

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

UFFICIO G.C. PER LE OPERE MARITTIME DI NAPOLI

RADA DI PALINURO – COMUNE DI CENTOLA

**STUDIO IDRAULICO-MARITTIMO PER IL PROGETTO DEL PROLUNGAMENTO
DELLA TESTATA DEL MOLO DI SOPRAFLUTTO E DI AMPLIAMENTO E
CONSOLIDAMENTO DELLA PARTE INTERNA PER RENDERE RIPARATO E
SICURO L'ANCORAGGIO ALL'INTERNO DELLA RADA**

STUDIO METEOMARINO

Allegato 1


MODIMAR S.r.l.

Prof. Ing. Alberto NOLI

Dott. Ing. Cristiano FALASCONI

Dott. Ing. Davide SALTARI

Roma, Marzo 2005

INDICE

1	<i>Premesse</i>	2
2	<i>Ubicazione ed esposizione del paraggio al moto ondoso</i>	4
3	<i>Regime dei venti</i>	8
4	<i>Correnti</i>	10
5	<i>Variazioni del livello marino</i>	12
6	<i>Regime del moto ondoso</i>	14
6.1	<i>Caratteristiche del moto ondoso registrato dalle stazioni ondametriche</i>	15
6.2	<i>Trasposizione geografica della serie di misure ondametriche</i>	30
6.3	<i>Propagazione sotto costa della serie di misure ondametriche</i>	53
6.4	<i>Analisi del clima di moto ondoso sottocosta: onda morfologica</i>	71
6.5	<i>Analisi statistiche degli eventi estremi</i>	79
6.6	<i>Onda di progetto</i>	90
	Descrizione del modello di propagazione inversa spettrale MEROPE	93
	Descrizione del Modello ENIF	96

1 **Premesse**

Al fine di poter condurre una corretta progettazione dell'intervento di prolungamento del molo di sopraflutto del porto di Palinuro e l'analisi della dinamica del litorale adiacente, sono state sviluppate alcune indagini conoscitive preliminari, volte al reperimento ed all'analisi dei dati esistenti relativi alle caratteristiche meteomarine.

I temi d'indagine principali sono stati così articolati:

- caratteristiche geo-orografiche del paraggio (traversia del sito costiero);
- esposizione ai venti (stazione meteorologica di Capo Palinuro);
- esposizione al moto ondoso (stazione ondometrica di Cetraro – RON);
- esposizione al moto ondoso (stazione ondometrica di Ponza – RON);
- trasposizione geografica del regime ondometrico al largo di Palinuro;
- trasferimento delle onde dal largo in prossimità del sito in oggetto;
- variazioni dei livelli marini;
- flusso principale delle correnti.

La caratterizzazione geografica del sito costiero in esame consente una prima valutazione delle condizioni di esposizione del litorale agli eventi meteomarini (essenzialmente vento e moto ondoso).

L'analisi del regime dei venti in prossimità dell'arco di costa è finalizzata ad una prima analisi qualitativa degli stati di mare generati dall'azione del vento, nonché alla stima di eventuali fenomeni di deflazione eolica (trasporto dei sedimenti associato all'azione del vento) che possono interessare la fascia costiera. Per quanto concerne i dati di vento, al fine di reperire informazioni sulla zona portuale in esame per la redazione del presente studio, si è fatto riferimento alla stazione meteorologica A.M. presente nel paraggio costiero. Per lo studio del moto ondoso e per la caratterizzazione del clima ondometrico relativo al sito in oggetto, si è fatto riferimento ad un metodo originale di trasposizione dei dati disponibili relativi alle stazioni ondometriche

direzionali della R.O.N. (Rete Ondametrica Nazionale) di Ponza e di Cetraro in un punto opportunamente scelto al largo di Palinuro.

Sulla serie ondametriche trasposte è stata svolta una elaborazione statistica delle onde estreme in acqua profonda, al fine di determinare le caratteristiche dell'onda di progetto. Infatti l'analisi delle caratteristiche del moto ondoso al largo del sito in esame consente di definire i parametri di base per il corretto studio dei fenomeni evolutivi della dinamica costiera e per il dimensionamento idraulico e strutturale delle opere di difesa.

In seguito il regime ondoso al largo è stato trasferito sotto costa in un punto antistante le opere in progetto, mediante l'applicazione del modello di rifrazione inversa spettrale (Merope). Nella figura 1.1 è illustrata la localizzazione geografica del paraggio costiero e l'ubicazione delle stazioni di misura del moto ondoso e del vento considerate. La presente relazione descrive il lavoro svolto dall'ing. Cristiano Falasconi e dall'ing. Davide Saltari con la revisione finale del prof. ing. Alberto Noli.

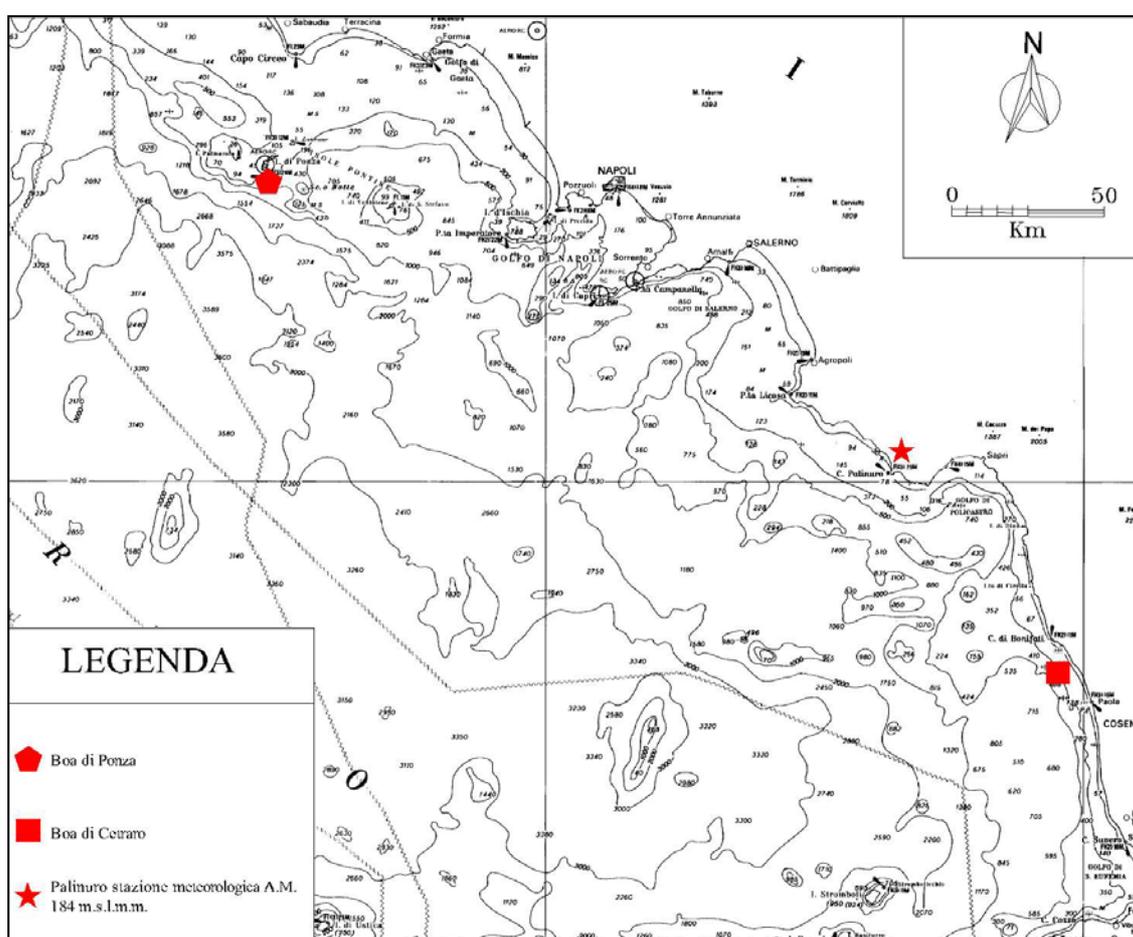


Fig. 1.1 - Localizzazione del paraggio costiero ed ubicazione delle stazioni di misura

2 Ubicazione ed esposizione del paraggio al moto ondoso

Il porto di Palinuro sorge a ridosso dell'insenatura Nord di Capo Palinuro ed è composto da una riva banchinata allineata lungo la direzione SW-NE, protetta a Nord da un molo di sopraflutto. I fondali prospicienti la banchina di attracco hanno una profondità variabile 5.0 m sino a valori inferiori anche a 1.5 m conseguenti ai marcati fenomeni di insabbiamento e sono prevalentemente sabbiosi (su un sub-strato roccioso).

Ponendosi al largo su fondali di circa -100 m, il paraggio è esposto al mare aperto per un ampio settore di traversia, delimitato ad Est dall'estremità di p.ta della Quaglia (100 °N) ed a Ovest-NordOvest dalle Isole di Ischia e Capri (300°N). Pertanto, il paraggio costiero in esame si affaccia sul mar Tirreno ed è limitato dalla costa calabrese (distante circa 50 Km), dalla costa siciliana (distante circa 200 Km), dalla costa nord africana (distante circa 500 Km) e infine dalla costa della Sardegna (distante circa 480 Km) – fig.2.1.

Per un'analisi del settore di traversia, più propriamente mirata alla valutazione delle condizioni di possibile esposizione agli stati di mare, è ormai prassi consolidata fare riferimento in luogo dei settori di traversia geografica al cosiddetto fetch efficace che rappresenta la porzione di mare costituente sotto l'azione diretta dei venti, l'area di generazione dell'evento di moto ondoso.

A tal proposito si è proceduto secondo il metodo descritto in appendice che consente di valutare le porzioni di mare (fetch efficaci) effettivamente coinvolte dal fenomeno di generazione del moto ondoso. Tale metodo tiene conto del fatto che il moto ondoso viene generato non solo nella direzione lungo la quale spirava il vento, ma anche in tutte le direzioni comprese in un settore di $\pm 90^\circ$ rispetto alla sua direzione media di azione: pertanto ai fini della valutazione delle caratteristiche del moto ondoso occorre tenere conto non solo della lunghezza del fetch corrispondente alla direzione principale, ma anche (in modo opportuno) delle lunghezze corrispondenti a tutte le altre direzioni comprese nel settore di traversia del paraggio in esame (fig. 2.1).

Considerato che nel Mar Mediterraneo le perturbazioni cicloniche hanno estensioni massime dell'ordine dei 500 km, i fetch geografici sono stati limitati a tale dimensione utilizzando il modello ENIF per il calcolo automatico dei relativi fetch efficaci.

L'applicazione del modello numerico suddetto consente inoltre di definire la legge di deviazione tra la direzione media del vento e la direzione media del moto ondoso generato (fig. 2.2). Nel grafico di fig. 2.3 vengono riportati i valori dei fetch efficaci calcolati per ciascuna direzione. Dall'analisi di quest'ultimo e della tab.1.1.1 si evince che nel caso in esame il fetch efficace massimo per il paraggio in oggetto è pari a circa 400 km ed è riferibile ad un settore incentrato intorno alla direzione ovest (240° - 280° N).

