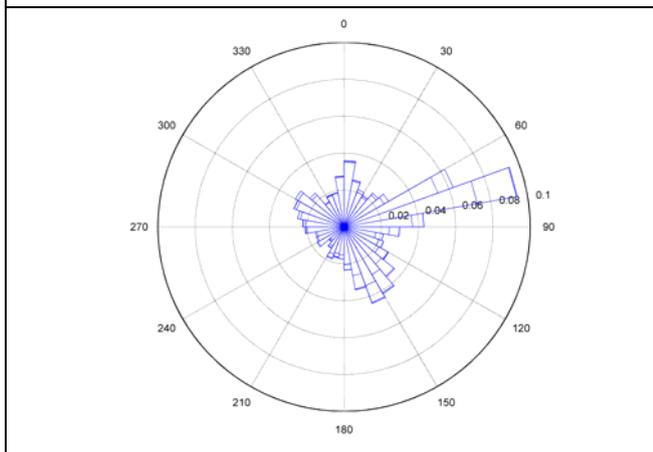
**Figura 50:** Distribuzione direzionale del vento per la stazione RMN di Ortona dal 19/06/1998 al 24/09/2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di intensità di 5 m/s.



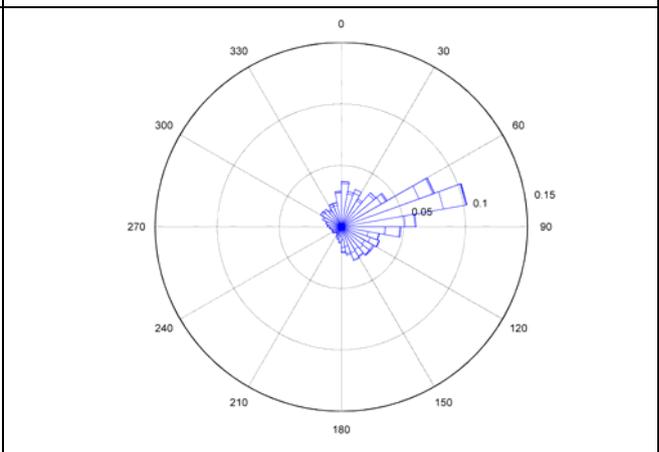
**Figura 51:** Distribuzione direzionale del vento per la stazione RMN di Ortona dal 19/06/1998 al 24/09/2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di intensità di 5 m/s. Mesi invernali: Gennaio, Febbraio e Marzo.



**Figura 52:** Distribuzione direzionale del vento per la stazione RMN di Ortona dal 19/06/1998 al 24/09/2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di intensità di 5 m/s. Mesi primaverili: Aprile, Maggio e Giugno.



**Figura 53:** Distribuzione direzionale del vento per la stazione RMN di Ortona dal 19/06/1998 al 24/09/2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di intensità di 5 m/s. Mesi estivi: Luglio, Agosto e Settembre.



**Figura 54:** Distribuzione direzionale del vento per la stazione RMN di Ortona dal 19/06/1998 al 24/09/2007. L'istogramma per ogni direzione è dato dalla somma dei contributi per fasce di intensità di 5 m/s. Mesi autunnali: Ottobre, Novembre e Dicembre.

## DATI CARTOGRAFICI E MORFOLOGICI

### *Banca dati cartografici*

I dati inerenti la caratterizzazione della linea di costa e delle opere che su di essa si inseriscono sono stati ricavati dalle informazioni contenute all'interno del Sistema Informativo Geografico (SIGC) a scala nazionale, sviluppato dal Servizio Difesa delle Coste dell'APAT e dai dati forniti dalla regione Marche.

### **Dati cartografici presenti nel SIGC**

Il SIGC, realizzato utilizzando il software ArcGIS 9 prodotto dalla ESRI, fornisce una rappresentazione, nel sistema di riferimento UTM fuso 32 e 33 - WGS84, dei parametri caratteristici del territorio costiero italiano ed è strumento di supporto dell'analisi dello stato dei litorali. L'intero sistema si è avvalso dell'integrazione di cartografia digitale e di banche dati georeferenziate ed è composto di strati informativi derivanti da tecniche di ricognizione e di diagnostica ambientale di tipo tradizionale (misure in situ, cartografia storica, foto aeree zenitali e prospettive), oltre che di dati provenienti da tecniche innovative quali immagini satellitari ad alta risoluzione e foto aeree prospettive, appositamente acquisite su ristrette fasce di territorio.

La cartografia e i dati utilizzati come riferimento sono raster:

- cartografia storica IGM a scala 1:25000 in formato digitale;
- ortofoto digitali a colori volo IT2000 a risoluzione spaziale di 1 m;

che hanno la peculiarità determinante della copertura nazionale, ottenuta mediante mosaicatura dei singoli elementi.

I dati vettoriali inerenti gli aspetti geomorfologici, amministrativi e delle infrastrutture che insistono sulla fascia costiera, acquisiti presso gli enti competenti, sono tematismi relativi a:

- dati ambientali: batimetrie; idrografia, laghi; litologia, uso del suolo;
- dati amministrativi;
- infrastrutture: strade, ferrovie, aeroporti, dighe.

I dati raster disponibili sono stati elaborati mediante fotointerpretazione e digitalizzazione e sono stati realizzati nuovi tematismi di settore inerenti alle seguenti:

#### **Linea di costa**

- unità fisiografiche;
- linea di costa IGM: andamento derivato dai mosaici delle tavolette IGM a scala 1: 25.000;
- linea di costa dell'anno 2000: andamento derivato dalle ortofoto volo IT2000 a scala 1: 10.000;
- caratterizzazione della costa: naturale/artificiale/fittizia, costa naturale alta/bassa;

#### **Infrastrutture**

- porti;
- opere di difesa: censimento e classificazione da fotointerpretazione di ortofoto volo IT2000;

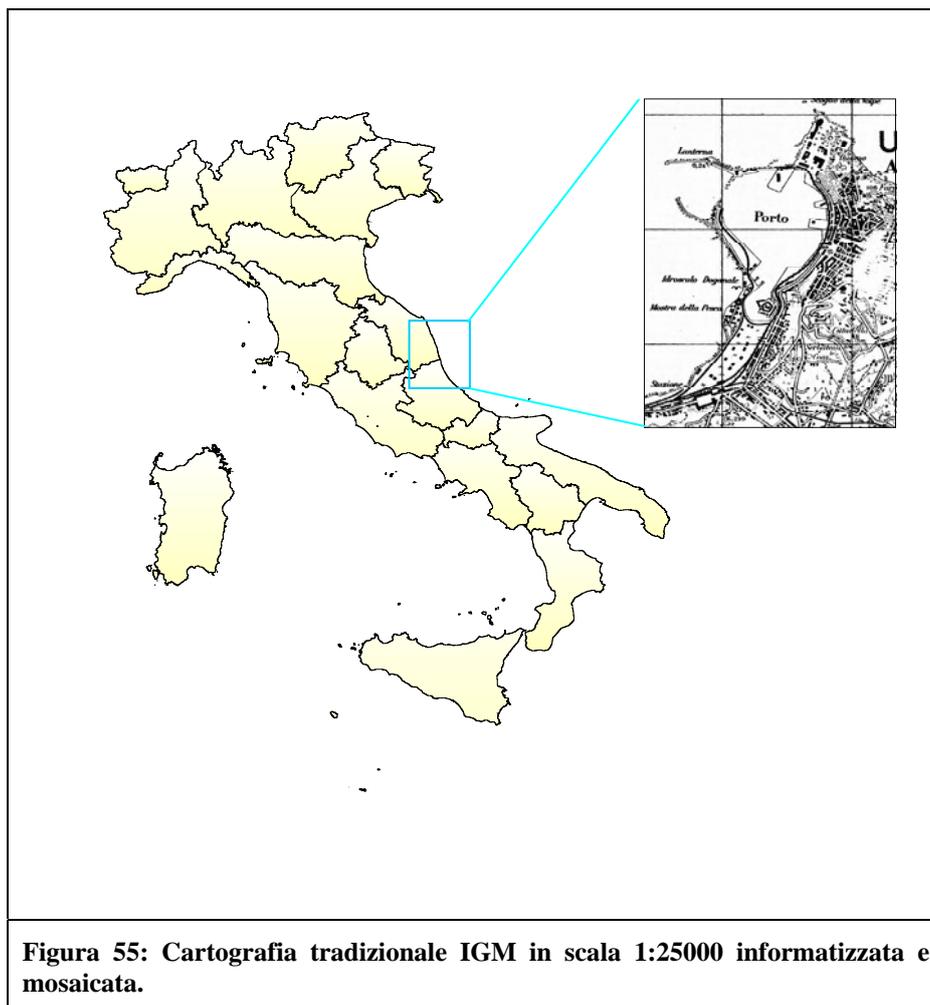
#### **Dati meteomarini**

- reti e stazioni di misura: 14 boe ondamiche (Rete Ondametrica Nazionale), 26 siti mareografici (Rete Mareografica Nazionale);
- settori costieri prospicienti le boe ondamiche e clima meteomarino.

### *linea di costa*

#### **Delimitazione della linea di costa storica**

Al fine di individuare la linea di costa storica di riferimento è stata utilizzata la cartografia IGM (Figura 55) in scala 1:25000, successivamente utilizzata per la valutazione dei tratti di costa stabili e modificati, in avanzamento ed in arretramento.



### **Delimitazione e descrizione della linea di costa 2000.**

La copertura fornita dalle ortofoto digitali a colori del volo IT2000 (Figura 56) è stata utilizzata per ricavare informazioni relative all'andamento più aggiornato della linea di riva; tutti gli altri strati informativi sono stati utilizzati per la classificazione e codifica dei tratti di costa e per la produzione dei diversi tematismi.



Figura 56: Ortofoto volo IT2000: esempio di editing della linea di costa.

La linea di costa, intesa come confine ultimo tra terraferma e mare, è stata acquisita con continuità, anche in presenza di manufatti che ne fanno parte integrante, quali porti, moli e opere di difesa aderenti. In corrispondenza delle foci di corsi d'acqua sono state acquisite le sponde per un tratto di 500 m verso l'entroterra. La linea di riva digitalizzata è stata inoltre classificata in naturale; artificiale, in corrispondenza dei manufatti ed opere marittime; fittizia, in corrispondenza delle foci dei fiumi, per i tratti che raccordano gli estremi delle sponde dei corsi d'acqua, delle opere marittime e delle opere di difesa (Figura 57).