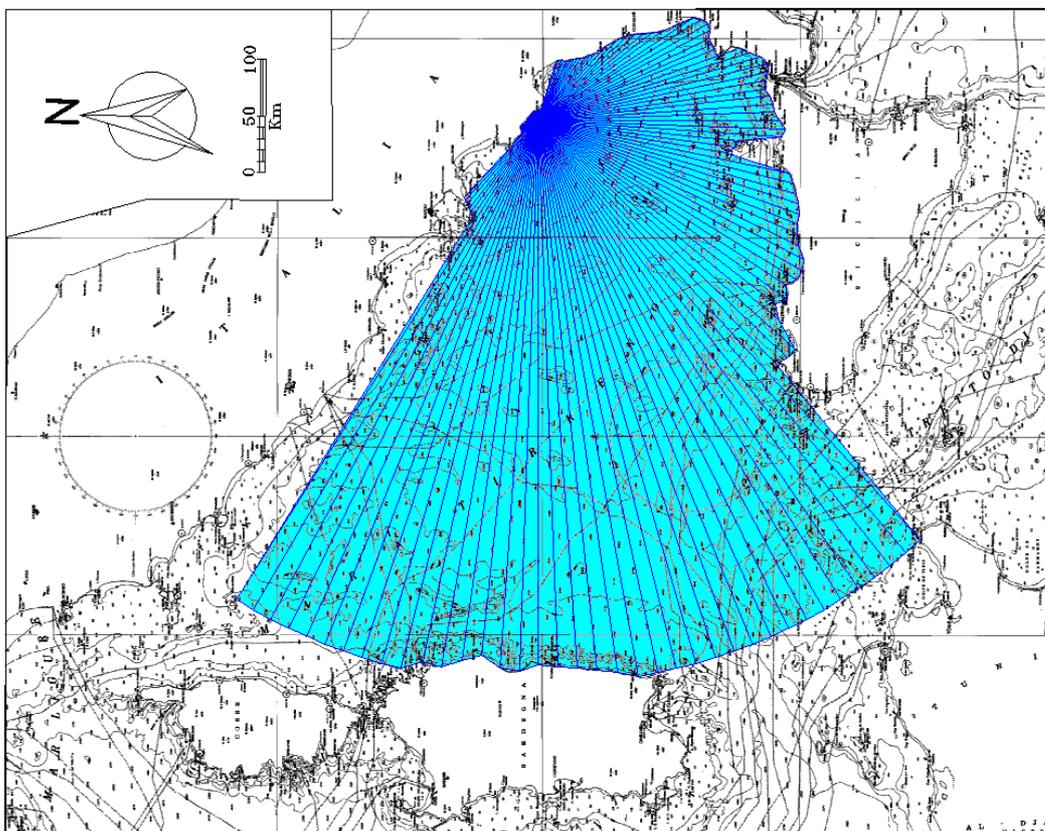
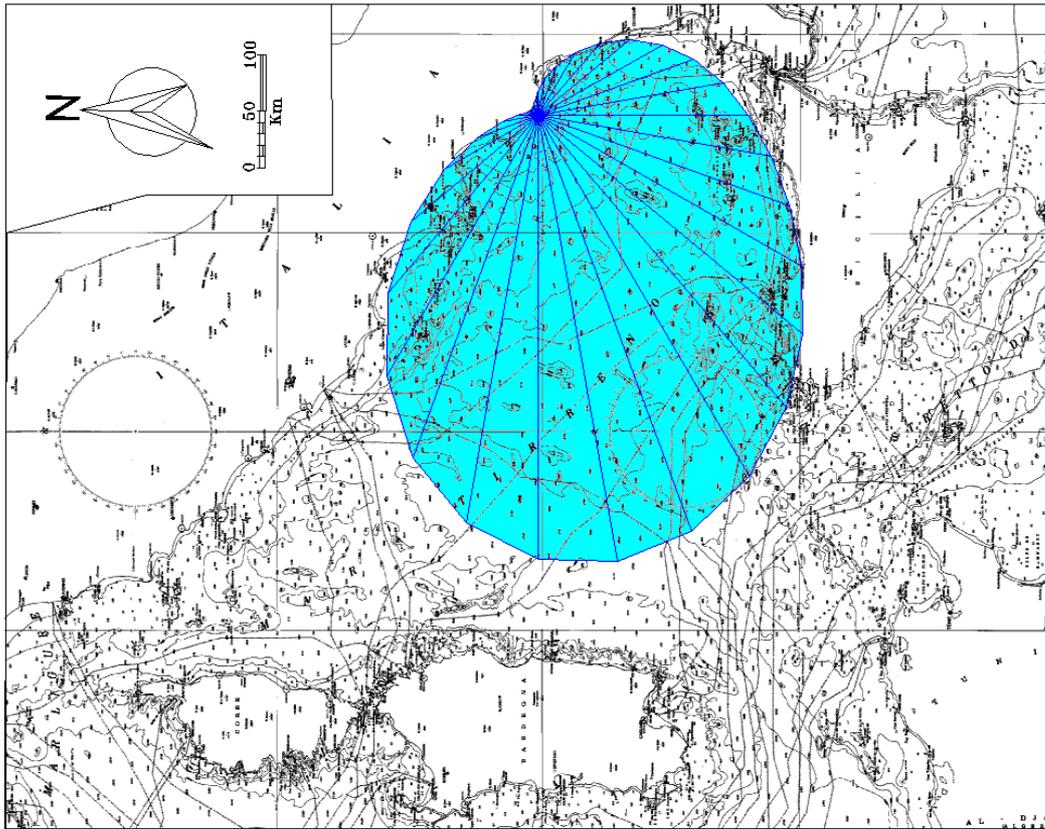
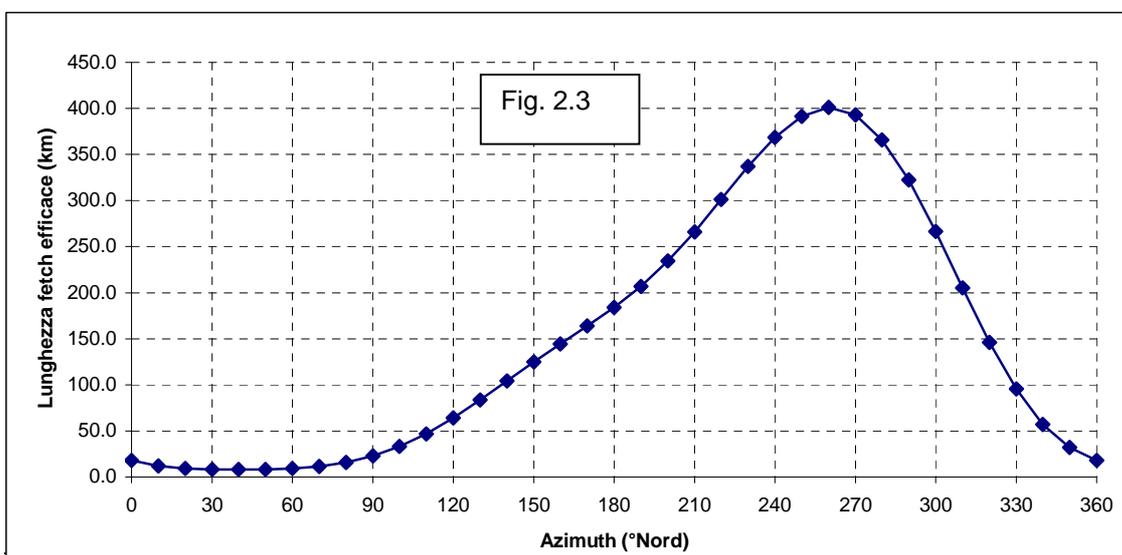
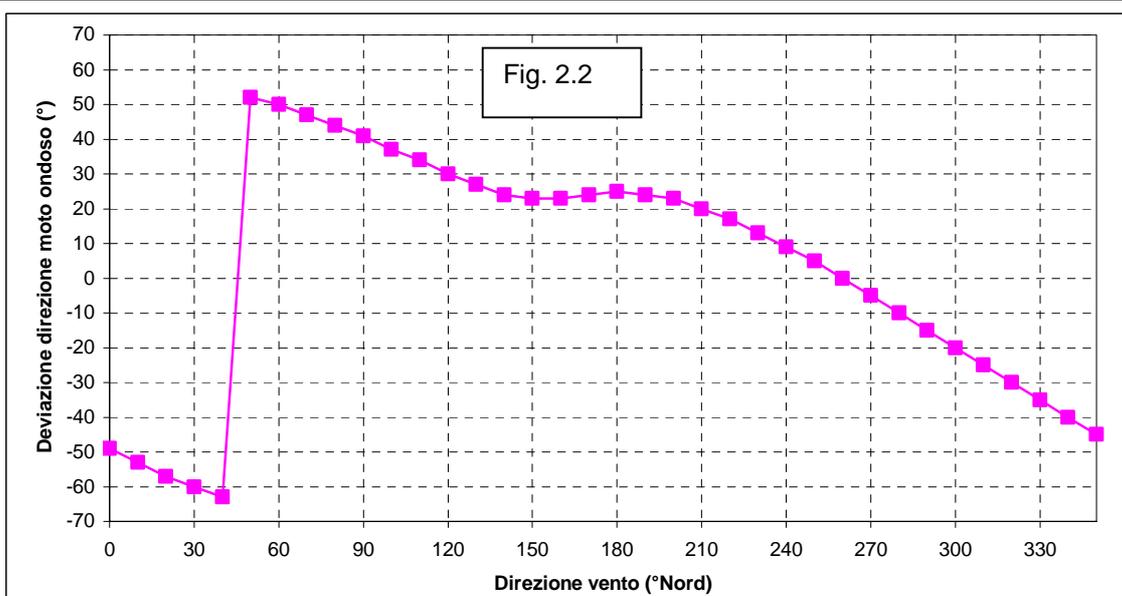


Fig. 2.1 - Fetch geografici ed efficaci al largo di Palinuro

Tab. 2.1 - Fetch geografici ed efficaci al largo di Palinuro (-100 m s.l.m.)

Direzione media settore di traversia (°Nord)	Fetch Geografico (km)	Fetch Efficace (km)	Deviazione direzione vento-mare (°)	Direzione media settore di traversia (°Nord)	Fetch Geografico (km)	Fetch Efficace (km)	Deviazione direzione vento-mare (°)
0	9.99	18.16	-49.0	180	206.85	184.00	25.0
10	10.16	11.73	-53.0	190	173.38	206.93	24.0
20	9.20	9.27	-57.0	200	239.31	234.24	23.0
30	8.36	8.35	-60.0	210	263.06	266.24	20.0
40	8.06	8.00	-63.0	220	263.74	301.48	17.0
50	8.57	8.14	52.0	230	500.00	337.00	13.0
60	8.51	9.09	50.0	240	500.00	368.68	9.0
70	8.68	11.36	47.0	250	500.00	391.60	5.0
80	8.88	15.62	44.0	260	500.00	400.89	0.0
90	8.42	22.60	41.0	270	484.52	392.84	-5.0
100	8.54	32.89	37.0	280	482.72	366.13	-10.0
110	54.47	46.73	34.0	290	500.00	322.46	-15.0
120	60.59	63.86	30.0	300	500.00	266.58	-20.0
130	73.18	83.41	27.0	310	98.41	205.35	-25.0
140	113.25	104.14	24.0	320	29.00	146.22	-30.0
150	168.14	124.80	23.0	330	17.53	95.54	-35.0
160	166.19	144.63	23.0	340	16.80	57.26	-40.0
170	204.96	163.89	24.0	350	13.35	32.14	-45.0



3 Regime dei venti

In generale la conoscenza del "clima anemologico" locale, cioè della distribuzione di frequenza della velocità e direzione del vento, è di grande importanza in quanto influenza in maniera determinante la scelta dell'ubicazione, la configurazione planimetrica delle opere portuali, dell'imboccatura e dei pontili di ormeggio.