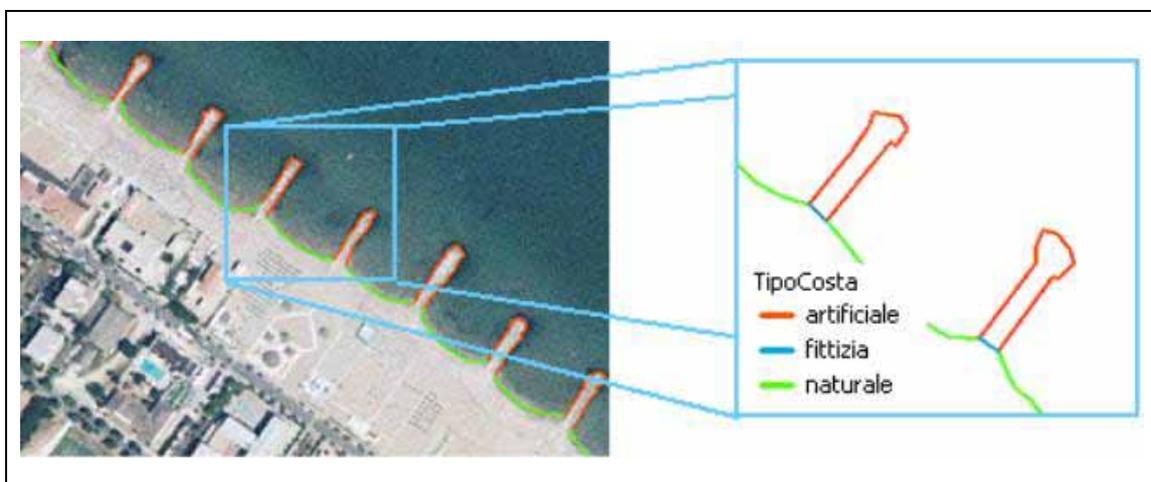
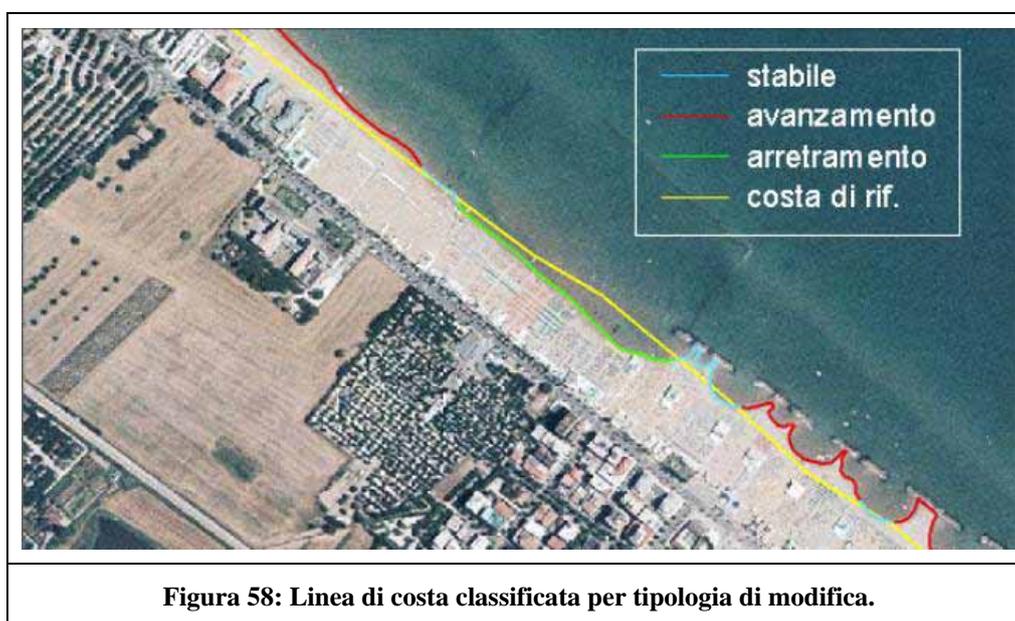


Figura 57: Ortofoto volo IT2000: editing della linea di costa in presenza di manufatti

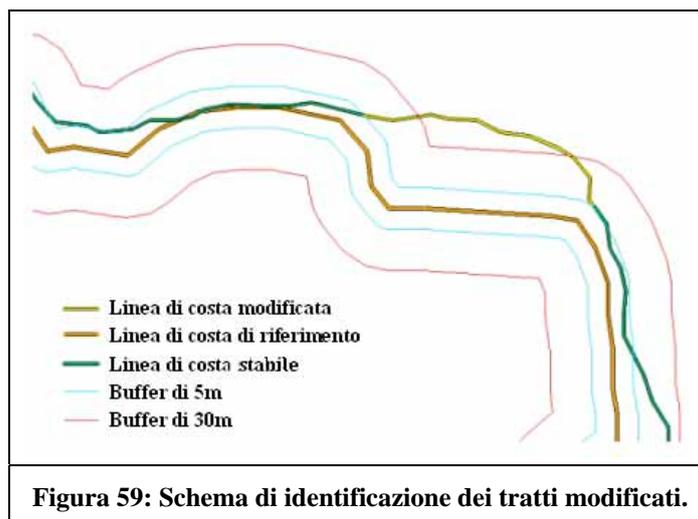
I tratti di costa naturale sono stati inoltre distinti in costa alta e costa bassa. Tutte le opere di difesa dei litorali visibili con le ortofoto, incluse le opere emerse e sommerse non direttamente collegate alla linea di costa, sono state digitalizzate e catalogate per tipologia.

### Analisi dell'evoluzione della linea di costa.

Mediante operazioni di sovrapposizione e analisi spaziali è stato condotto il confronto tra la linea di costa storica (da cartografia IGM in scala 1:25000) e la linea di costa 2000 (da ortofoto digitali a colori IT2000) a meno di tutti i manufatti e corsi d'acqua, che sono stati sostituiti con i relativi tratti fittizi. Il risultato del confronto ha consentito: la suddivisione della linea di costa digitalizzata dalle ortofoto in più tratti contigui classificati per variazione (avanzamento, erosione, stabilità) rispetto alla linea IGM di riferimento (Figura 58) e la corrispondente valutazione delle modifiche spaziali e nel tempo della fascia di litorale analizzato.



Per l'analisi delle variazioni della linea di riva sono state generate due fasce di rispetto (*buffer*) sub-parallele alla linea di costa di riferimento IGM; l'una di ampiezza 5 m, per gli eventuali errori di graficismo della cartografia IGM, e l'altra di 30 m, per contenere gli errori di coregistrazione delle due linee derivanti dalla differenza di scala, dalle operazioni di scansione delle carte IGM, di mosaicatura e georeferenziazione. I tratti di costa digitalizzati dalle ortofoto distanti più di 30 m dalla linea storica IGM sono stati identificati come modificati (avanzati/arretrati), mentre tutti gli altri tratti sono stati definiti stabili (Figura 59). Per ogni tratto di costa modificato è stata determinata la dimensione lineare, areale e l'entità media e massima della variazione.



### Dati pregressi forniti dalla Regione Marche

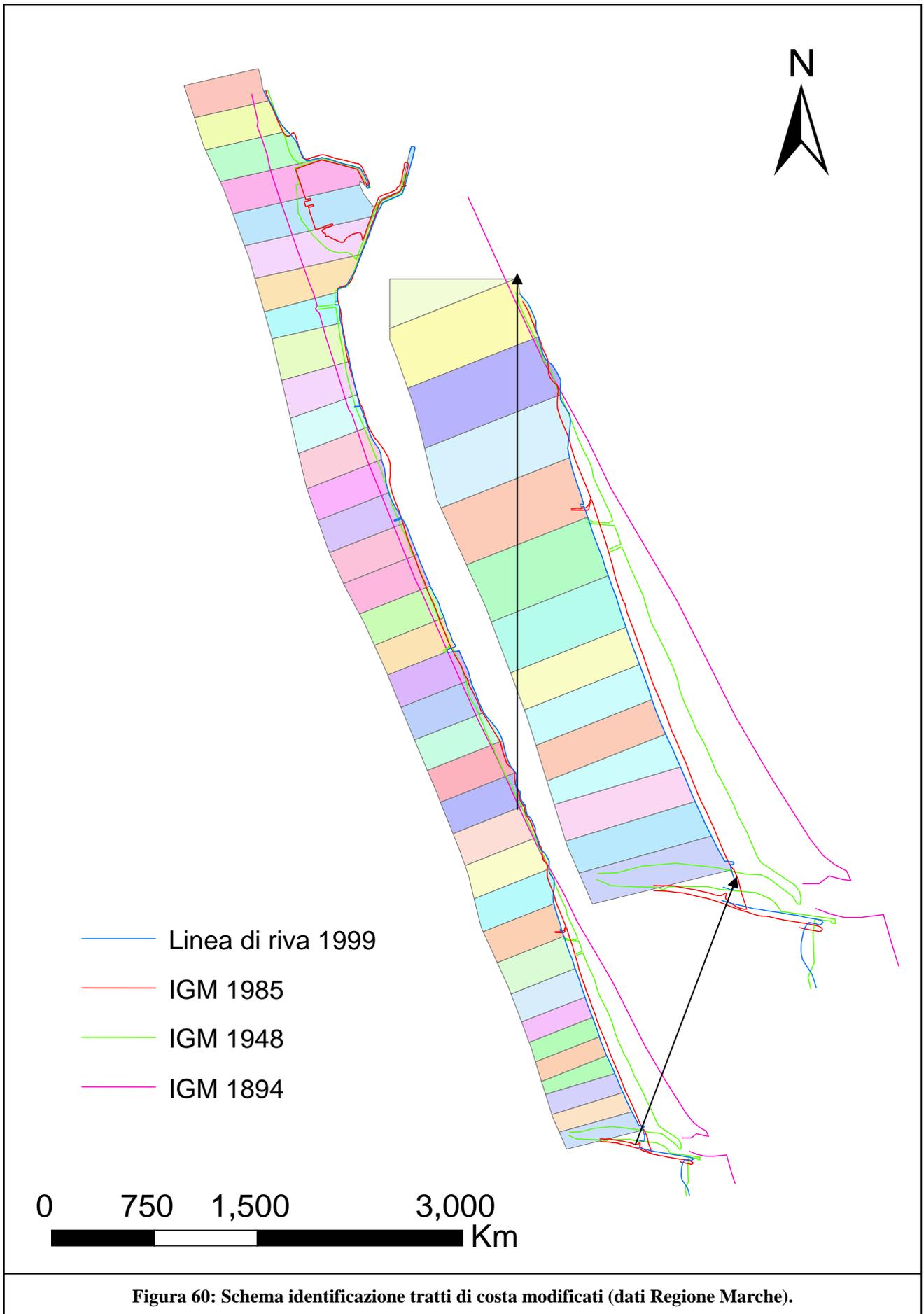
Le linee di costa fornite dalla regione Marche sono:

- linea di costa dalla cartografia IGM 1894 (scala 1:50000)
- linea di costa dalla cartografia IGM 1948 (scala 1:25000)
- linea di costa dalla cartografia IGM 1985 (scala 1:25000)
- rilievo della linea di costa eseguito dalla Regione Marche 1999

Le elaborazioni relative all'evoluzione storica della linea di costa sono state eseguite individuando una porzione di fascia territoriale di riferimento delimitata da una parte dalla linea di costa del 1999 e dall'altra da una spezzata poligonale parallela a quest'ultima e distante da essa mediamente 5 km.

Tale fascia è stata poi suddivisa in poligoni e ogni poligono è stato utilizzato per il calcolo dell'evoluzione storica della linea di costa calcolando lo spostamento relativo delle tre linee di costa (1948, 1985, 1999) rispetto ad una linea di riferimento coincidente con la linea ferroviaria Bologna-Lecce (Figura 60).

Il calcolo dello spostamento è stato eseguito misurando la distanza tra la ferrovia e la linea di costa lungo la traccia del profilo batimetrico. Ad ogni poligono è stata associata una lunghezza data dalla media dei due valori misurati dei due valori misurati lungo i limiti trasversali dello stesso poligono. Lo spostamento è stato ottenuto dalla differenza algebrica tra le distanze relative alle tre linee di costa, ricavando così uno spostamento di lungo periodo (1948-1999) e due spostamenti di breve periodo (1948-1985 e 1985-1999).



## **Dati rilevati in situ**

Recenti campagne di misura effettuate nel mese di settembre hanno consentito di ricostruire l'andamento più aggiornato della linea di costa del tratto compreso tra la Foce del Tronto ed il porto di San Benedetto del Tronto. La linea di costa è stata acquisita utilizzando un GPS modello GS20 della Leica con un errore di posizionamento massimo di 5, 10 m. Ciò ha consentito di ricostruire l'andamento più recente della linea di riva, in modo da poterla confrontare con i dati storici esistenti ed ottenere una valutazione delle modifiche subite durante gli ultimi anni (Figura 61).