E' noto infatti che le imbarcazioni rispondono meglio alle azioni di venti longitudinali (paralleli all'asse longitudinale delle imbarcazioni) piuttosto che trasversali, in particolar modo durante le delicate manovre negli spazi ristretti dei bacini portuali ed in fase di stazionamento.

Inoltre la conoscenza della forza del vento è necessaria per il dimensionamento di eventuali pontili di accosto ed altre strutture emergenti e per il calcolo degli effetti sulle variazioni del livello marino sottocosta.

Per la individuazione del regime dei venti nel sito costiero in esame sono stati analizzati i dati della stazione anemometrica di Palinuro (Aeronautica Militare: periodo di funzionamento dal 1951 al 1977; quota: +184 m s.l.m.) ubicata in corrispondenza del promontorio.

La distribuzione delle frequenze annuali, per settori di provenienza (16 settori con ampiezza di 22.5°) e 5 classi di intensità del vento (più le calme), è stata sintetizzata nella tab. 3.1 e rappresentata graficamente nel grafico polare riportato nella fig. 3.1.

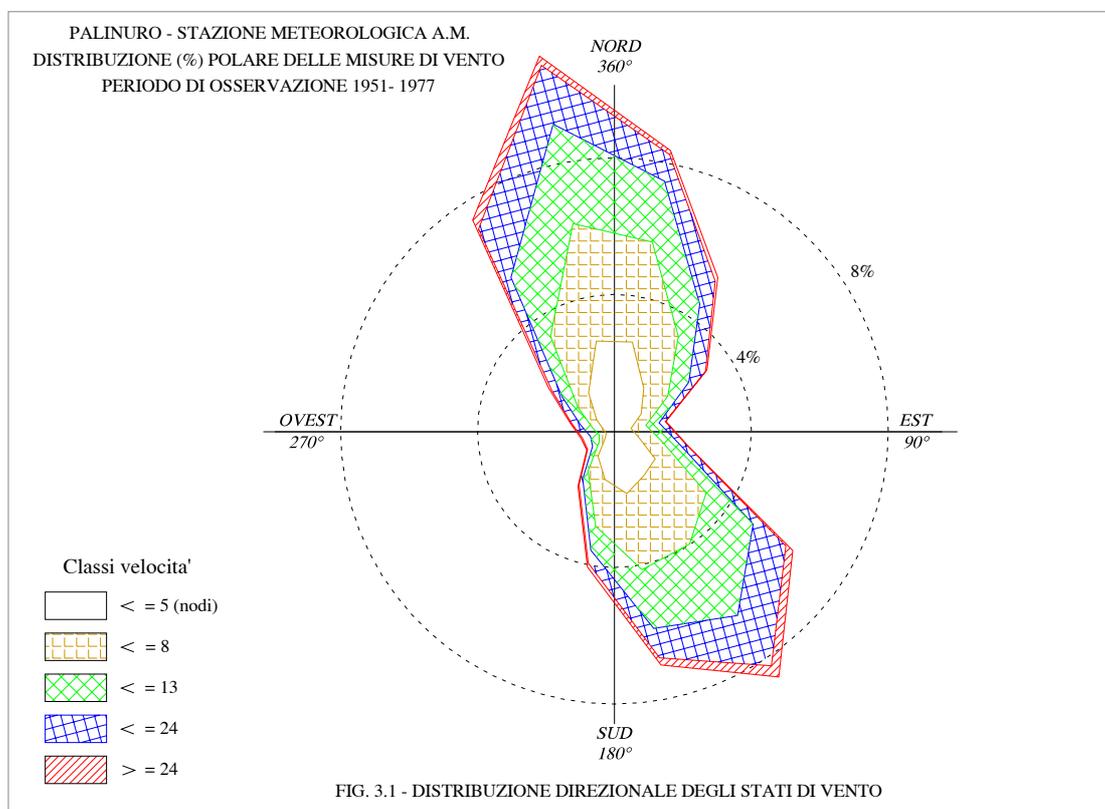
Appare chiaro che i venti locali più frequenti sono diretti verso la direzione Nord-Ovest (340° N, maestrale-tramontana) e verso Sud-Est (140° N, scirocco-mezzogiorno). Da quest'ultima direzione provengono anche i venti più intensi (venti aventi velocità superiore a 24 nodi) i quali hanno una frequenza inferiore al 3% (circa 8 giorni l'anno).

Tab. 3.1 - STAZIONE A.M. DI PALINURO

Direzione e velocità del vento
Distribuzione delle frequenze annuali(*) (media sul periodo 1951 ÷ 1977)

DIR (°N)	Classi di velocità (nodi)						Totali
	0 ÷ 1	2 ÷ 4	5 ÷ 7	8 ÷ 12	13 ÷ 23	24 ÷ 99	
0.0 ÷ 22.5		26.76	29.93	18.16	7.92	1.21	83.98
22.5 ÷ 45.0		15.40	18.18	11.31	8.14	1.33	54.36
45.0 ÷ 67.5		9.40	9.34	7.41	5.85	0.53	32.53
67.5 ÷ 90.0		4.95	4.41	3.90	1.90	0.20	15.36
90.0 ÷ 112.5		7.02	7.04	5.46	2.34	0.22	22.08
112.5 ÷ 135.0		14.31	17.90	16.56	11.49	2.43	62.68
135.0 ÷ 157.5		15.45	24.10	25.20	17.75	3.95	86.44
157.5 ÷ 180.0		18.50	22.73	17.53	8.77	2.16	69.70
180.0 ÷ 202.5		14.29	13.91	7.19	3.81	1.20	40.40
202.5 ÷ 225.0		8.62	5.24	2.78	1.99	0.56	19.19
225.0 ÷ 247.5		3.22	2.14	2.35	1.70	0.33	9.74
247.5 ÷ 270.0		2.43	2.10	2.61	2.41	0.40	9.95
270.0 ÷ 292.5		3.27	3.40	3.37	2.70	0.50	13.25
292.5 ÷ 315.0		6.24	6.60	5.54	3.73	1.06	23.17
315.0 ÷ 337.5		13.62	20.00	20.76	17.06	3.10	74.54
337.5 ÷ 360.0		27.08	35.09	29.70	17.56	2.75	112.17
VARIABILI		0.66	1.02	1.90	3.45	1.32	8.35
0 ÷ .5 m/s	262.08						262.08
Totali	262.08	191.21	223.12	181.74	118.59	23.25	1000

Quota strumento (m s.l.m.) 310
 Numero totale eventi: 77208
 (*) Valori per migliaia di unità



4 Correnti

L'analisi d'insieme (riferita alla rappresentazione grafica estratta da "Atlante Tematico d'Italia" TCI, CNR – figura 4.1) mostra che, al largo della costa in esame, i flussi delle correnti di gradiente (o di densità) sono condizionati dal fenomeno di riflusso della circolazione d'insieme antioraria del Mar Tirreno e pertanto sono diretti da Nord verso Sud in quanto in prossimità della costa lungo la zolla continentale l'effetto combinato della batigrafia e l'azione del vento più frequente determina un'inversione della direzione prevalente della corrente. In generale nel Tirreno centrale la velocità media delle correnti in superficie è piuttosto modesta, circa 5 cm/s, con punte massime comunque inferiori a 50 cm/s.

La conformazione batigrafica del sito in esame, associata alla limitata escursione dei livelli di marea astronomica, lascia prevedere valori trascurabili delle possibili correnti di marea. In definitiva il regime delle correnti marine nel paraggio costiero in esame ha effetti irrilevanti sulla dinamica dei sedimenti costieri, dominata invece dalle correnti litoranee, comprese tra la linea dei frangenti e la riva, indotte dall'azione del moto ondoso frangente.

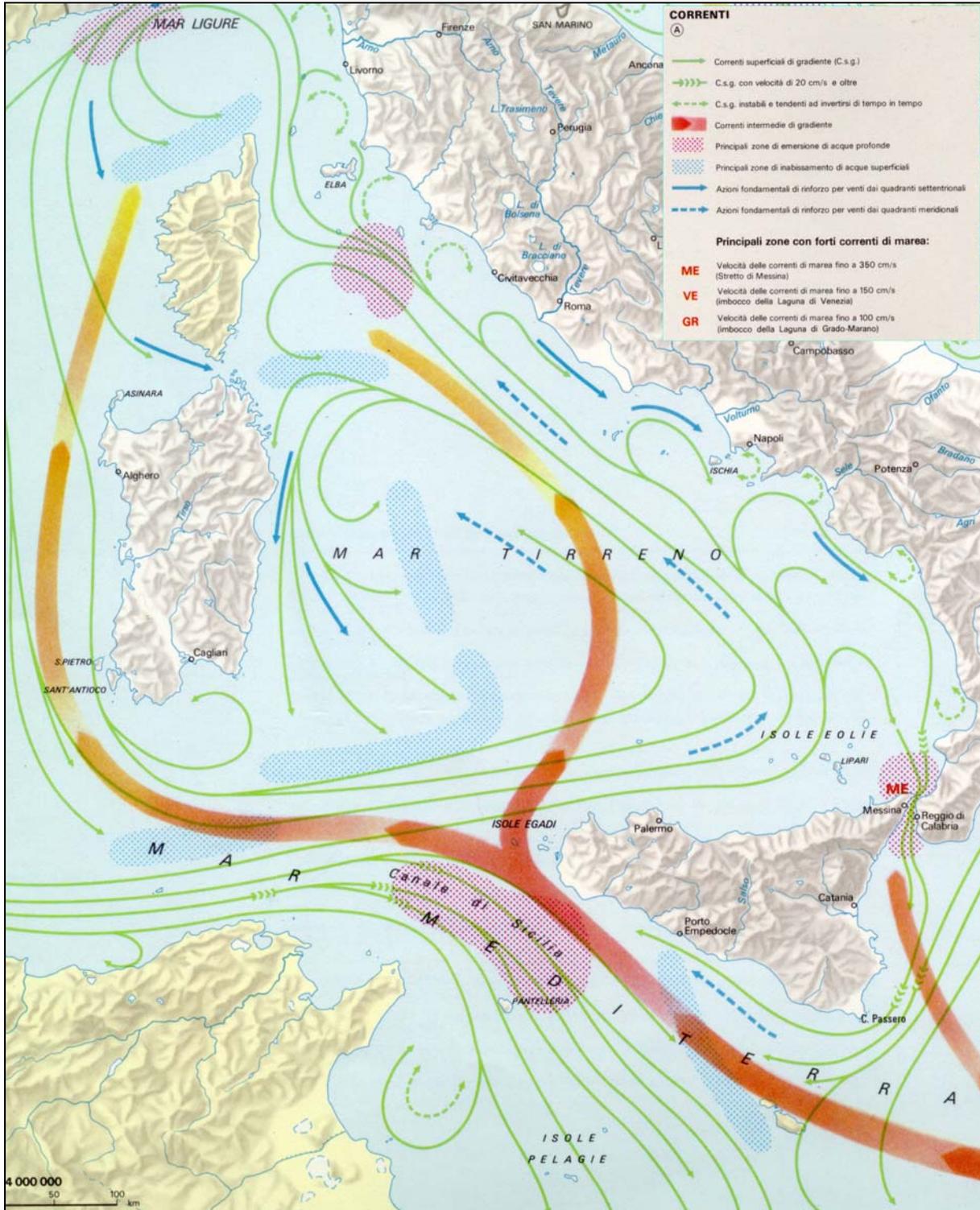


Fig. 4.1 - Analisi d'insieme delle correnti al largo di Palinuro (TCI-CNR)