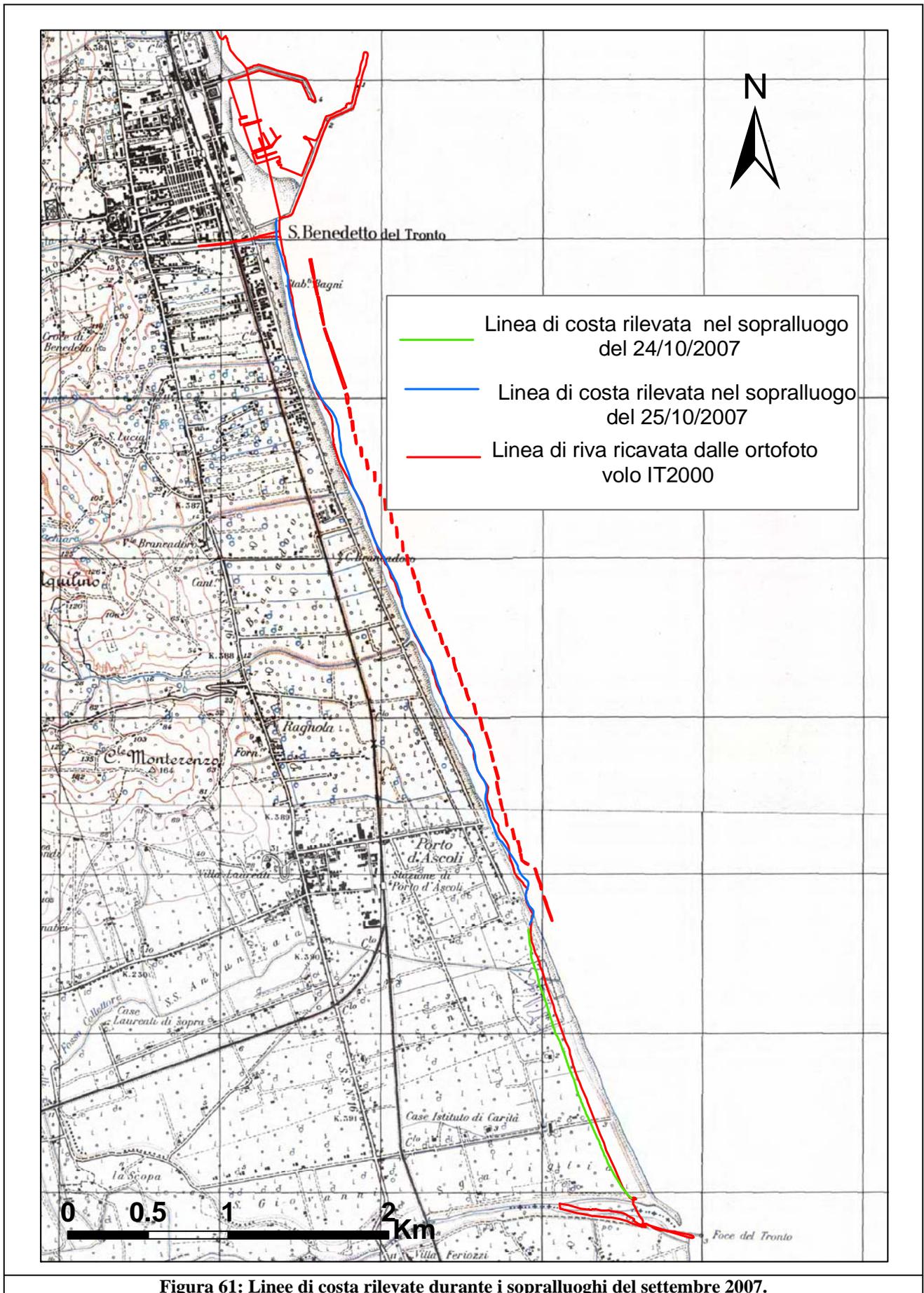


Figura 61: Linee di costa rilevate durante i sopralluoghi del settembre 2007.

## ***Inquadramento Geo Sedimentologico***

La costa marchigiana costituisce un'unità morfodinamica complessa formata da settori con problematiche differenti sia dal punto di vista morfologico che evolutivo. La morfologia e la direzione della costa sono regolate dal promontorio di Gabicce e da quello del Conero che individuano due tratti di costa: l'uno da Gabicce al Conero orientato N 130° E, l'altro dal Conero alla foce del fiume Tronto con direzione N 155° E.

La costa marchigiana è costituita da spiagge basse, sabbiose e/o ghiaiose per l'81% (circa 139 km), la maggior parte delle quali ha subito arretramenti ed è attualmente occupata da opere costiere (vi risultano presenti circa 6 km di strutture portuali e circa 90 km di difese litoranee). Buona parte delle spiagge basse ancora non protette è comunque soggetta ad arretramento. Le poche parti senza problemi riguardano tratti posti generalmente a Sud di porti o barriere litoranee, oppure a Nord di foci fluviali con trasporto solido al mare ancora rilevante.

La costa bassa è caratterizzata da lunghe distese litoranee di spiaggia, con un andamento pressoché rettilineo o a leggera falcatura, intervallate dalle foci di numerosi corsi d'acqua, che scorrono, a partire dagli Appennini, in vallate disposte a pettine pressoché perpendicolari ad essa. Sono fiumi a carattere torrentizio, con portate quasi nulle nel periodo estivo e portate di piena improvvise e di breve durata.

Attorno alle foci fluviali si sono sviluppate in maniera naturale le spiagge, che sono più o meno ampie ed estese in relazione agli apporti solidi al mare dei corsi d'acqua limitrofi. Ugualmente in stretta relazione con le quantità solide trasportate al mare anche gli stessi delta di foce fluviali si presentano più o meno aggettanti e pronunciati rispetto all'andamento pressoché lineare della linea di costa. Per il loro carattere torrentizio ed il breve percorso fino al mare (il più lungo è il Tronto, 115 km), i principali fiumi marchigiani trasportano notevoli quantità di materiale grossolano, con alte percentuali di ghiaie. Nel corso dell'ultimo secolo le opere artificiali realizzate nei bacini fluviali hanno alterato anche fortemente questo regime di trasporto.

La distribuzione granulometrica dei sedimenti superficiali della spiaggia emersa e sommersa avviene in modo pressoché uniforme per fasce parallele alla linea di riva soprattutto lungo le coste basse.

L'evoluzione della costa marchigiana ha subito nel tempo geologico notevoli e radicali mutamenti la strutturazione della linea di costa nell'attuale posizione è recentissima. Durante il Quaternario, il livello marino è variato notevolmente, specialmente in concomitanza delle grandi variazioni climatiche del Pleistocene medio superiore. Durante l'ultimo pleniglaciale (circa 20.000 anni fa), l'area marchigiana era caratterizzata da condizioni climatiche fredde e aride ed il bacino adriatico era parzialmente emerso e rappresentava il prolungamento della pianura padana. L'abbassamento del livello di base (circa 110 – 120 m dal livello del mare attuale), legato all'ultimo glaciale, ha portato la linea di riva al bordo della Depressione Mesoadriatica (DMA) determinando l'aumento del potere erosivo dei fiumi che hanno cominciato a trasportare una notevole quantità di materiale sabbioso.

Con lo scioglimento dei ghiacciai, la trasgressione versiliana, relativamente veloce, ha ridistribuito la sabbia precedentemente depositata dando luogo ad una copertura di sabbia relitta. Al finire della trasgressione versiliana si è instaurato l'attuale sistema di sedimentazione controllato dagli apporti fluviali e dalla ridistribuzione selettiva dei sedimenti da parte delle correnti marine e del moto ondoso. I sedimenti fini olocenici ed attuali si sono depositati sopra le sabbie relitte formando un deposito progradante verso il largo ([6],[8],[9],[5]).

Il tratto costiero in esame ha una lunghezza totale di 6,75 km interamente ricadenti nel Comune di San Benedetto del Tronto. Il litorale presenta allo stato attuale opere per complessivi 4,63 km (pari al 69% della lunghezza totale). Le principali opere esistenti sono costituite da scogliere emerse (3,63 km) scogliere sommerse (1,00 km) e 2 pennelli.

Le caratteristiche sedimentologiche della spiaggia emersa evidenziano la presenza del 33% di sabbia, del 23% di sabbia ghiaiosa, del 33% di ghiaia sabbiosa e l'11% di ghiaia; il bacino principale di apporto solido è costituito dal Fiume Tronto. Il tratto in questione ha potuto

beneficiare della presenza sopraflutto della foce del fiume Tronto e dall'ultimo secolo, relativamente alla sola parte settentrionale, dell'aggetto sottoflutto delle strutture del porto di San Benedetto.

Arretramenti della linea di riva si riscontrarono già a partire dal '900, per il vistoso smantellamento del delta di foce del fiume Tronto. Essi si acuirono particolarmente dopo la realizzazione nel 1933, sulla sponda destra alla foce del Tronto, del pennello fortemente aggettante prolungato nel 1965. Le scogliere emerse posate nel 1962-63 di fronte all'abitato di Porto d'Ascoli hanno determinato progressivamente lo spostamento dell'erosione sottoflutto.



**Figura 62: Litorale di San Benedetto del Tronto tratti di costa in erosione.**



**Figura 63: Litorale di San Benedetto del Tronto tratti di costa in erosione.**



**Figura 64: Litorale di San Benedetto del Tronto tratti di costa in erosione.**



**Figura 65: Litorale di San Benedetto del Tronto tratti di costa in erosione.**

La diminuzione del trasporto solido del fiume Tronto, l'occupazione della spiaggia attiva con infrastrutture, la costruzione del porto di San Benedetto, la realizzazione delle opere di difesa unitamente alle variabili di tipo naturale quali il moto ondoso e le correnti hanno determinato negli ultimi 50 anni notevoli variazioni del tratto costiero in esame (Figura 62, Figura 63, Figura 64 e Figura 65). Le dinamiche erosive costiere hanno fatto registrare picchi di arretramento di oltre 150 m in sinistra del Tronto (Figura 66) nell'arco di un cinquantennio e riguardano ormai gran parte dell'area di studio. Nel complesso, le opere di protezione realizzate appaiono frequentemente il risultato di interventi dettati dalla logica dell'estrema urgenza e quasi mai supportati da un disegno di pianificazione e ciò ha spesso determinato fenomeni di disequilibrio in vasti settori contigui.



## Dati sedimentologici pregressi

La carta della distribuzione areale delle percentuali di sabbia di diametro superiore ai 63 mm. (Figura 67) ([10]) evidenzia che depositi sabbiosi sono presenti lungo tutto il tratto di litorale antistante la Riserva Naturale della Sentina ed affiorano anche al largo, fino al ciglio settentrionale della DMA (sabbie relitte), dove raggiungono le più alte percentuali in sabbia (80-100%).

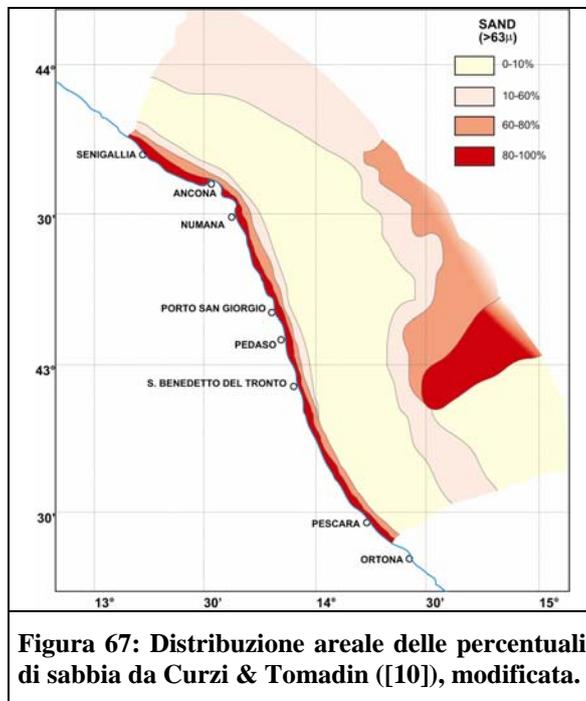


Figura 67: Distribuzione areale delle percentuali di sabbia da Curzi & Tomadin ([10]), modificata.

I dati più recenti sono stati ricavati da carotaggi eseguiti nella campagna Ad 86 dal Dipartimento di Scienze dei materiali e della Terra dell'Università di Ancona. Questi ultimi sono stati effettuati sia sotto costa che al largo del litorale marchigiano.

Per ogni carota sono state ottenute le percentuali di sabbia, limo ed argilla ed i parametri statistici di Inman ([1]) e Folk ([3]), come: media, cernita<sup>5</sup>, coefficiente di asimmetria<sup>6</sup> e coefficiente di appuntimento<sup>7</sup>, che esprimono i caratteri fondamentali di ogni distribuzione e danno informazioni riguardo l'ambiente e le modalità di sedimentazione.

La composizione granulometrica del materiale è individuata dalla classificazione di Shepard ([2]) la quale consente di individuare un dato campione sulla base delle frazioni granulometriche dei suoi componenti. Si assumono tre componenti come "basi o principali" ed il componente presente

<sup>5</sup> Il **coefficiente di cernita** misura il grado di dispersione o variabilità di una distribuzione granulometrica, fornendo una approssimazione della deviazione standard o scarto quadratico medio; in altri termini esprime la capacità classatrice, o selettiva, del mezzo di trasporto dei sedimenti. Sedimenti ben cerniti (mal classati), con un basso coefficiente di cernita, sono costituiti da poche classi granulometriche che probabilmente hanno subito il vaglio di forze naturali altamente selettive, invece sedimenti mal cerniti (ben classati) sono quelli depositati in massa, quasi istantaneamente, poi sepolti e quindi sottratti ad ogni forma di ripulimento.