5 *Variazioni del livello marino*

La conoscenza delle massime variazioni quasi-statiche del livello marino, dovute a cause diverse (principalmente marea astronomica e "meteorologica"), è necessaria per molteplici scopi quali: la corretta progettazione delle quote da assegnare alle opere ed ai fondali di progetto; l'analisi del grado di ricircolo naturale dello specchio liquido portuale. In generale, per quanto riguarda le variazioni a breve termine, periodiche e non, occorre distinguere gli effetti della marea astronomica da quelli della marea "meteorologica" (indotta essenzialmente dall'azione del vento e dalle variazioni di pressione atmosferica).

Nel zona del Mar Tirreno ove ricade il paraggio costiero in esame le escursioni del livello del mare sono di fatto modeste; per la stima della componente oscillatoria della marea astronomica le ampiezze ed i tempi di marea sono prevedibili per alcuni porti principali italiani in base alle "Tavole di Marea", pubblicate annualmente dall'Ufficio Idrografico della Marina Militare; per il caso in esame si possono utilizzare i dati forniti per il porto di Napoli (che è il più vicino). L'andamento temporale risultante è di tipo semidiurno (periodo 12 ore e 25 minuti) con due alte maree e due basse maree al giorno di ampiezza diversa (marea di tipo sinodico-declinazionale). Le escursioni di marea astronomica sono contraddistinte da una periodicità bisettimanale distinta nelle fasi di sizigie (luna piena e nuova) e di quadratura. Nei periodi sizigiali si verificano i massimi dislivelli positivi e negativi che raggiungono valori di circa $\pm 0,20$ m rispetto al livello medio marino (massimo dislivello pari a circa 0,40). Nelle fasi di quadratura l'escursione è limitata al massimo a $\pm 0,15$ m s.l.m.

Per la definizione della marea meteorologica si distinguono:

- *sovralzo ed abbassamento barico* (legati al passaggio dei cicloni ed anticicloni): considerata una condizione di minimo barico pari a 978 mb rispetto ad una condizione media di 1013 mb ne consegue un effetto di sovralzo marino massimo pari a 0,35 m; considerando che il massimo barico pluriennale osservato è di 1040 mb, si ha un abbassamento locale del livello marino di circa $-0,27$ m.

- *sovrizzo di vento*: l'effetto di innalzamento dei livelli sottocosta indotto dall'azione di venti foranei spiranti verso la costa campana è definito in funzione dell'estensione della piattaforma continentale (l'isobata -200 si trova a circa 15 km dalla linea di costa). Il calcolo del sovrizzo di vento può essere effettuato con la nota relazione implicita:

$$S = \frac{K_p \cdot L_p \cdot U^2}{g(D - d - S)} \ln\left(\frac{D}{d + S}\right)$$

Questa fornisce un valore di 0.04 m alla profondità media di imbasamento ($d=12\text{m}$) delle opere in progetto, essendo $D=200\text{ m}$ profondità limite assunta per la piattaforma continentale; $L_p=15000\text{ m}$ estensione della piattaforma continentale; $g = 9,81\text{ m/s}^2$; $K_p = 3 \times 10^{-6}$; $U = 25\text{ m/s}$ velocità del vento persistente. Eseguendo il calcolo anche per profondità inferiori si osserva che il sovrizzo segue una legge esponenziale con un massimo lungo la linea di riva ($d=0$) pari a $S=0.11\text{ m}$.

In definitiva è possibile calcolare il massimo sovrizzo lungo riva sommando tutti i diversi contributi di oscillazione del livello marino, ma considerando che in generale non si verifica la piena concomitanza per i sovrizzi di carattere meteorologico ed astronomico. Si può cautelativamente assumere una riduzione del 75% per il sovrizzo massimo di carattere meteorologico ed astronomico; pertanto a fronte di un sovrizzo massimo assoluto pari a circa 0.59 m ($0.20 + 0.35 + 0.04$); il massimo livello marino da assumere per la progettazione del prolungamento dell'opera foranea può essere posto pari a circa + 0.5 m sopra al l.m.m.

Il minimo abbassamento del livello marino è pari alla somma dell'oscillazione di marea (20 cm) e dell'abbassamento barico (27 cm), ed è uguale a circa 47 cm; anche in questo caso si può ammettere un abbattimento del 25% dell'oscillazione massima, pertanto il minimo livello da assumere per la progettazione delle opere è pari a -0.4 m rispetto al l.m.m. ($0.47 \times 0.75 = 0.36\text{ m}$).

Infine si devono considerare le variazioni a lungo termine dovute a fenomeni di eustatismo: le attuali proiezioni prevedono un progressivo innalzamento del livello

marino dovuto all'incremento della temperatura terrestre (effetto serra) stimabile in circa 30 cm nei prossimi 50 anni. Valutazioni meno pessimistiche considerano possibili incrementi di livello di poco superiori a quelli registrati nell'ultimo millennio (dell'ordine di 10 cm al secolo).

6 Regime del moto ondoso

Elemento indispensabile per una corretta valutazione degli eventi estremi e per la definizione dell'onda morfologica finalizzata allo studio del litorale, è il regime del moto ondoso che contraddistingue il sito in esame. La conoscenza "climatica" del moto ondoso, ovvero la definizione in termini di frequenze annuali delle grandezze che ne definiscono il regime, quali l'altezza d'onda significativa H_s , il periodo d'onda T e la direzione media di provenienza θ , è stata effettuata utilizzando la seguente metodologia:

- 1) acquisizione di misure ondametriche condotte in aree prossime al sito in esame (ondametro di Cetraro – RON, ondametro di Ponza – RON);
- 2) ricostruzione del moto ondoso al largo del sito con il metodo di trasposizione geografica a partire dalle serie storiche delle stazioni ondametriche sopra citate;
- 3) trasferimento sotto costa degli stati di mare individuati al largo di Palinuro in un punto caratteristico (localizzato alla profondità approssimativa di -16.50 m s.l.m. in prossimità delle opere di difesa del porto) attraverso il metodo di rifrazione inversa spettrale.

Come già sottolineato, la corretta determinazione della distribuzione in frequenza delle onde risponde ai seguenti obiettivi progettuali esaminati in dettaglio nei paragrafi seguenti:

- 1) definizione delle probabilità di occorrenza degli *eventi ondosi estremi* per il dimensionamento delle opere di difesa;
- 2) definizione del *clima d'onda* per la valutazione delle condizioni di evoluzione dei fenomeni di dinamica costiera.

6.1 **Caratteristiche del moto ondoso registrato dalle stazioni ondametriche**

Per la determinazione del moto ondoso al largo del porto di Palinuro si è reso necessario reperire delle misure ondametriche che offrissero un quadro esaustivo dell'esposizione del sito in esame all'azione del moto ondoso. A tale scopo si è potuto fare riferimento alle misure effettuate da:

- stazione ondametrica di Ponza, posta a sud-ovest di Punta della Guardia – periodo di riferimento dal 1 luglio 1989 al 31 Ottobre 2003; gestita dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (ricade all'interno dell'area climatica di generazione degli stati di mare che interessano il sito in esame) – Rendimento medio = 91 %;
- stazione ondametrica di Cetraro, posta a sud-ovest di C. di Bonifati – periodo di riferimento dal 1 luglio 1999 al 30 Aprile 2003; gestita dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (ricade all'interno dell'area climatica di generazione degli stati di mare che interessano il sito in esame) – Rendimento medio = 92 %.

Nella tabella 6.1.1 e nella figura 6.1.1 è rappresentata la distribuzione annuale del numero di eventi di moto ondoso (in forma percentuale) suddivisi per classi di altezza d'onda significativa (H_s) e direzione di provenienza ($^{\circ}N$), registrate dalla stazione ondametrica di Ponza nel periodo considerato. Nella tab.6.1.6a viene riportato il numero di eventi di moto ondoso suddiviso per classi di H_s e di periodo di picco (T_p), mentre nella 6.1.6b sono rappresentate le relative frequenze percentuali.

Dall'analisi di tali tabelle si nota che per eventi con $H_s > 0.5$ m (con esclusione delle calme):

- la maggiore frequenza di accadimento (22.9%) si ha per il settore di ponente ($250^{\circ}N \div 290^{\circ}N$), dal quale provengono anche gli eventi più intensi;
- gli eventi con H_s superiore ai 4.5 m provengono dai settori di libeccio e ponente;
- per il settore di levante si ha una discreta frequenza di accadimento (circa 12%) degli di stati di mare, tra i quali alcuni eventi presentano valori dell'altezza significativa che raggiungono i 4.5 m.

Nelle tabelle 6.1.7÷6.1.11 e nella figura 6.1.2 è rappresentata la distribuzione annuale del numero di eventi di moto ondoso (in forma percentuale) suddivisi per classi di altezza d'onda significativa (H_s) e direzione di provenienza ($^{\circ}N$), registrate dalla stazione ondometrica di Cetraro. Nella tab.6.1.12a viene riportato il numero di eventi di moto ondoso suddiviso per classi di H_s e di periodo di picco (T_p), mentre nella 6.1.12b sono rappresentate le relative frequenze percentuali.

Dall'analisi di tali tabelle si nota che per eventi con $H_s > 0.5$ m (con esclusione delle calme):

- il clima d'onda presenta un accentuato carattere monodirezionale: il sito risulta prevalentemente esposto agli eventi di moto ondoso provenienti da ponente ($250^{\circ}N \div 290^{\circ}N$);
- la frequenza di accadimento degli eventi provenienti da tale settore è circa pari al 34.69% del totale;
- la frequenza di accadimento degli eventi più intensi ($H_s > 3.5$ m) nel settore di ponente è pari allo 0.57% (corrispondente ad una durata di 2 circa giorni).