<sup>6</sup> Il **coefficiente di asimmetria**: esprime lo scostamento di una distribuzione granulometrica dalla simmetria o normalità, rivelando l'omogeneità di un sedimento. Un sedimento in cui le classi granulometriche sono distribuite omogeneamente attorno alla classe modale, si dice omogeneo e il suo coefficiente di asimmetria sarà basso. L'asimmetria di una distribuzione può essere dovuta sostanzialmente a due ordini di fatti: che ad una popolazione originaria si aggiungano e mescolino materiali di un'altra popolazione, oppure che alla stessa vengano sottratti, per rimozione, dei granuli appartenenti a particolari classi granulometriche. Si parla di asimmetria negativa quando vi è una "coda" di materiali grossolani (media a sinistra della mediana e della moda), invece l'asimmetria positiva prevede la presenza di una "coda" di materiale fine (media a destra della mediana e della moda).

<sup>7</sup> Il **coefficiente di appuntimento**: misura il grado di appuntimento di una curva di frequenza granulometrica, in relazione alla dispersione; esso offre un'idea del grado di cernita del sedimento attorno alla classe più rappresentata (classe modale). Un sedimento con indice di appuntimento elevato, leptocurtico, indica un episodio sedimentario rapido ed improvviso e può essere espresso graficamente da una curva gaussiana stretta ed appuntita, con classi dimensionali in ascissa e frequenza percentuale in ordinata. Un sedimento con coefficiente di appuntimento modesto, platicurtico, esprime viceversa un processo sedimentario più graduale ed una sedimentazione quantitativamente equivalente di classi granulometriche diverse; ne risulta che la classe modale non mostrerà valori di abbondanza molto maggiori rispetto alle classi dimensionali vicine. Un sedimento con coefficiente di appuntimento mesocurtico possiede caratteristiche intermedie rispetto ai due casi considerati precedentemente.

in quantità superiore al 50% dà il nome al sedimento ed è definito componente “dominante” (Figura 68).

La rappresentazione grafica della composizione granulometrica è espressa da un triangolo equilatero in cui ogni vertice indica il 100% di un componente. Tracciando da ogni vertice la perpendicolare al lato opposto e tagliando questa linea in corrispondenza del 75% e del 20% si ottiene la classificazione suddetta.

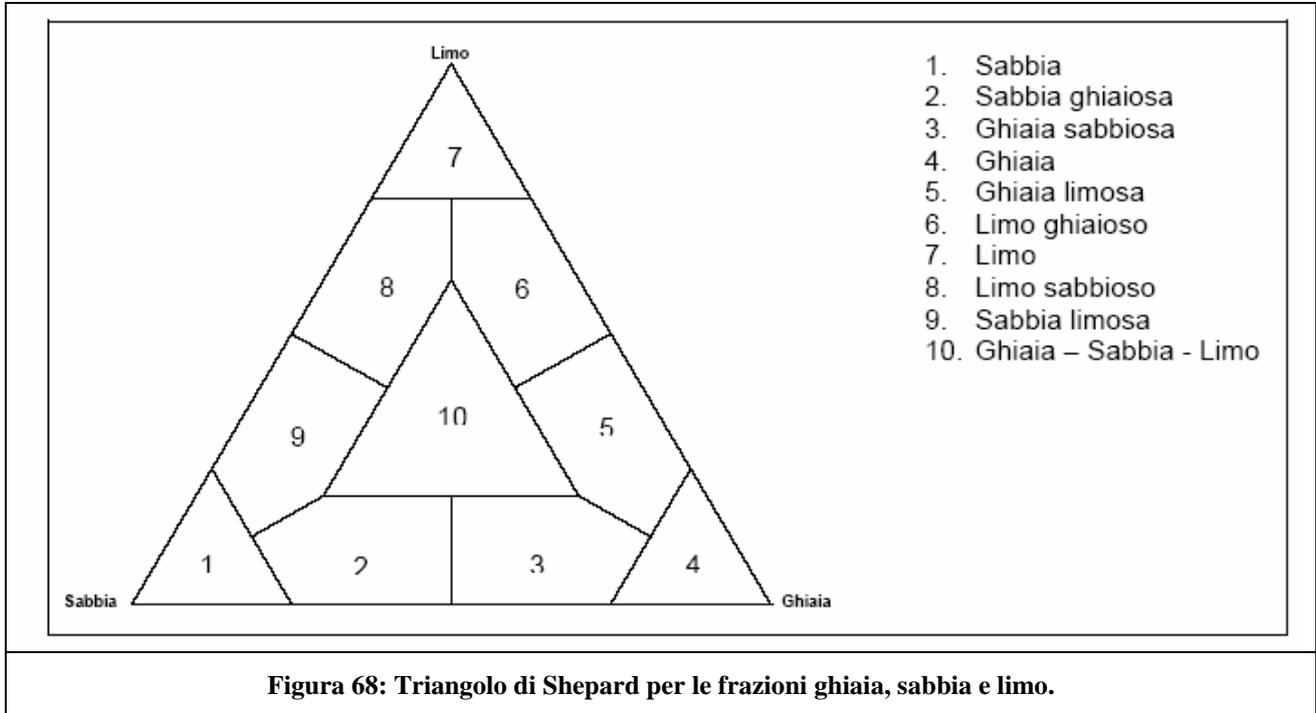


Figura 68: Triangolo di Shepard per le frazioni ghiaia, sabbia e limo.

Attraverso l'integrazione delle carte preesistenti con i dati ottenuti dalle analisi granulometriche dei campioni prelevati dalle carote sono state elaborate carte della distribuzione delle percentuali di sabbia (Figura 69), limo (Figura 70), di argilla (Figura 71) e della definizione secondo Shepard (Figura 72).

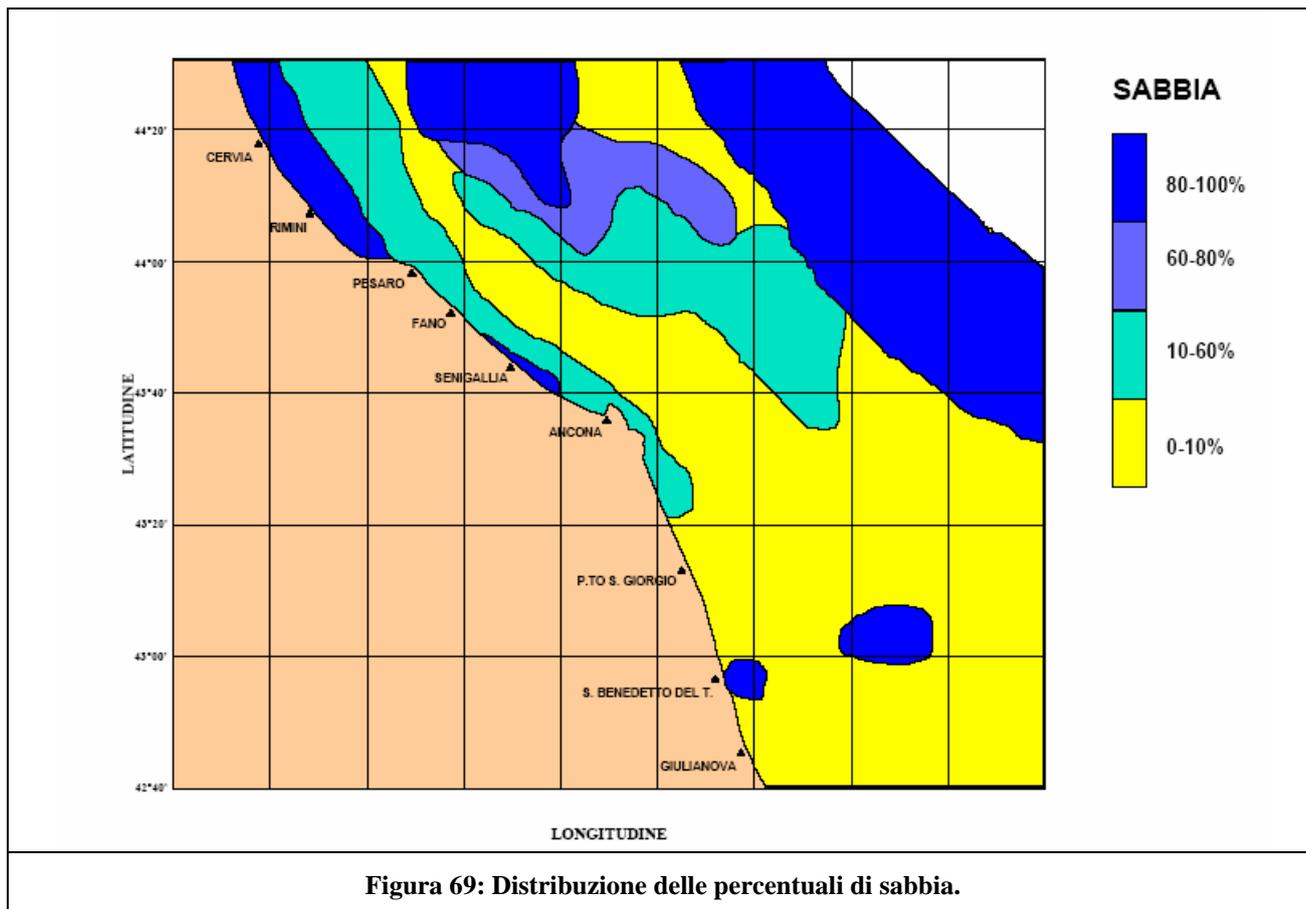


Figura 69: Distribuzione delle percentuali di sabbia.