Tab. 6.1.1: Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza.
ANNUALE
 Ricostruzione dei dati di moto ondoso relativi al largo di Ponza
 Periodo di riferimento 1luglio 1989 - 31 ottobre 2003

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10	0.06	0.06	0.05	0.04	0.01	0.00										0.23
20	0.07	0.08	0.06	0.04	0.00	0.00										0.25
30	0.07	0.04	0.05	0.03	0.00											0.19
40	0.06	0.13	0.06	0.05		0.00										0.31
50	0.09	0.14	0.07	0.05	0.01	0.01										0.36
60	0.08	0.20	0.11	0.09	0.03	0.02										0.53
70	0.13	0.28	0.25	0.24	0.13	0.03	0.00									1.05
80	0.13	0.49	0.63	0.93	0.41	0.18	0.03	0.01								2.81
90	0.11	0.66	0.98	1.39	0.62	0.21	0.07	0.02	0.00							4.07
100	0.14	0.63	0.94	0.85	0.28	0.14	0.03	0.02	0.00	0.00						3.03
110	0.12	0.60	0.63	0.39	0.07	0.10	0.01	0.01								1.93
120	0.14	0.54	0.50	0.30	0.10	0.07	0.01	0.01								1.68
130	0.18	0.54	0.46	0.45	0.16	0.08	0.03	0.02								1.91
140	0.16	0.52	0.51	0.45	0.19	0.09	0.02	0.03	0.01							1.98
150	0.17	0.53	0.47	0.31	0.16	0.08	0.01	0.01	0.00							1.73
160	0.16	0.43	0.45	0.31	0.08	0.07	0.01	0.00								1.52
170	0.20	0.53	0.54	0.35	0.11	0.07	0.01									1.80
180	0.30	0.70	0.68	0.53	0.16	0.11	0.02	0.01	0.00	0.00						2.51
190	0.36	0.76	0.85	0.59	0.21	0.19	0.04	0.03	0.01							3.03
200	0.43	1.11	0.98	0.75	0.28	0.24	0.05	0.02	0.01							3.88
210	0.61	1.38	0.90	0.58	0.26	0.16	0.07	0.03	0.01	0.00						4.01
220	0.65	1.66	0.83	0.82	0.29	0.23	0.05	0.05	0.01	0.01	0.00	0.01				4.62
230	0.67	1.51	1.01	0.88	0.26	0.17	0.10	0.06	0.03	0.01		0.01				4.69
240	0.71	1.44	0.99	0.79	0.29	0.25	0.06	0.05	0.01	0.01	0.00		0.00			4.61
250	0.86	1.58	1.04	0.85	0.43	0.26	0.09	0.05	0.01	0.02						5.20
260	0.85	1.98	1.45	1.29	0.61	0.47	0.19	0.10	0.05	0.03	0.01		0.00			7.03
270	0.90	2.38	1.94	2.11	1.18	0.85	0.47	0.35	0.13	0.09	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	10.48
280	0.91	3.04	2.35	1.88	1.13	0.58	0.23	0.18	0.05	0.05	0.01	0.01	0.01			10.42
290	1.00	2.82	1.26	0.72	0.17	0.09	0.03	0.02	0.01			0.00				6.13
300	0.75	1.69	0.78	0.33	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01							3.70
310	0.44	0.89	0.33	0.21	0.07	0.02	0.01									1.96
320	0.24	0.41	0.19	0.12	0.03											0.98
330	0.18	0.17	0.06	0.06	0.01											0.49
340	0.10	0.14	0.09	0.03	0.01											0.37
350	0.11	0.09	0.03	0.03	0.01											0.26
360	0.08	0.09	0.04	0.01	0.00											0.22
TOT.	12.24	30.26	22.57	18.86	7.84	4.83	1.65	1.07	0.34	0.22	0.06	0.03	0.03	0.01	0.01	100.00
Tot. cumul.		42.50	65.06	83.93	91.76	96.59	98.24	99.30	99.64	99.87	99.93	99.96	99.99	99.99	100.00	

Numero di eventi validi : 35941

Tab.6.1.2 : Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza.
 INVERNO

Ricostruzione dei dati di moto ondoso relativi al largo di Ponza
 Periodo di riferimento 1luglio 1989 - 31 ottobre 2003

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.	
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5		>=6.5
10		0.02	0.09	0.05												0.16
20		0.05	0.07	0.06	0.01											0.18
30	0.02	0.01	0.06	0.03	0.01											0.14
40		0.06	0.10	0.07												0.23
50	0.01	0.06	0.10	0.02		0.01										0.21
60	0.01	0.08	0.19	0.21	0.03	0.02										0.55
70	0.07	0.16	0.34	0.30	0.18	0.03	0.01									1.10
80	0.08	0.30	0.61	1.25	0.84	0.31	0.05									3.42
90	0.08	0.73	1.44	2.00	1.40	0.34	0.09	0.03	0.01							6.13
100	0.08	0.92	1.69	1.34	0.53	0.17	0.06			0.01						4.79
110	0.08	0.98	1.27	0.61	0.10	0.08	0.02	0.01								3.16
120	0.16	0.79	0.72	0.38	0.16	0.08	0.01									2.30
130	0.19	0.89	0.57	0.30	0.22	0.11	0.01	0.01								2.31
140	0.13	0.58	0.37	0.39	0.34	0.05	0.03	0.03	0.01							1.93
150	0.07	0.50	0.47	0.22	0.31	0.10	0.01									1.68
160	0.11	0.30	0.39	0.23	0.08	0.13	0.02	0.01								1.27
170	0.10	0.41	0.54	0.25	0.14	0.11	0.01									1.57
180	0.19	0.51	0.54	0.38	0.26	0.15	0.01									2.05
190	0.24	0.66	0.76	0.40	0.27	0.24	0.03	0.03								2.64
200	0.18	0.92	0.96	0.81	0.34	0.22	0.10									3.54
210	0.53	1.38	0.97	0.63	0.24	0.18	0.10	0.05	0.01	0.01						4.11
220	0.58	2.00	1.21	0.97	0.35	0.18	0.14	0.07				0.01				5.53
230	0.55	1.78	1.42	1.12	0.27	0.11	0.15	0.05	0.05			0.01				5.51
240	0.46	1.65	1.26	1.04	0.55	0.31	0.08	0.06	0.01							5.41
250	0.55	1.68	1.14	1.08	0.79	0.34	0.16	0.09	0.02	0.03						5.89
260	0.45	1.68	1.32	1.48	1.11	0.62	0.33	0.16	0.08	0.05	0.03					7.30
270	0.49	1.75	1.75	1.53	1.10	0.87	0.67	0.41	0.17	0.18	0.02	0.03	0.02			9.01
280	0.33	1.61	1.61	1.25	0.79	0.39	0.31	0.17	0.09	0.05						6.60
290	0.26	1.49	1.13	0.56	0.22	0.15	0.05	0.02	0.02							3.90
300	0.26	0.98	1.08	0.47	0.13	0.05	0.05	0.01	0.01							3.03
310	0.14	0.76	0.41	0.43	0.19	0.08	0.01									2.02
320	0.08	0.45	0.29	0.29	0.08											1.18
330	0.06	0.21	0.07	0.15	0.06											0.54
340		0.02	0.13	0.06	0.05											0.25
350	0.01	0.02	0.09	0.06	0.01											0.19
360		0.07	0.08	0.01												0.16
TOT.	6.57	26.47	25.24	20.40	11.17	5.45	2.53	1.22	0.49	0.33	0.06	0.06	0.02			100.00
Tot. cumul.		33.04	58.28	78.68	89.84	95.29	97.81	99.04	99.53	99.86	99.92	99.98	100.00	100.00	100.00	

Numero di eventi validi : 8741

Tab.6.1.3: Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza.
PRIMAVERA

Ricostruzione dei dati di moto ondoso relativi al largo di Ponza
Periodo di riferimento 1luglio 1989 - 31 ottobre 2003

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.	
	<.25	.25÷.05	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5		>=6.5
10	0.05	0.01	0.01													0.08
20	0.04	0.04	0.03													0.12
30	0.08	0.01	0.02													0.11
40	0.01	0.09	0.01	0.01												0.12
50	0.03	0.10	0.03	0.01												0.18
60	0.05	0.10	0.10	0.01												0.26
70	0.12	0.14	0.16	0.08	0.04	0.01										0.56
80	0.14	0.37	0.37	0.28	0.19	0.13	0.02									1.51
90	0.15	0.49	0.70	0.39	0.20	0.07	0.01									2.01
100	0.22	0.59	0.47	0.19	0.14	0.03										1.64
110	0.14	0.38	0.37	0.13	0.01											1.04
120	0.16	0.44	0.48	0.19	0.02	0.07										1.36
130	0.16	0.51	0.53	0.43	0.14	0.03										1.81
140	0.22	0.57	0.79	0.48	0.13	0.08	0.01									2.28
150	0.30	0.76	0.76	0.36	0.13	0.05										2.35
160	0.31	0.55	0.56	0.26	0.07	0.03	0.02									1.79
170	0.30	0.63	0.66	0.32	0.09	0.03	0.01									2.04
180	0.51	0.94	0.96	0.30	0.12	0.02	0.01									2.87
190	0.60	0.93	0.92	0.57	0.08	0.05	0.02									3.17
200	0.84	1.39	1.14	0.73	0.20	0.04	0.01	0.01								4.37
210	0.98	1.78	1.02	0.35	0.23	0.12										4.49
220	0.92	1.78	0.76	0.58	0.34	0.21	0.02	0.03								4.64
230	0.91	1.56	1.15	0.77	0.26	0.20	0.05	0.03	0.03							4.97
240	0.89	1.64	1.09	0.57	0.16	0.15	0.05	0.04	0.01							4.62
250	1.08	1.97	1.46	0.65	0.32	0.20	0.07	0.05	0.02	0.01						5.82
260	1.05	2.82	1.97	0.95	0.44	0.44	0.20	0.04	0.03	0.01	0.02					7.98
270	1.20	2.88	2.35	1.96	1.18	0.53	0.31	0.11	0.09	0.01			0.01			10.63
280	1.29	4.05	3.16	2.10	1.32	0.61	0.23	0.15	0.03							12.96
290	1.37	3.50	1.51	0.67	0.19	0.07	0.01									7.31
300	0.73	1.90	0.71	0.18	0.04	0.02										3.59
310	0.51	0.80	0.37	0.05												1.74
320	0.21	0.33	0.09	0.01												0.63
330	0.22	0.11	0.07	0.01												0.40
340	0.10	0.09	0.05	0.01												0.25
350	0.11	0.03	0.01	0.01												0.16
360	0.10	0.04	0.01													0.15
TOT.	16.13	34.35	24.85	13.60	6.04	3.20	1.06	0.48	0.22	0.03	0.02		0.01			100.00
Tot. cumul.		50.48	75.33	88.94	94.98	98.17	99.23	99.72	99.93	99.97	99.99	99.99	100.00	100.00	100.00	

Numero di eventi validi : 9138

Tab. 6.1.5: Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza.
AUTUNNO

Ricostruzione dei dati di moto ondoso relativi al largo di Ponza
Periodo di riferimento 1luglio 1989 - 31 ottobre 2003

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10	0.03	0.13	0.05	0.16	0.04	0.01										0.42
20	0.04	0.13	0.12	0.10		0.01										0.41
30	0.05	0.07	0.10	0.09												0.31
40	0.09	0.14	0.16	0.16		0.01										0.56
50	0.08	0.17	0.07	0.18	0.04	0.01										0.55
60	0.07	0.27	0.12	0.17	0.08	0.05										0.76
70	0.08	0.41	0.26	0.44	0.27	0.08										1.54
80	0.10	0.48	0.84	1.97	0.60	0.30	0.05	0.03								4.38
90	0.12	0.80	1.22	3.07	0.94	0.54	0.20	0.07								6.94
100	0.14	0.41	1.31	1.94	0.54	0.42	0.07	0.09	0.01							4.92
110	0.08	0.47	0.58	0.88	0.17	0.37		0.03								2.56
120	0.12	0.44	0.47	0.67	0.24	0.17	0.05	0.04								2.20
130	0.24	0.34	0.50	1.01	0.30	0.20	0.10	0.07								2.75
140	0.08	0.46	0.50	0.88	0.31	0.29	0.05	0.10	0.01							2.68
150	0.08	0.43	0.25	0.58	0.16	0.17	0.03	0.03	0.01							1.73
160	0.03	0.33	0.34	0.48	0.14	0.12										1.44
170	0.12	0.33	0.44	0.75	0.20	0.13										1.96
180	0.18	0.48	0.71	1.39	0.18	0.31	0.05	0.03	0.01	0.01						3.36
190	0.29	0.67	0.81	1.26	0.39	0.48	0.13	0.08	0.03							4.13
200	0.26	0.88	0.63	1.14	0.39	0.76	0.12	0.09	0.05							4.32
210	0.25	0.92	0.65	0.98	0.46	0.35	0.18	0.10	0.01							3.91
220	0.29	1.02	0.78	1.66	0.50	0.59	0.04	0.12	0.03	0.07	0.01	0.01				5.11
230	0.22	0.94	0.68	1.57	0.52	0.42	0.24	0.20	0.04	0.03		0.01				4.87
240	0.18	0.86	0.81	1.50	0.44	0.59	0.08	0.10	0.03	0.05	0.01		0.01			4.68
250	0.25	0.73	0.59	1.53	0.55	0.51	0.12	0.05	0.01	0.03						4.37
260	0.30	0.56	1.16	2.21	0.63	0.73	0.21	0.21	0.05	0.04			0.01			6.12
270	0.18	0.88	1.11	2.76	1.11	1.65	0.59	0.72	0.16	0.17	0.07		0.04	0.03	0.04	9.50
280	0.12	0.82	1.10	1.82	0.58	0.71	0.13	0.26	0.05	0.14	0.05	0.03	0.03			5.83
290	0.16	0.51	0.67	0.99	0.14	0.12	0.08	0.04				0.01				2.72
300	0.08	0.41	0.54	0.61	0.10	0.08	0.03	0.01	0.03							1.88
310	0.12	0.30	0.35	0.37	0.09	0.01	0.01									1.26
320	0.08	0.18	0.30	0.21	0.04											0.81
330	0.01	0.04	0.08	0.10												0.24
340	0.03	0.12	0.12	0.07												0.33
350		0.12		0.03	0.01											0.16
360	0.04	0.16	0.04	0.05	0.01											0.30
TOT.	4.56	16.40	18.44	33.77	10.19	10.19	2.55	2.46	0.54	0.54	0.14	0.07	0.09	0.03	0.04	100.00
Tot. cumul.	20.97	39.41	73.18	83.36	93.55	96.10	98.56	99.10	99.63	99.78	99.84	99.93	99.96	100.00		

Numero di eventi validi : 7646

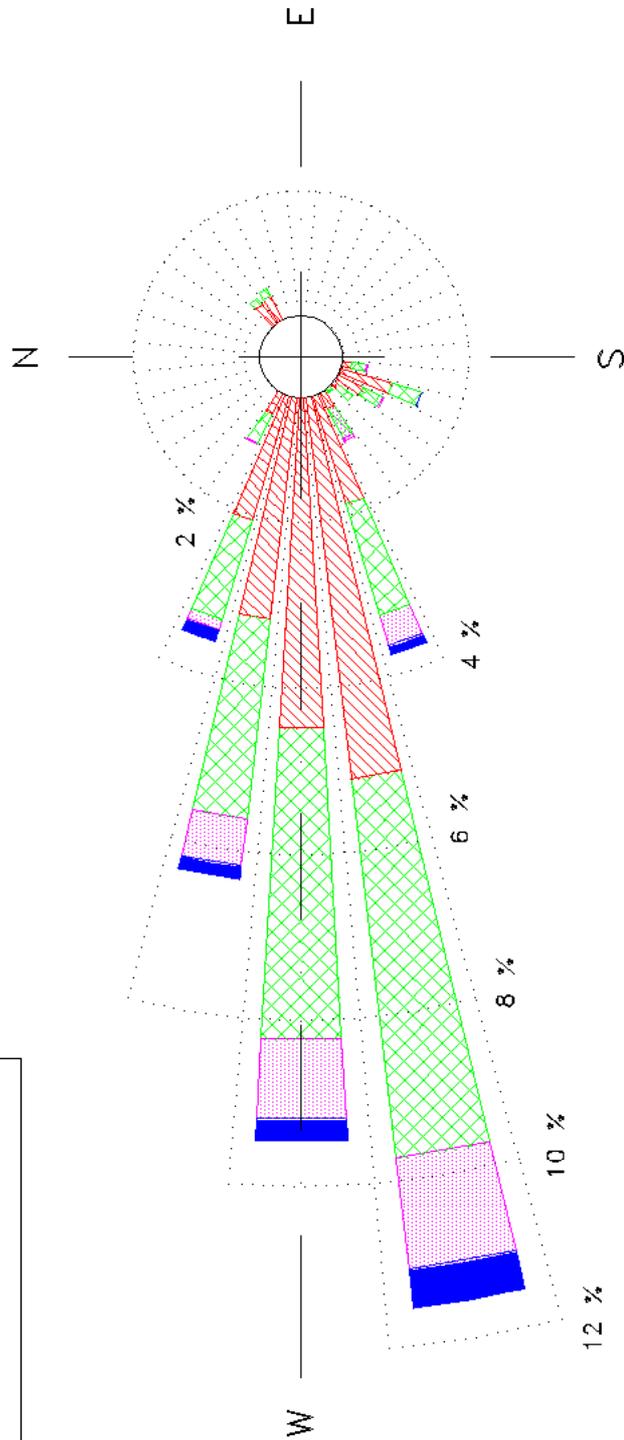
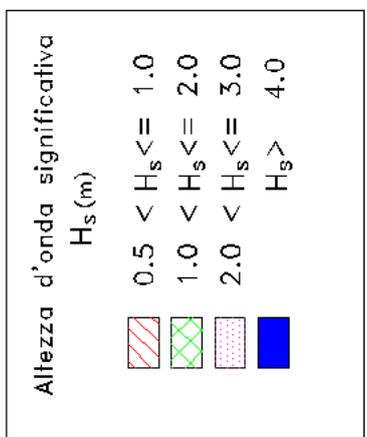
Tab. 6.1.6a - Ripartizione del numero degli eventi di moto ondoso
per classi di altezze d'onda significative e periodo di picco
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Hs (m)	CLASSI DI PERIODO DI PICCO Tp (s)							Tot
	Tp < 4	4 ≤ Tp < 6	6 ≤ Tp < 8	8 ≤ Tp < 10	10 ≤ Tp < 12	12 ≤ Tp < 14	Tp > 14	
0.25 <	2083	1774	471	35	8		23	4394
0.25 ÷ 0.75	4645	9093	1438	164	13		102	15455
0.75 ÷ 1.25	184	5032	3051	190	35	1	8	8501
1.25 ÷ 1.75	8	1318	2198	149	11	1		3685
1.75 ÷ 2.25	3	260	1554	445	11	2		2275
2.25 ÷ 2.75		10	422	322	8			762
2.75 ÷ 3.25			127	339	25			491
3.25 ÷ 3.75			33	120	22			175
3.75 ÷ 4.25			5	62	46			113
4.25 ÷ 4.75			1	12	17			30
4.75 ÷ 5.25				4	11			15
> 5.25					12	4		16
Tot.	6923	17487	9300	1842	219	8	133	35912

Tab. 6.1.6b - Ripartizione percentuale degli eventi di moto ondoso
per classi di altezze d'onda significative e periodo di picco
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Hs (m)	CLASSI DI PERIODO DI PICCO Tp (s)							Tot	Tot. cumul.
	Tp < 4	4 ≤ Tp < 6	6 ≤ Tp < 8	8 ≤ Tp < 10	10 ≤ Tp < 12	12 ≤ Tp < 14	Tp > 14		
0.25 <	5.80	4.94	1.31	0.10	0.02		0.06	12.24	12.24
0.25 ÷ 0.75	12.93	25.32	4.00	0.46	0.04		0.28	43.04	55.27
0.75 ÷ 1.25	0.51	14.01	8.50	0.53	0.10	0.00	0.02	23.67	78.94
1.25 ÷ 1.75	0.02	3.67	6.12	0.41	0.03	0.00		10.26	89.20
1.75 ÷ 2.25	0.01	0.72	4.33	1.24	0.03	0.01		6.33	95.54
2.25 ÷ 2.75		0.03	1.18	0.90	0.02			2.12	97.66
2.75 ÷ 3.25			0.35	0.94	0.07			1.37	99.03
3.25 ÷ 3.75			0.09	0.33	0.06			0.49	99.52
3.75 ÷ 4.25			0.01	0.17	0.13			0.31	99.83
4.25 ÷ 4.75			0.00	0.03	0.05			0.08	99.91
4.75 ÷ 5.25				0.01	0.03			0.04	99.96
>5.25					0.03	0.01		0.04	100.00
Tot.	19.28	48.69	25.90	5.13	0.61	0.02	0.37	100	
Tot. cumul.	19.28	67.97	93.87	100.00	100.00	100.00	100.00		

Fig. 6.1.2 – Regime del moto ondoso al largo di Cetraro – Clima annuale
 Distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso
 (periodo di riferimento: 1 luglio 1999 – 30 aprile 2003)