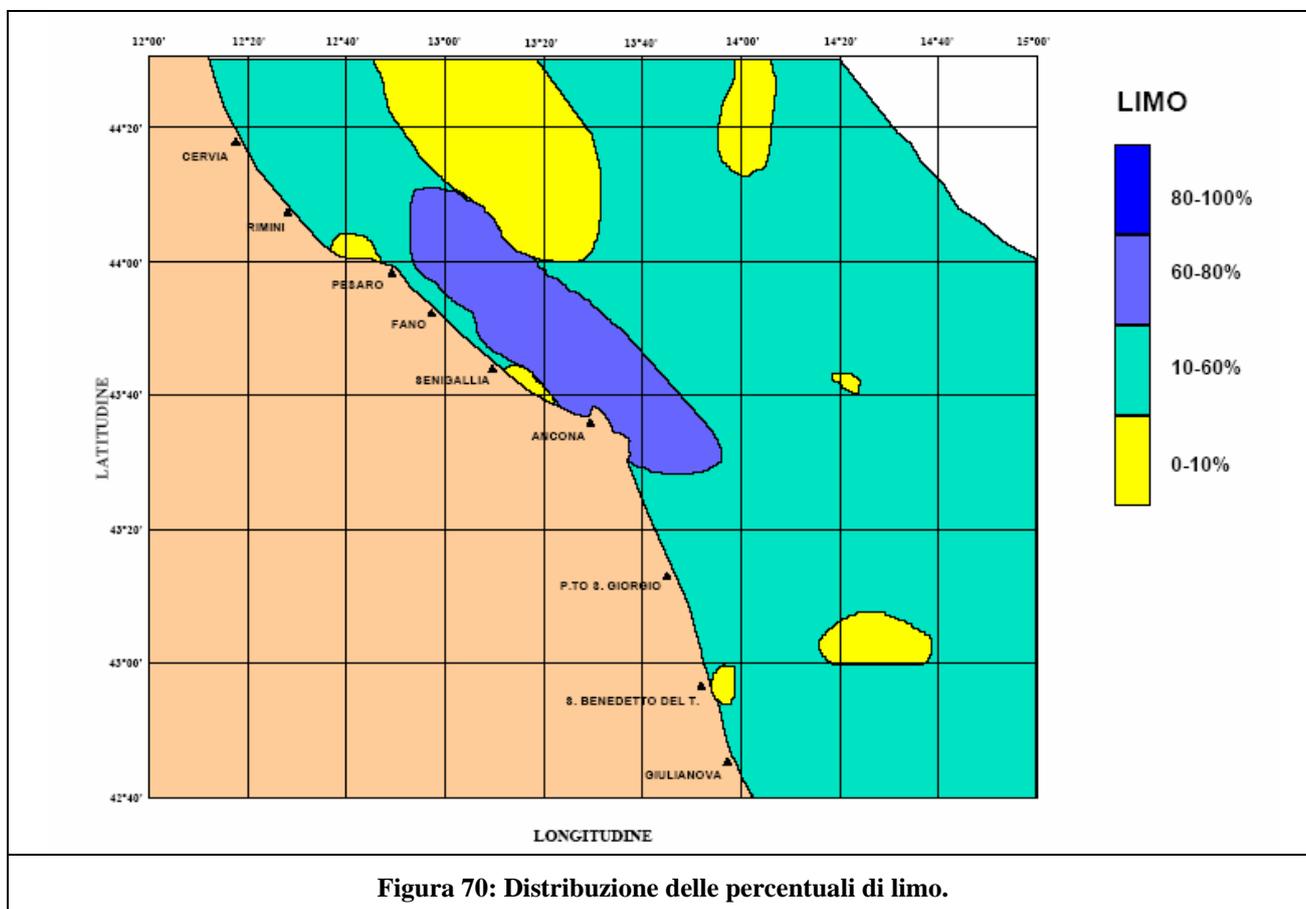
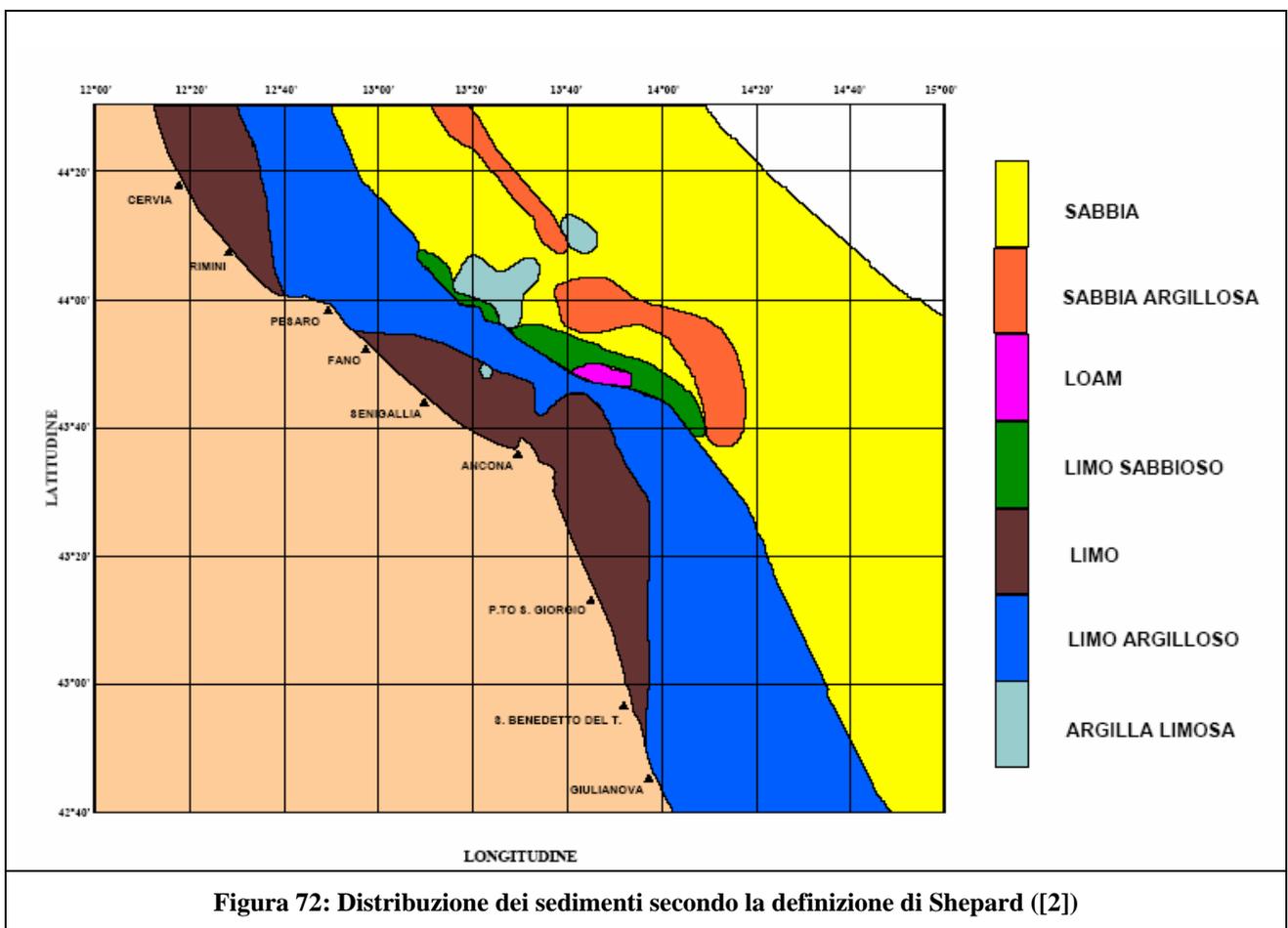
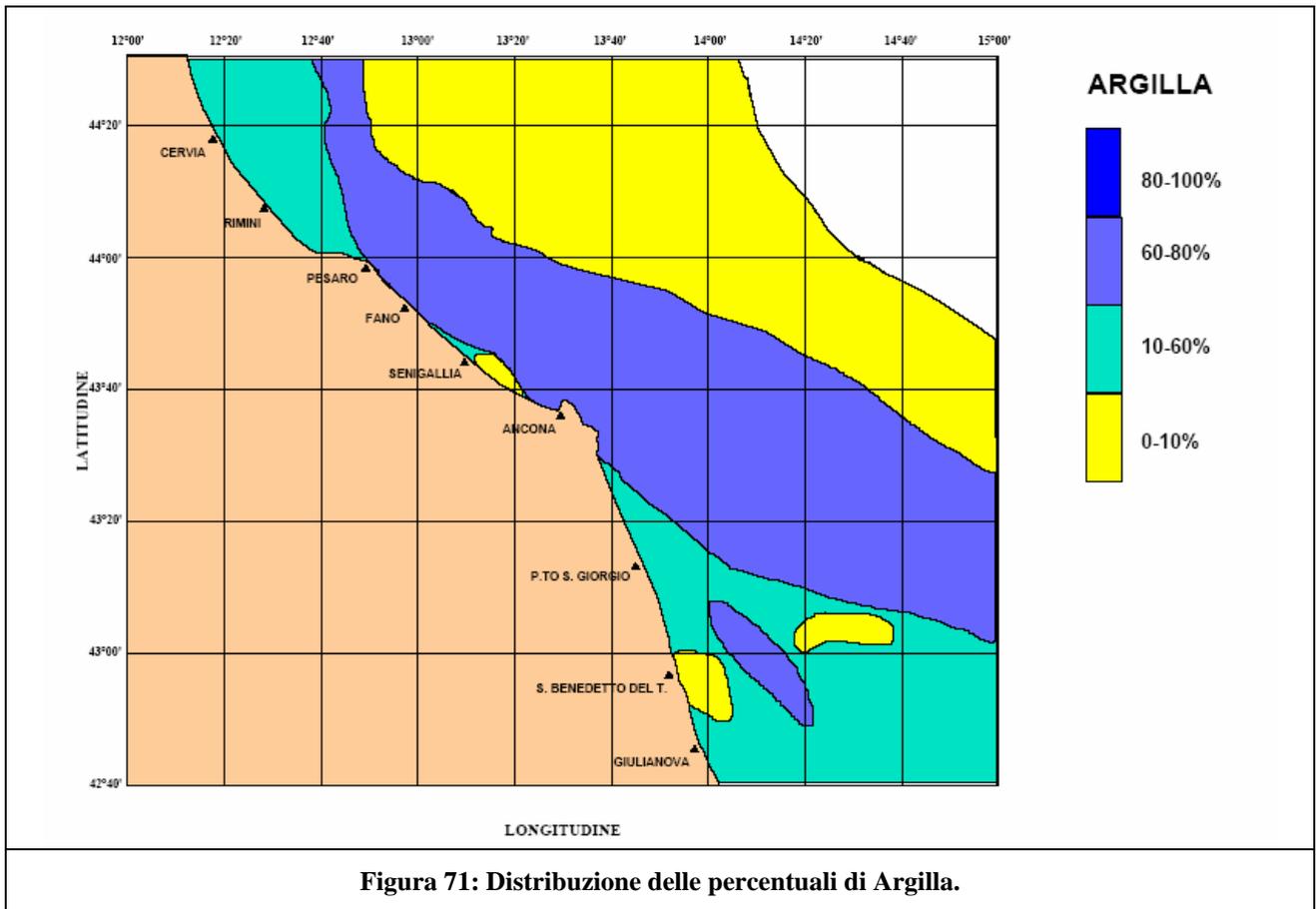


Figura 70: Distribuzione delle percentuali di limo.



Dalla carta di distribuzione si nota come le zone che hanno una percentuale di sabbia superiore al 80% sono presenti lungo una fascia al largo delle costa marchigiana con un andamento parallelo alla linea di costa e in piccoli lembi di fronte a S. Benedetto del Tronto.

Le indagini sedimentologiche su tale fascia hanno, inoltre, messo in evidenza una zona a più alta percentuale di limo situata più sottocosta, cui fa seguito verso il largo una zona a più elevata percentuale di argilla.

La distribuzione di sabbie e ghiaie sulla spiaggia risulta fortemente condizionata dalla presenza delle opere artificiali di difesa costiera, che agiscono a tal riguardo a seconda della propria tipologia. Quelle in forte aggetto interrompono quasi completamente il trasporto solido lungo la riva, mentre le scogliere foranee modificano notevolmente la granulometria dei tratti di spiaggia da esse protetti, facendo aumentare la percentuale delle sabbie più fini, o in certi casi degli stessi limi, che vi si depositano. Anche i lavori di ripascimento artificiale e gli interventi di manutenzione effettuati dai gestori degli stabilimenti contribuiscono a qualche variazione nella distribuzione dei sedimenti della spiaggia emersa. Per lo stesso motivo i sedimenti fini tendono a depositarsi anche all'interno dei maggiori bacini portuali costieri.

### Dati sedimentologici prelevati in situ

Nel corso del sopralluogo effettuato da esperti APAT ed ICRAM nei giorni 25 e 26 settembre 2007, sono stati raccolti campioni di sedimento lungo alcuni transetti come mostrato in Figura 73, mentre le coordinate dei punti di prelievo sono riportate in Tabella 33.

**Tabella 33: Coordinate dei campioni di sedimento prelevati.**

<b>Punto</b>	<b>Latidune (deg)</b>	<b>Longitudine (deg)</b>
T1A	42.8947977	13.9161178
T1B	42.8947137	13.9160413
T2D	42.8974440	13.9137879
T3A	42.9006038	13.9122329
T3B	42.9005935	13.9121778
T3C	42.9005773	13.9120967
T3D	42.9005689	13.9119941
T4D	42.9028198	13.9106283
T5A	42.9064783	13.9092955
T5B	42.9064362	13.9091653
T5C	42.9064227	13.9091070
T5D	42.9064002	13.9090229
T6D	42.9079954	13.9084181

Nel presente studio non sono stati commentati i risultati delle analisi sui sedimenti prelevati, poiché queste sono ancora in fase di completamento presso i laboratori dell'ICRAM.