Tab. 6.1.7: Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza.
 ANNUALE
 Ricostruzione dei dati di moto ondoso al largo di Cetraro
 Periodo di riferimento 1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10	0.02	0.17	0.05	0.02												0.26
20	0.04	0.16	0.16	0.01												0.38
30	0.09	0.18	0.23	0.01												0.51
40	0.08	0.26	0.29	0.06												0.69
50	0.07	0.51	0.79	0.10												1.46
60	0.06	0.75	0.81	0.09	0.02											1.73
70	0.06	0.29	0.31	0.02	0.01											0.69
80	0.03	0.16	0.16	0.01												0.35
90	0.04	0.10	0.04													0.17
100	0.04	0.08	0.01													0.13
110	0.05	0.04	0.03													0.12
120		0.06	0.02													0.08
130	0.02	0.04	0.03													0.09
140	0.02	0.01	0.01													0.04
150	0.01	0.05	0.03													0.09
160	0.05	0.10	0.02	0.01												0.17
170	0.01	0.09	0.10	0.03												0.22
180	0.13	0.35	0.18	0.07												0.73
190	0.20	0.71	0.61	0.16	0.03	0.01										1.72
200	0.43	1.11	1.13	0.34	0.03				0.01							3.04
210	0.45	0.79	0.83	0.23	0.03	0.01										2.34
220	0.65	0.43	0.55	0.16	0.06											1.84
230	0.58	0.57	0.38	0.11	0.06											1.70
240	0.86	0.78	0.71	0.23	0.17	0.03	0.02									2.80
250	1.86	1.37	1.86	0.94	0.46	0.27	0.12	0.07	0.01	0.02	0.01					6.98
260	3.96	3.98	5.13	3.15	1.44	0.90	0.46	0.20	0.09	0.13	0.02	0.02		0.01		19.48
270	5.49	5.57	4.48	2.48	1.27	0.71	0.26	0.17	0.05	0.01					0.03	20.53
280	4.93	3.92	3.18	1.79	0.64	0.40	0.17	0.08	0.03	0.03	0.01				0.01	15.18
290	3.03	2.46	2.05	0.83	0.44	0.06	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01		9.08
300	1.43	1.46	0.78	0.29	0.11	0.01										4.08
310	0.50	0.66	0.32	0.02	0.01	0.01										1.52
320	0.14	0.36	0.16		0.01											0.66
330	0.08	0.18	0.10	0.01												0.37
340	0.04	0.15	0.08													0.26
350	0.06	0.14	0.08													0.27
360	0.02	0.15	0.07	0.01												0.24
TOT.	25.50	28.16	25.75	11.17	4.78	2.40	1.09	0.57	0.21	0.20	0.05	0.03	0.03	0.02	0.04	100.00
Tot. cumul.		53.66	79.41	90.58	95.36	97.76	98.85	99.42	99.63	99.84	99.88	99.91	99.94	99.96	100.00	

Numero di eventi validi : 10314

Tab.6.1.8 : Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza.
INVERNO

Ricostruzione dei dati di moto ondoso al largo di Cetraro
 Periodo di riferimento 1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.	
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5		>=6.5
10		0.44	0.08													0.52
20	0.04	0.32	0.36	0.04												0.76
30	0.08	0.48	0.40													0.96
40	0.08	0.56	0.56	0.08												1.28
50		0.96	1.56	0.20												2.72
60	0.08	1.32	1.24	0.08	0.08											2.80
70		0.60	0.44	0.04	0.04											1.12
80		0.32	0.12													0.44
90	0.04	0.16	0.04													0.24
100		0.08														0.08
110			0.04													0.04
120		0.12	0.04													0.16
130		0.08														0.08
140		0.04	0.04													0.08
150	0.04	0.12	0.04													0.20
160	0.08	0.12	0.04													0.24
170	0.04	0.20	0.16													0.40
180	0.08	0.60	0.24	0.04												0.96
190	0.04	0.72	0.52	0.08												1.36
200	0.36	0.84	0.96	0.32	0.04											2.52
210	0.20	0.64	0.80	0.12												1.76
220	0.72	0.52	0.56	0.04	0.04											1.88
230	0.28	0.56	0.32	0.24	0.08											1.48
240	0.64	0.80	0.96	0.28	0.04	0.08										2.80
250	1.36	0.96	1.84	1.20	0.48	0.32		0.04		0.08	0.04					6.32
260	2.76	3.88	5.76	3.36	1.32	0.88	0.48	0.40	0.24	0.20	0.08	0.04		0.04		19.44
270	3.40	5.60	5.24	2.80	1.12	1.04	0.68	0.60	0.20						0.04	20.72
280	2.44	3.04	3.72	2.00	0.60	0.44	0.24	0.12		0.08	0.04					12.72
290	0.72	2.00	2.28	0.68	0.28	0.08	0.04	0.08								6.16
300	0.56	1.76	1.24	0.36	0.36	0.04										4.32
310	0.36	1.20	0.96		0.04	0.04										2.60
320	0.16	0.68	0.24													1.08
330	0.16	0.36	0.20													0.72
340		0.16	0.08													0.24
350	0.04	0.24	0.12													0.40
360	0.08	0.28	0.04													0.40
TOT.	14.84	30.76	31.24	11.96	4.52	2.92	1.44	1.24	0.44	0.36	0.16	0.04		0.04	0.04	100.00
Tot. cumul.		45.60	76.84	88.80	93.32	96.24	97.68	98.92	99.36	99.72	99.88	99.92	99.92	99.96	100.00	

Numero di eventi validi : 2500

Tab.6.1.9: Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza.
 PRIMAVERA
 Ricostruzione dei dati di moto ondoso al largo di Cetraro
 Periodo di riferimento 1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10		0.08	0.08	0.04												0.21
20		0.04	0.08													0.13
30			0.04													0.04
40		0.13	0.17	0.08												0.38
50		0.21	0.54													0.75
60		0.33	0.54	0.04												0.92
70	0.04	0.08	0.21	0.04												0.38
80		0.08	0.21	0.04												0.33
90		0.08	0.04													0.13
100		0.04	0.04													0.08
110		0.04														0.04
120			0.04													0.04
130																
140	0.08															0.08
150			0.08													0.08
160		0.08	0.04													0.13
170		0.08	0.17	0.08												0.33
180	0.04	0.42	0.25	0.13												0.84
190	0.25	1.34	1.17	0.33	0.13	0.04										3.26
200	0.75	1.88	1.88	0.29	0.04											4.85
210	0.67	1.34	0.88	0.13	0.08	0.04										3.13
220	0.63	0.54	0.46	0.08	0.08											1.80
230	0.54	0.88	0.46													1.88
240	1.17	0.79	0.63	0.08	0.04											2.72
250	1.80	1.46	1.55	0.71	0.08	0.13	0.13									5.85
260	4.09	3.68	4.80	2.88	1.50	0.88	0.54	0.08								18.46
270	6.93	6.73	5.05	2.88	0.92	0.04	0.04									22.60
280	6.35	3.76	4.09	2.30	0.75	0.17	0.04									17.46
290	3.22	2.46	1.50	0.50	0.84	0.04										8.56
300	1.21	0.92	0.67	0.08												2.88
310	0.25	0.38	0.17													0.79
320	0.08	0.13	0.04													0.25
330	0.04	0.13	0.04													0.21
340	0.08	0.13														0.21
350		0.08														0.08
360		0.08	0.04													0.13
TOT.	28.24	28.40	25.98	10.74	4.47	1.34	0.75	0.08								100.00
Tot. cumul.		56.64	82.62	93.36	97.83	99.16	99.92	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

Numero di eventi validi : 2394

Tab. 6.1.10 : Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza.
ESTATE

Ricostruzione dei dati di moto ondoso al largo di Cetraro
Periodo di riferimento 1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.	
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5		>=6.5
10	0.04	0.04														0.07
20	0.07	0.07	0.04													0.18
30	0.18	0.11	0.11													0.40
40	0.11	0.15	0.04													0.29
50	0.15	0.29	0.33	0.11												0.88
60	0.07	0.22	0.15													0.44
70	0.07	0.07														0.15
80	0.07	0.04														0.11
90	0.04		0.04													0.07
100	0.04	0.04														0.07
110	0.04	0.04														0.07
120																
130	0.04															0.04
140																
150																
160	0.11	0.04		0.04												0.18
170		0.04														0.04
180	0.22	0.11	0.07	0.04												0.44
190	0.26	0.26	0.33	0.04												0.88
200	0.37	0.59	0.62	0.11					0.04							1.72
210	0.40	0.55	0.55													1.50
220	0.62	0.37	0.29													1.28
230	0.81	0.44	0.11	0.04												1.39
240	0.84	0.70	0.37		0.07											1.98
250	2.31	1.57	1.28	0.40	0.11											5.68
260	5.27	4.14	3.63	2.01	0.48	0.15										15.67
270	7.80	6.81	3.55	1.32	0.92	0.62	0.15									21.16
280	8.64	6.77	2.89	1.21	0.59	0.18	0.04	0.11								20.43
290	6.70	3.92	3.44	1.32	0.29	0.04										15.71
300	3.44	2.27	0.55	0.18												6.44
310	1.06	0.59	0.04	0.04												1.72
320	0.15	0.26	0.07		0.04											0.51
330	0.11	0.04	0.07													0.22
340	0.07	0.04														0.11
350	0.07	0.04	0.04													0.15
360																
TOT.	40.17	30.57	18.60	6.85	2.49	0.99	0.18	0.11	0.04							100.00
Tot. cumul.	70.74	89.34	96.19	98.68	99.67	99.85	99.96	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		

Numero di eventi validi : 2731

Tab. 6.1.11 : Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza.
 AUTUNNO
 Ricostruzione dei dati di moto ondoso al largo di Cetraro
 Periodo di riferimento 1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10	0.04	0.15	0.04	0.04												0.26
20	0.04	0.22	0.19													0.45
30	0.07	0.15	0.37	0.04												0.63
40	0.11	0.22	0.41	0.07												0.82
50	0.11	0.60	0.74	0.07												1.52
60	0.07	1.12	1.34	0.22												2.75
70	0.11	0.41	0.60													1.12
80	0.04	0.19	0.30													0.52
90	0.07	0.15	0.04													0.26
100	0.11	0.15														0.26
110	0.15	0.07	0.07													0.30
120		0.11														0.11
130	0.04	0.07	0.11													0.22
140																
150		0.07														0.07
160		0.15														0.15
170		0.04	0.07	0.04												0.15
180	0.15	0.30	0.19	0.07												0.71
190	0.26	0.60	0.48	0.19												1.52
200	0.26	1.19	1.15	0.63	0.04											3.27
210	0.52	0.67	1.12	0.67	0.04											3.01
220	0.63	0.30	0.89	0.48	0.11											2.42
230	0.67	0.45	0.63	0.15	0.15											2.05
240	0.82	0.82	0.89	0.56	0.52	0.04	0.07									3.72
250	1.93	1.45	2.75	1.45	1.12	0.63	0.33	0.22	0.04							9.93
260	3.61	4.17	6.36	4.35	2.49	1.71	0.82	0.33	0.11	0.30		0.04				24.28
270	3.79	3.27	4.20	3.01	2.08	1.08	0.19	0.11		0.04					0.07	17.85
280	2.19	1.97	2.16	1.75	0.63	0.78	0.37	0.07	0.11	0.04					0.04	10.12
290	1.30	1.41	0.89	0.78	0.37	0.07	0.19	0.11	0.11	0.07	0.04	0.04	0.11	0.04		5.54
300	0.41	0.86	0.67	0.52	0.07											2.53
310	0.30	0.48	0.15	0.04												0.97
320	0.15	0.37	0.26													0.78
330		0.22	0.07	0.04												0.33
340		0.26	0.22													0.48
350	0.11	0.19	0.15													0.45
360		0.22	0.19	0.04												0.45
TOT.	18.07	23.06	27.71	15.21	7.62	4.31	1.97	0.86	0.37	0.45	0.04	0.07	0.11	0.04	0.11	100.00
Tot. cumul.		41.13	68.84	84.05	91.67	95.98	97.95	98.81	99.18	99.63	99.67	99.74	99.85	99.89	100.00	