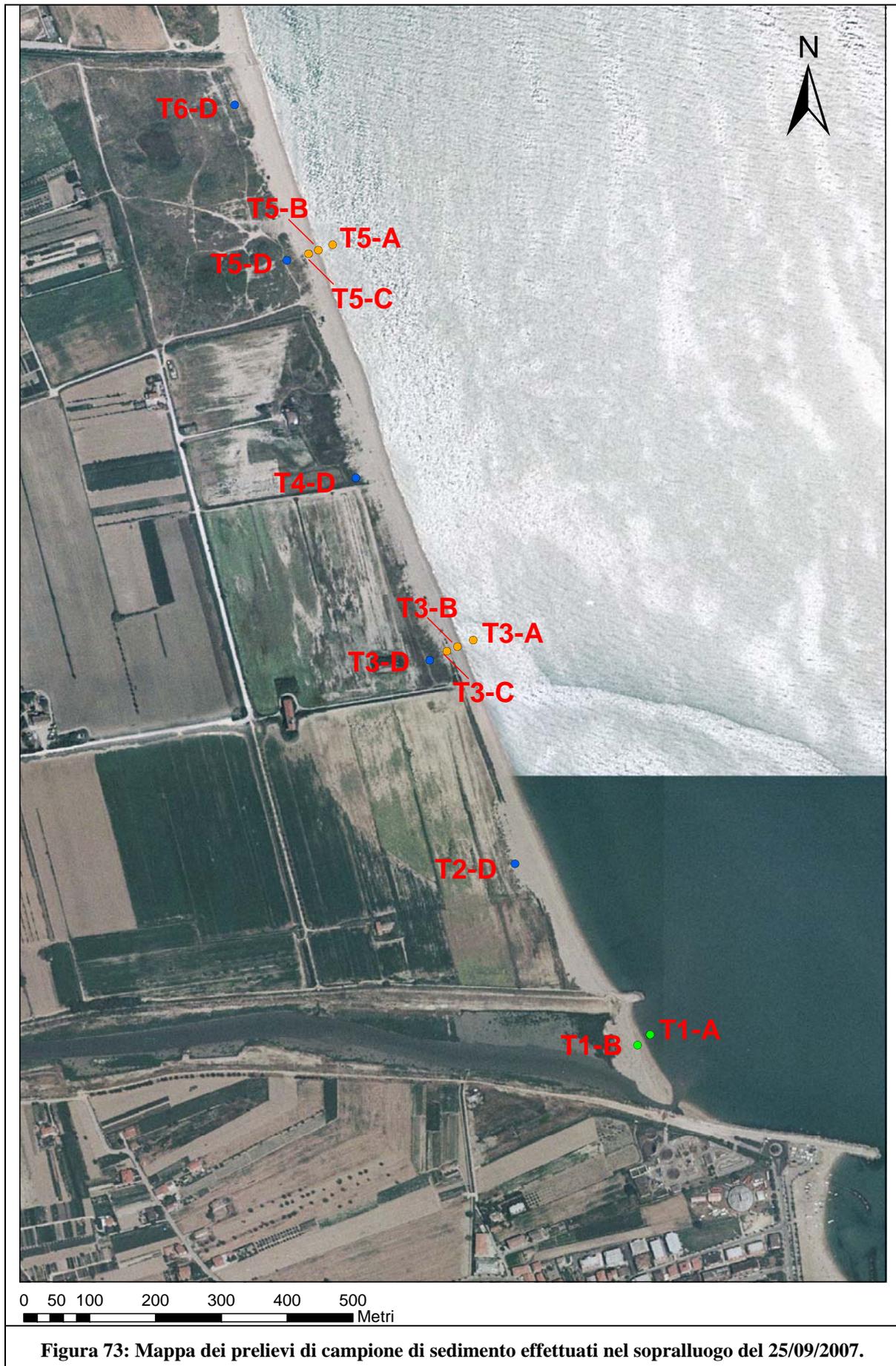


Figura 73: Mappa dei prelievi di campione di sedimento effettuati nel sopralluogo del 25/09/2007.

## **Trasporto solido**

Il materiale trasportato dai fiumi, che rappresenta il contributo più importante nel ripascimento di un litorale, non arriva tutto al mare: ciò sarebbe possibile solo in una situazione ottimale che però per i fiumi marchigiani è raggiunta soltanto in tratti e per periodi molto brevi a causa degli interventi antropici. Infatti una delle cause principali di erosione del litorale è la diminuzione dell'apporto solido al mare dei corsi fluviali marchigiani, imputabile a diversi fattori quali il prelievo d'acqua, la costruzione di sbarramenti, le sistemazioni idrauliche dei versanti, le modifiche agli alvei. A questi interventi si deve aggiungere il prelievo di inerti effettuato dal 1960 al 1975, soprattutto negli alvei del Foglia, Metauro, Musone, Potenza, Chienti, Tronto che hanno provocato una notevole riduzione della quantità di materiale che arriva alle foci rispetto a quella potenziale. La riduzione del trasporto solido è comune a tutti i fiumi marchigiani in particolare per il Tronto che ha ridotto il suo apporto del 60%. ([1], [11]).

Secondo stime dell'Aquater ([1], [7]) nel 1982 l'apporto solido per tutti i fiumi marchigiani risultava compreso tra i 240.000 ed i 420.000 m<sup>3</sup> (tre volte meno di quello potenziale); nel 1984 risultava invece di 460 m<sup>3</sup> annui, di poco superiore a quello precedente, ciò dimostra come l'apporto solido sia ancora esiguo e non compensi le perdite di materiale, mancano tuttavia dati più aggiornati sulla quantità di materiale che arriva alle foci rispetto a quella potenziale.

Per quanto riguarda la direzione del trasporto, generalmente tutti i corsi d'acqua marchigiani tendono a distribuire i loro materiali verso nord, con accentuazione del fenomeno nella parte settentrionale delle foci e riduzione a sud di esse a causa delle correnti lungo la costa.

Nei settori meridionali della costa l'influenza maggiore è del F. Tronto, i cui sedimenti arrivano a Nord oltre il Tesino e a Sud oltre la foce del Vibrata, anche se i moli portuali di San Benedetto del Tronto e le opere di difesa bloccano il trasporto a nord accentuando il deposito verso meridione.

## Morfologia dei fondali marini

I fondali marini antistanti le marche, che costituiscono parte della piattaforma continentale Adriatica, diventano più profondi non solo da costa verso il largo, ma anche procedendo da Nord verso Sud (Figura 74). Alla foce del fiume Tronto è situato il ciglio della piattaforma continentale a circa 140 m di profondità. Oltre questo limite si trova la Depressione Mesoadriatica (DMA), che non ha un'origine strutturale, ma morfologico sedimentaria, in quanto legata alla crescita di un corpo deltizio di progradazione. Nel tratto di piattaforma in esame, l'isobata dei -20 rappresenta il limite che separa i fondali pianeggianti sottocosta, da fondali a maggiore pendenza verso il largo.

La sua distanza dalla costa è di circa 13 km a Nord del Conero e diminuisce progressivamente verso Sud. Dal punto di vista morfologico i fondali superiori a -20 m si possono suddividere da Nord verso Sud in tre zone:

1. Fino al promontorio del Conero fondali più acclivi si estendono fino a circa 19 km dalla costa, seguiti per un breve tratto da fondali più pianeggianti.
2. Fino a Porto San Giorgio fondali a pendenza accentuata si mantengono ancora fino a circa 19 km dalla costa, seguono poi fondali a debole pendenza.
3. A Sud di Porto San Giorgio fondali a pendenza ancora più accentuata arrivano fino alla Depressione Mesoadriatica.

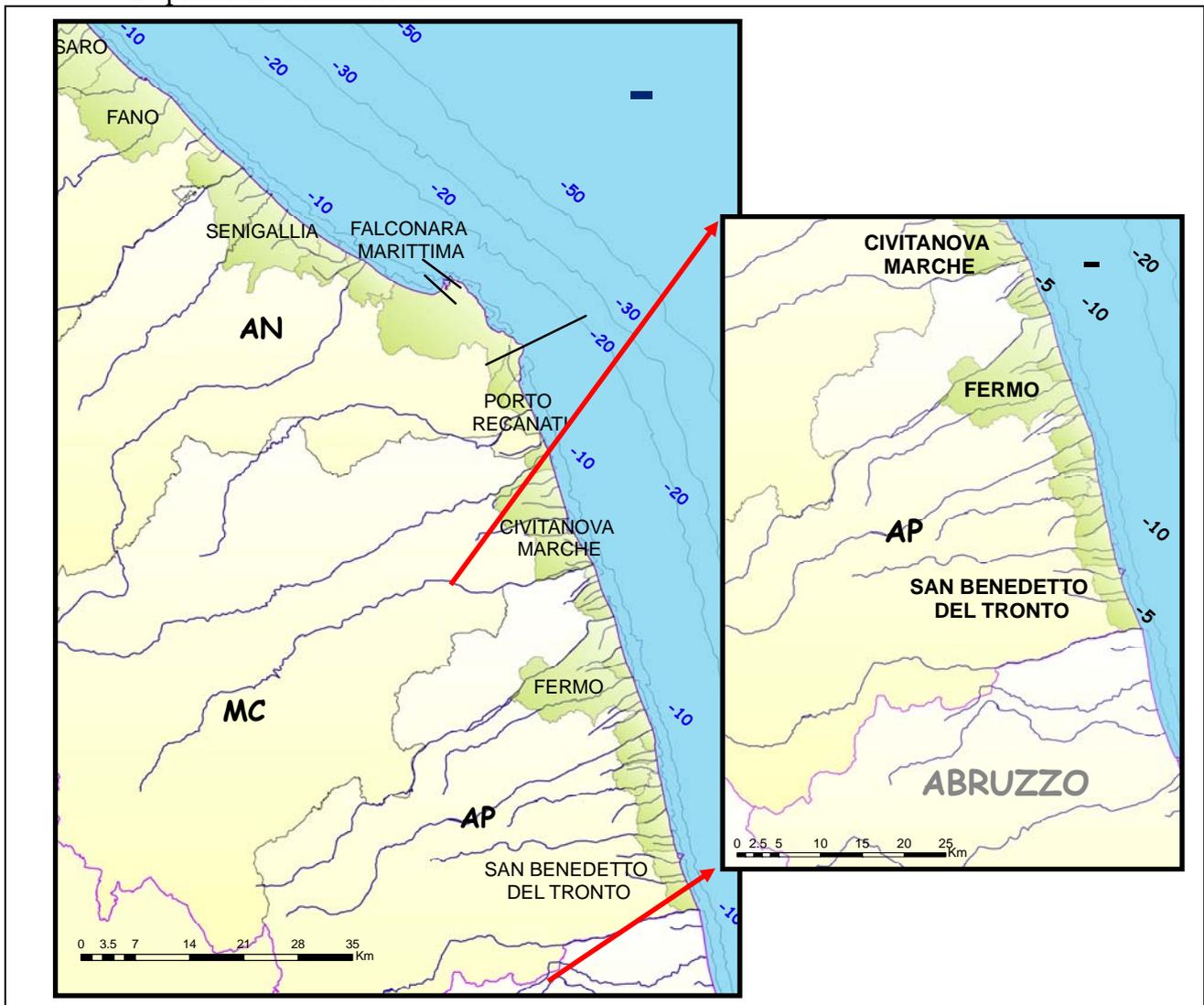


Figura 74: Carta batimetrica dei fondali antistanti la regione Marche.

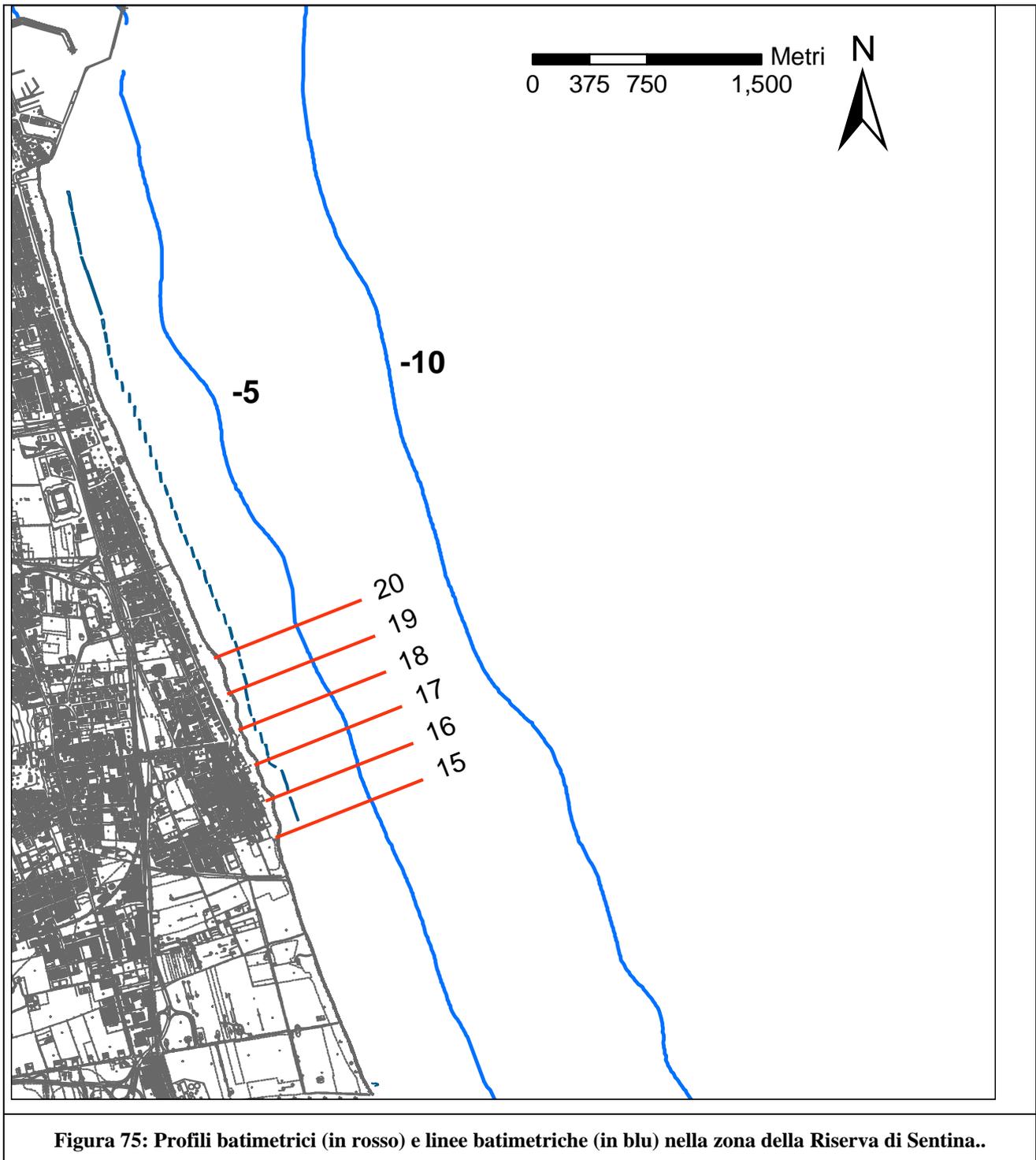
I dati batimetrici che è stato possibile reperire relativamente all'area di studio consistono in un dataset di linee batimetriche elaborate dall'Istituto Idrografico della Marina e fornite dall'ICRAM e una serie di profili batimetrici forniti dalla Regione Marche.

Le linee batimetriche a disposizione comprendono i livelli -5,-10,-20,-30, e -50 m e sono disponibili in formato elettronico georiferito nel sistema UTM 33 WGS 84. L'analisi dell'andamento delle linee batimetriche nella zona di studio consente di definire l'andamento generale d'insieme della morfologia del fondale che appare abbastanza regolare con linee disposte parallelamente alla linea di costa e mutue distanze uniformi lungo la costa stessa. In direzione perpendicolare alla costa le linee presentano una spaziatura variabile che suggerisce variazioni trasversali della pendenza media del fondale; in particolare la distanze medie tra la linea di costa e la batimetriche -5 e -10 sono di circa 800m e 2000m mentre la linea -20 si trova a circa 10 km dalla costa.

I dati batimetrici forniti dalla Regione Marche comprendono cinque profili numerati da 15 a 20 disposti perpendicolarmente alla costa a distanze di circa 250m l'uno dall'altro. I profili si estendono dalla costa al largo per una lunghezza complessiva di circa 1km. La disposizione planimetrica dei profili è stata fornita in formato elettronico mediante un singolo file .dwg georiferito mentre l'andamento altimetrico di ogni profilo è contenuto in un singolo file .dwg. In assenza di indicazioni dettagliate circa il sistema planimetrico di riferimento adottato si è ipotizzato, dall'analisi delle coordinate degli estremi dei transetti, che il sistema di riferimento fosse Gauss Boaga fuso Est (Tabella 34) e si è provveduto ad effettuare la conversione nel sistema UTM 33 WGS 84 utilizzando il programma CartLab1. Complessivamente i profili coprono una fascia di circa 1,2 km di lunghezza presso Porto D'Ascoli in corrispondenza delle prime opere di difesa situate immediatamente a Nord dell'area di Sentina. In Figura 75 viene riportata la posizione planimetrica dei profili e le linee batimetriche -5 e -10.

**Tabella 34: Coordinate degli estremi dei transetti batimetrici forniti dalla Regione Marche in coordinate Gauss Boaga**

Profilo	Coordinate punto iniziale (costa)		Coordinate punto finale (largo )	
	N	E	N	E
15	4751411,47	2430855,25	4751797,70	2431826,19
16	4751654,73	2430791,47	4752039,81	2431759,50
17	4751894,16	2430717,12	4752280,08	2431687,28
18	4752123,17	2430613,93	4752508,24	2431581,97
19	4752361,48	2430539,16	4752747,42	2431509,37
20	4752598,98	2430451,84	4752984,98	2431422,77



**Figura 75: Profili batimetrici (in rosso) e linee batimetriche (in blu) nella zona della Riserva di Sentina..**

I dati batimetrici reperiti appaiono relativamente carenti soprattutto nella fascia compresa tra le batimetriche -5 e la linea di costa. Le curve batimetriche a disposizione consentono di determinare l'andamento generale della morfologia del fondale senza definirne il dettaglio. Allo stesso tempo i profili a disposizione, pur descrivendo in dettaglio la batimetria, interessano una zona estremamente limitata e collocata all'esterno dell'area di Sentina. L'andamento della batimetria rappresenta un fattore di primaria importanza sia per i processi che determinano la trasformazione delle caratteristiche delle ondate nella loro propagazione verso costa sia per la definizione della circolazione idrodinamica. La precisione dei risultati ottenibili dall'impiego dei dati attualmente disponibili negli studi di modellistica numerica previsti nell'ambito del presente lavoro, sarà inevitabilmente influenzata dal grado di approssimazione nella definizione della batimetria.

## ATTIVITÀ ANTROPICHE

La cronologia e la descrizione delle opere di difesa della costa è ben descritta nello studio realizzato dall'Istituto di idraulica dell'Università di Ancona per la Regione Marche ([20]). Il tratto considerato nel presente studio corrisponde ad una parte dell'unità numero ventisette definita in [20], dal porto di San Benedetto del Tronto alla foce del fiume Tronto. Il tratto di costa complessivo definito dall'unità ventisette si estende per 6,75 km, tutti compresi nel territorio del Comune di San Benedetto del Tronto.

### *Interventi di difesa del litorale*

Nei primi anni del 1900 con l'iniziare dei lavori per la costruzione del porto di S. Benedetto del Tronto (1907), che sarà completato, nelle sue parti fondamentali nel 1935, la realizzazione delle strutture portuali in aggetto, come pure i prolungamenti dei moli esterni dei bacini preesistenti, provocarono o aggravarono l'erosione delle spiagge limitrofe sottoflutto. Per questi motivi nella prima metà del '900 furono realizzate le prime sporadiche opere di difesa del litorale (non più solo a difesa delle infrastrutture viarie o portuali). Si trattò soprattutto di scogliere foranee emerse posate nel 1962-63 a protezione del centro abitato di Porto d'Ascoli (Figura 76). Ciò determinò progressivamente lo spostamento dell'erosione sottoflutto sempre più a Nord con la realizzazione di ulteriori scogliere, unite in alcuni casi ad opere di difesa radenti. Con la batteria di scogliere emerse si arrivò fino ad un chilometro dal porto nel 1979-80. Nel 1982 il tratto rimasto fino alla foce del torrente Albula fu difeso da una lunga batteria di barriere foranee sommerse. Le prime due scogliere di Porto d'Ascoli, più vecchie e ravvicinate alla riva, furono sostituite da altri due setti più lunghi verso Sud, posti più al largo ed in miglior allineamento con la restante batteria.

A Sud di Porto d'Ascoli si trovano anche un tratto di scogliera radente del 1995 (Figura 77 e Figura 78), il fosso Sentina (Figura 79 e Figura 80) degli anni '50-'60 ed un pennello del 1979-81 vicino alla foce del Tronto (Figura 81). L'assetto attuale delle opere di difesa nella zona della riserva è riassunto nella Figura 82



Figura 76: Opere di difesa in corrispondenza di Porto d'Ascoli (immagine tratta da [20]).



**Figura 77: Tratto di opera radente a Sud di Porto d'Ascoli.**



**Figura 78: Tratto di scogliera radente a Sud di Porto d'Ascoli.**



**Figura 79: Fosso Sentina.**



**Figura 80: Foce del fosso Sentina.**

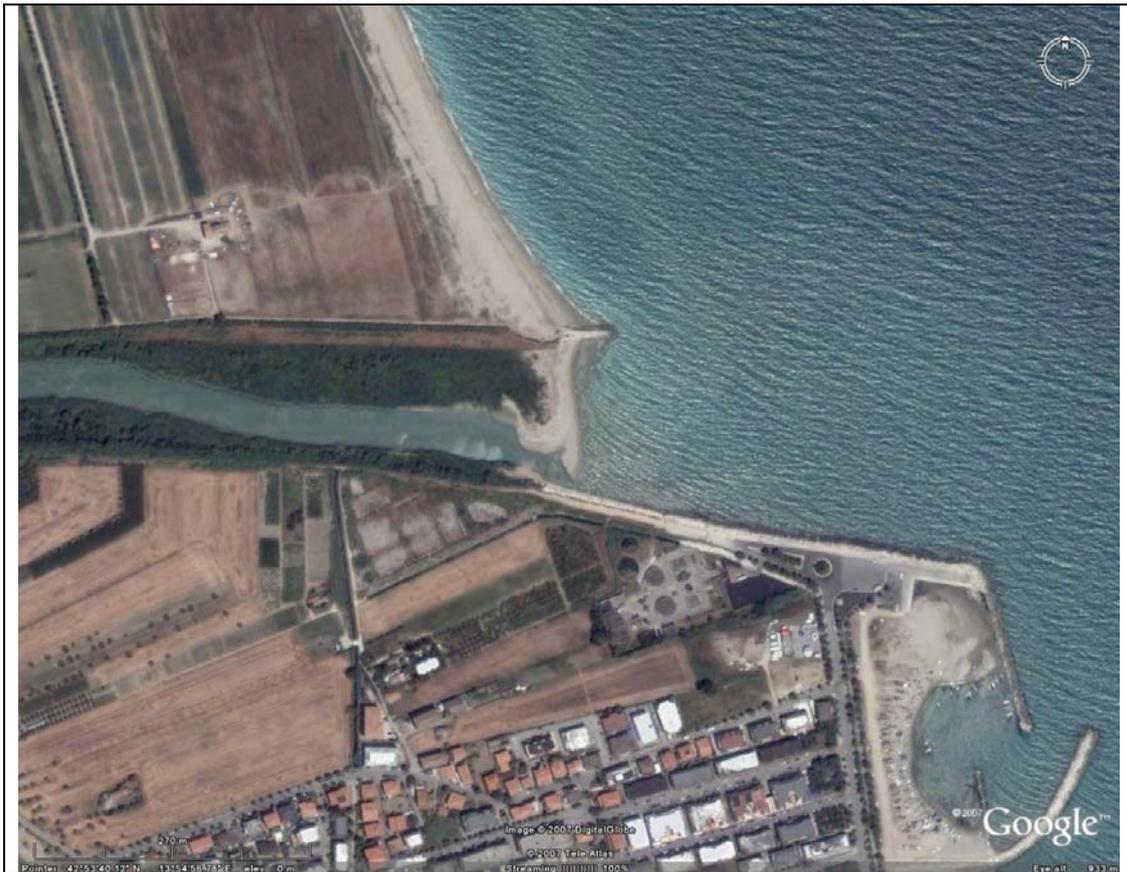


Figura 81: Foce armata del fiume Tronto.

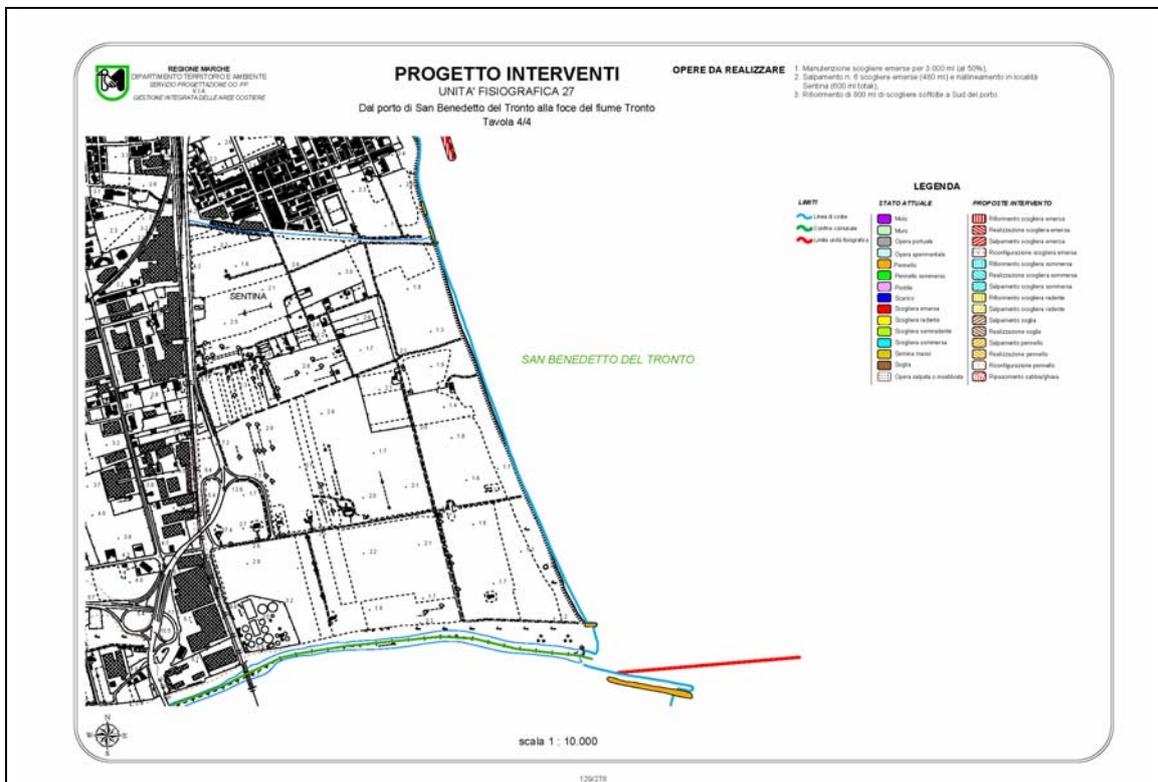


Figura 82: Opere di difesa costiera nel territorio della Riserva Naturale della Sentina (immagine tratta da [20]).



**Figura 83: Effetti delle mareggiate invernali (fotografia tratta dal sito dell'Associazione Sentina, [www.sentina.it](http://www.sentina.it)).**

## CONCLUSIONI

In questo lavoro sono stati analizzati i dati riguardanti la fascia costiera della Riserva Naturale Sentina forniti da ICRAM ed Enti locali:

1. ampia documentazione cartografica, ortofoto ed analisi diacroniche della linea di costa;
2. transetti batimetrici in prossimità di Porto d'Ascoli;
3. documenti inerenti alla normativa vigente in ambito ambientale per la zona in esame.

Sono stati inoltre analizzati i dati raccolti da APAT:

1. livello marino e intensità e direzione del vento registrato dalle stazioni RMN di Ortona e Ancona;
2. stato del mare registrato dalle boe di Ortona e Ancona della RON e dalla boa di Giulianova gestita dalla Regione Abruzzo;
3. temperatura e salinità delle acque marine nei pressi del fiume Tronto, provenienti dalla banca dati SI.DI.MAR.;
4. intensità e direzione della corrente marina, provenienti dal database del progetto Archimede;
5. caratteristiche geomorfologiche della costa provenienti dal sistema informativo geografico costiero realizzato dall'APAT;
6. cartografia e ortofoto presenti presso il portale cartografico del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;
7. bibliografia scientifica di riferimento riguardante la zona in esame.

Sono state raggiunte le seguenti conclusioni:

- Nel presente studio preliminare sono stati evidenziati i problemi della fascia costiera della Riserva Naturale Sentina: i dati disponibili mostrano significative tendenze erosive del litorale interessato. La fascia costiera marchigiana è caratterizzata, in generale, da forte antropizzazione, che ha determinato la quasi totale scomparsa delle formazioni di macchia mediterranea e della vegetazione spontanea costiera, fondamentale per la stabilità della duna. La riserva di Sentina è uno degli ultimi tratti di litorale sabbioso non urbanizzato presente sulla costa adriatica, anche se i sistemi di drenaggio hanno portato alla scomparsa dell'area umida.
- Notevole interesse storico, culturale e paesaggistico dell'area, necessità di interventi di difesa protezione e ripristino delle condizioni ambientali peculiari del sito in esame.
- I vincoli paesistici presenti consentono solo interventi di ripristino e difesa delle condizioni ambientali protette; questi aspetti verranno tenuti in conto nella individuazione delle opere di difesa.
- Le cause fondamentali dello stato di erosione della costa sono principalmente legate alla riduzione dell'apporto solido fluviale, all'occupazione della spiaggia attiva con infrastrutture e alla realizzazione di opere di difesa.
- Nella zona, come del resto è tipico del Mare Adriatico, sono rilevabili modeste escursioni di marea, anche se le massime escursioni di livello, legate alla concomitanza di fattori di lungo periodo, sono significative (superiori al metro).
- Per quanto riguarda i dati relativi alle correnti marine, la bassa frequenza di campionamento e l'esiguità del numero di punti di misura non consentono di trarre conclusioni generali; la distribuzione lungo la verticale (valori decrescenti all'aumentare della profondità) lascia però supporre che le forzanti principali siano il vento e il moto ondoso.
- I dati concernenti la stratificazione delle acque marine, estratti dalla banca dati SI.DI.MAR., mostrano l'andamento della temperatura e salinità nelle varie stazioni, caratterizzate da un forte grado di correlazione, e pongono in evidenza, complessivamente, la presenza di

modesti fenomeni di stratificazione termico/salina, con alcune eccezioni dovute con ogni probabilità ad eventi di piena e/o alla presenza di vento.

- L'analisi dei dati ondometrici misurati dalla boa di Ancona mostrano che le direzioni principali di provenienza del moto ondoso sono 3: Nord-Est, Nord-Ovest e Sud-Est: in inverno si verificano mareggiate provenienti da tutte e tre le direzioni, mentre in primavera e in estate la direzione di provenienza è solo Sud-Est. La mareggiata più intensa si è verificata nel settembre 2004 con 5,5 m di altezza significativa. Il clima ondoso ottenuto dalle misure registrate dalla boa di Ortona indica che vi sono in questa zona 2 direzioni prevalenti di provenienza: Nord ed Est. La componente da Nord mostra una maggiore frequenza ed una maggiore intensità; le due componenti sono tuttavia presenti in tutte le distribuzioni stagionali. Durante l'inverno il settore direzionale più attivo è quello da Nord, e in questa stagione si registrano i maggiori valori di altezza d'onda, mentre in primavera e autunno la componente da Est mostra la maggiore frequenza, ma con intensità minori. La mareggiata più intensa, proveniente da Nord, si è verificata nel marzo 1995, con altezze significative pari a 6,2 m. Infine, per la boa ormeggiata nei pressi di Giulianova (dati disponibili per un periodo più breve, a partire dal Gennaio 2006) le direzioni principali di provenienza sono molto simili a quelle ottenute dai dati registrati dalla boa di Ortona: Nord ed Est. La mareggiata più intensa si è verificata in questo caso nel marzo 2006 con 3,3 m di altezza d'onda significativa.
- Per quanto concerne i dati di vento, sono disponibili misure presso i mareografi di Ortona e Ancona, mentre non sono disponibili dati al largo.
- Le informazioni esaminate riguardanti la batimetria si sono invece rilevate carenti dal punto di vista della risoluzione, con un'unica zona rilevata ad alto dettaglio posta però ai margini dell'area in esame. Sono inoltre assenti dati relativi alle situazioni batimetriche passate, in particolare prima della costruzione delle opere. La precisione dei risultati ottenibili dall'impiego dei dati attualmente disponibili negli studi di modellistica numerica, sarà inevitabilmente influenzata dal grado di approssimazione nella definizione della batimetria. La mancanza di una cronistoria delle batimetrie rende inoltre impossibile tarare ed applicare modelli numerici avanzati.
- Sono del tutto assenti misurazioni riguardanti le portate e il trasporto solido associato al fiume Tronto. Tali dati sono di primaria importanza nello studio evolutivo della linea di riva. Nella bibliografia scientifica di riferimento reperita sono state trovate solo informazioni qualitative di massima non utilizzabili dal punto di vista della modellistica numerica.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] Inman, D. L., Measures for describing the size distribution of sediments. *J. Sediment. Petrol.* 22(3) :125-145, 1952.
- [2] Shepard, F. P., Nomenclature based on sand-silt-clay ratios: *Jour. Sedimentary Petrology*, v. 24, p. 151-158, 1954.
- [3] Folk, R. L., *Petrology of Sedimentary Rocks*: Austin, University of Texas Publication, 170 p, 1968.
- [4] Aquater, Regione Marche - Studio generale per la difesa delle coste: 1<sup>a</sup> fase, Vol.I, Relazione generale; Vol. II; Rapporti di settore, 1982.
- [5] Curzi P.V., Gallignani P. – Evoluzione sedimentaria recente della piattaforma continentale centro e Nord adriatica. *Atti Conf. Naz. Per una politica ambientale di salvaguardia dei litorali , Cronache adriatiche*, 1982.
- [6] Lenaz R., Taviani M., Pedological evidences in Late Quaternary sediments of the Upper Adriatic continental shelf. *Ist. Int. Conf.on Paleoceanography*, Zurich, 1983.
- [7] Aquater, Regione marche - Studio generale per la difesa delle coste: 2<sup>a</sup> fase. *Analisi del regime del trasporto litoraneo e bilancio dei sedimenti. SNAMPROGETTI*, 1984.
- [8] Stefanon A., *Sedimentologia del Mare Adriatico: rapporti tra erosione e sedimentazione olocenica. Boll. Oceanol. Teor. Appl.*, II, 4, 1984.
- [9] Ferretti M., Moretti E., Savelli D., Stefanon A., Tramontana M., Wezel F.C. - late Quaternary alluvial sequences in the north-western Adriatic Sea from UNIBOOM profiles, *Boll. Ocean Ter. Appl.*, IV,1, 1986.
- [10] Curzi P.V. e Tomadin L., Dinamica della sedimentazione pelitica attuale ed olocenica nell'Adriatico centrale. *Giornale di Geologia*, ser. 3, vol. 49/1, pp.101-111, Bologna, 1987.
- [11] Coltorti M., Garzonio C.A., Nanni T., Rainone M.L., Vivalda P. – Un esempio di degrado ambientale in un bacino delle Marche centrali: Il fiume Musone, *Politiche del territorio, Prisma*, n.11, settembre, 1988.
- [12] Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P.M., Marconato A., *I Pesci delle Acque Interne Italiane*. Roma, Ministero dell'Ambiente, Unione Zoologica Italiana. 617 pp, 1991.
- [13] Regione Marche – Giunta Regionale – Assessorato Urbanistica Ambientale, *L'ambiente fisico delle Marche – Geologia, geomorfologia, Idrogeologia*. S.E.L.C.A. s.r.l., Firenze 1991.
- [14] Pedrotti F., Gafta D., *Ecologia delle foreste ripariali e paludose dell'Italia, "L'uomo e l'ambiente"*, 23, Camerino, 1996.
- [15] Ciarrocchi G., *Il porto di Ascoli – Ipotesi di ubicazione della Sentina*, Archeoclub d'Italia, sede di S. Benedetto del Tronto, 1998.
- [16] *La Rete Mareografica Italiana*, R. Lama e S. Corsini, Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali, 2000.
- [17] *La Rete Mareografica Italiana – Analisi delle serie storiche*, R. Lama e S. Corsini, Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali, 2003.
- [18] *Progetto Atlante Costiero – Il moto ondoso lungo le coste italiane*, APAT – Edizioni Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 2006.
- [19] *Comune di San Benedetto del Tronto, Piano attuativo di riqualificazione e salvaguardia del patrimonio edilizio extraurbano – Variante al Piano Regolatore Generale*, Gennaio 2006.
- [20] Regione Marche, Istituto d'idraulica dell'Università degli studi di Ancona, "Studi, indagini, modelli matematici finalizzati alla redazione del piano di difesa della costa – relazione generale".
- [21] Regione Marche – Dipartimento Territorio e Ambiente, "Piano di gestione integrata delle aree costiere".
- [22] Bavecchi G., *Studio di fattibilità per interventi di sistemazione con opere di ingegneria naturalistica del tratto di valle del fosso Sentina*.