Numero di eventi validi : 2689

Tab. 6.1.12a -Ripartizione del numero degli eventi di moto ondoso per classi di altezze d'onda significative e periodo di picco
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Hs (m)	CLASSI DI PERIODO DI PICCO Tp (s)							Tot
	Tp < 4	4 ≤ Tp < 6	6 ≤ Tp < 8	8 ≤ Tp < 10	10 ≤ Tp < 12	12 ≤ Tp < 14	Tp > 14	
0.25 <	1054	1025	352	83	13		103	2630
0.25 ÷ 0.75	772	2020	1035	278	42	1	350	4498
0.75 ÷ 1.25	99	450	855	340	62		13	1819
1.25 ÷ 1.75	3	56	295	290	53	1	1	699
1.75 ÷ 2.25		1	101	196	46			344
2.25 ÷ 2.75			34	87	32	5	1	159
2.75 ÷ 3.25			7	52	23	6		88
3.25 ÷ 3.75				15	13	1		29
3.75 ÷ 4.25				7	16	1	1	25
4.25 ÷ 4.75				3	5			8
4.75 ÷ 5.25					3	1		4
> 5.25					6	4	1	11
Tot.	1928	3552	2679	1351	314	20	470	10314

Tab. 6.1.12b - Ripartizione percentuale degli eventi di moto ondoso per classi di altezze d'onda significative e periodo di picco
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Hs (m)	CLASSI DI PERIODO DI PICCO Tp (s)							Tot	Tot. cumul.
	Tp < 4	4 ≤ Tp < 6	6 ≤ Tp < 8	8 ≤ Tp < 10	10 ≤ Tp < 12	12 ≤ Tp < 14	Tp > 14		
0.25 <	10.22	9.94	3.41	0.80	0.13		1.00	25.50	25.50
0.25 ÷ 0.75	7.48	19.59	10.03	2.70	0.41	0.01	3.39	43.61	69.11
0.75 ÷ 1.25	0.96	4.36	8.29	3.30	0.60		0.13	17.64	86.75
1.25 ÷ 1.75	0.03	0.54	2.86	2.81	0.51	0.01	0.01	6.78	93.52
1.75 ÷ 2.25		0.01	0.98	1.90	0.45			3.34	96.86
2.25 ÷ 2.75			0.33	0.84	0.31	0.05	0.01	1.54	98.40
2.75 ÷ 3.25			0.07	0.50	0.22	0.06		0.85	99.25
3.25 ÷ 3.75				0.15	0.13	0.01		0.28	99.53
3.75 ÷ 4.25				0.07	0.16	0.01	0.01	0.24	99.78
4.25 ÷ 4.75				0.03	0.05			0.08	99.85
4.75 ÷ 5.25					0.03	0.01		0.04	99.89
>5.25					0.06	0.04	0.01	0.11	100.00
Tot.	18.69	34.44	25.97	13.10	3.04	0.19	4.56	100	
Tot. cumul.	18.69	53.13	79.11	100.00	100.00	100.00	100.00		

6.2 *Trasposizione geografica della serie di misure ondametrichie*

L'attuale porto di Palinuro è ubicato ad una distanza pari a circa 225 Km dalla stazione ondametrichia di Ponza ed a circa 85 Km da quella di Cetraro: per poter effettuare una analisi esaustiva del regime ondametrichio al largo del sito in esame, il clima d'onda relativo ad entrambe le stazioni ondametrichie (Ponza e Cetraro) è stato trasferito (metodo della "trasposizione geografica" - P. Contini e P. De Girolamo, 1998) al largo di Palinuro.

L'ipotesi di base della metodologia consiste nel supporre che le stesse condizioni di vento (velocità e direzione), che hanno determinato le condizioni di moto ondoso registrate dall'ondametro direzionale, abbiano interessato anche l'area di generazione situata al largo del sito di interesse. Inoltre si suppone che le aree di generazione del moto ondoso possano essere determinate per ciascun punto utilizzando il concetto di "fetch efficace" (Seymour, 1977). Il metodo di trasposizione consiste nel determinare la corrispondenza tra le direzioni, le altezze ed i periodi del moto ondoso relative al punto di misura e a quello di interesse.

Nel caso di fetch limitati, le leggi che permettono di calcolare l'altezza d'onda significativa spettrale H_{mo} e il periodo di picco spettrale T_m in funzione della lunghezza del fetch e della velocità del vento sono le seguenti (Vincent, 1984, Shore Protection Manual, 1984):

$$\frac{gH_m}{U_A^2} = 1.6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{gF}{U_A} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$\frac{gT_m}{U_A^2} = 2.857 \cdot 10^{-1} \left(\frac{gF}{U_A} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

dove U_A è il fattore di velocità del vento ("wind stress factor"), dipendente in modo non lineare dalla velocità del vento misurata alla quota +10 m s.l.m., ed F è il fetch efficace relativo ad una prefissata direzione geografica.

Indicando con gli apici O e P rispettivamente le grandezze relative al punto di misura e al punto di trasposizione, e fissata una direzione geografica (direzione media da cui spira il del vento) alla quale risultano associati i fetch efficaci F^P e F^O , le precedenti relazioni permettono di stabilire la ricercata corrispondenza tra le altezze ed i periodi delle onde relative al punto O e al punto P:

$$\frac{H_{mo}^P}{H_{mo}^O} = \left(\frac{F^P}{F^O} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$\frac{T_{mo}^P}{T_{mo}^O} = \left(\frac{F^P}{F^O} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (4)$$

Per ottenere le precedenti relazioni si è ovviamente supposto che il fattore di velocità del vento sia lo stesso nei due punti in esame. Tale assunzione deriva dall'aver ipotizzato che le aree di generazione dei due punti siano caratterizzate dalla stessa velocità del vento.

Il metodo si completa utilizzando la legge di Leenknecht et al., 1992 (vedi anche ACES, 1992) che stabilisce il legame tra la direzione media del vento e la direzione media del moto ondoso da esso generato.

L'applicazione del metodo impone la preliminare caratterizzazione dei fetch geografici ed efficaci per i due siti :

- Punto P al largo di Palinuro - Ondametro di Ponza per quanto concerne la trasposizione dei dati di moto ondoso da Ponza al largo di Palinuro (fig 6.2.1)
- Punto P al largo di Palinuro - Ondametro di Cetraro per quanto concerne la trasposizione dei dati di moto ondoso da Cetraro al largo di Palinuro (fig 6.2.4)

Per il calcolo dei fetch efficaci si fa riferimento ad una relazione, derivata dalla teoria di ricostruzione indiretta del moto ondoso nota come metodo S.M.B. (Sverdrup, Munk e Bretshneider, 1947) e successivi aggiornamenti (Saville 1954, Seymour 1977, S.P.M. 1984, Smith 1991), di seguito riportata nella sua forma più generale:

$$F_{e,w} = \frac{\sum_{\phi_i = \phi_w - \theta}^{\phi_w + \theta} F_i \cos^{n+1}(\phi_i - \phi_w)}{\sum_{\phi_i = \phi_w - \theta}^{\phi_w + \theta} \cos^n(\phi_i - \phi_w)}$$

dove:

ϕ_w direzione media (riferita al nord geografico) di possibile provenienza del vento responsabile del fenomeno di generazione del moto ondoso lungo la traversia;

$\phi_i \leq \phi_w \pm \theta$ direzione i-esima (riferita al nord geografico) relativa ad un settore di 2θ considerato nell'intorno della direzione ϕ_w . Il metodo classico di Saville prevede un valore di $\theta=45^\circ$ mentre la metodologia sviluppata da Seymour fa riferimento ad un valore di $\theta=90^\circ$.

$F_{e,w}$ lunghezza del fetch efficace relativa alla direzione ϕ_w

F_i lunghezza del fetch geografico relativa alla direzione i-esima ϕ_i (si fa riferimento alla lunghezza calcolata su base cartografica) eventualmente assunta come valore medio relativo ad un settore di 15° nell'intorno della direzione i-esima ϕ_i (metodo proposto dal C.E.R.C. nel software package A.C.E.S.)

n termine esponenziale definito in funzione della legge di distribuzione direzionale degli spettri di moto ondoso che caratterizzano il sito in esame (solitamente si assume $n=2$)

Per il calcolo della relazione esistente tra la direzione del vento e quella del moto ondoso generato, si fa riferimento al criterio introdotto da Donelan. Assunte le seguenti ipotesi:

- la direzione media del moto ondoso corrisponde alla direzione della componente spettrale associata al periodo di picco;
- il moto ondoso generato dal vento è ben definito e rappresentabile tramite le relazioni introdotte dalla campagna oceanografica JONSWAP (JOint North Sea WAve Project, Hasselmann 1976).

si può affermare che la direzione media β del moto ondoso relativa alla direzione media di provenienza del vento ϕ_w è individuata come il valore che rende massima la funzione:

$$f(\phi_w) = F_{e,\phi_w}^{0.28} \cdot (\cos \phi_w)^{0.44}$$

quindi per $f'(\beta) = 0$ e $f''(\beta) < 0$.

Note le caratteristiche del moto ondoso registrate nel paraggio ove è collocato l'ondametro, sulla base della legge di correlazione tra la direzione dell'onda e quella del vento si determina la direzione dell'onda nel punto di interesse. Nel contempo si definiscono i coefficienti correttivi H_M/H_C e T_M/T_C per il calcolo dell'altezza e del periodo dell'onda risultante nel punto di trasposizione geografica.

Nelle tabelle 6.2.1, 6.2.2 e nei diagrammi nelle figg. 6.2.3, 6.2.6 sono riportati i valori delle lunghezze dei fetch geografici ed efficaci relativi agli ondometri di Ponza e Cetraro necessari per la trasposizione geografica delle misure ondametriche al largo del sito in esame. La lunghezza del fetch efficace massimo relativo alla stazione di Ponza è pari a circa 380 km ed è riferibile alla direzione S-SO (210° N); per quanto concerne l'ondametro di Cetraro, la massima lunghezza del fetch efficace si ottiene lungo la direzione di ponente (270° N) e risulta pari a circa 300 km. Nelle figg. 6.2.2, 6.2.5 sono riportati i grafici della deviazione della direzione del moto ondoso in funzione della direzione del vento relativi alle due stazioni ondametriche.

Nella figura 6.2.7 e nelle tabelle 6.2.3÷6.2.7, sono sintetizzati gli stati di mare ricostruiti da Ponza suddivisi in classi di direzione ed altezza d'onda, come esposto in precedenza. Nella tab.6.2.8a viene riportato il numero di eventi di moto ondoso suddiviso per classi di H_s e di periodo di picco (T_p), mentre nella 6.2.8b sono rappresentate le relative frequenze percentuali. Dall'esame di quest'ultime si evidenzia che:

- il regime del moto ondoso trasposto da Ponza al largo di Palinuro risulta essere fortemente caratterizzato dagli eventi provenienti dal settore di ponente; contributi meno significativi sono apportati dagli stati di mare provenienti da libeccio e da mezzogiorno;

- gli eventi, con maggiore frequenza di accadimento, sono relativi al settore di ponente (il 32% degli eventi con $H_s \geq 0.5\text{m}$ provengono dal settore $250^\circ - 290^\circ\text{N}$);
- gli eventi con maggiore intensità ($H_s > 2\text{m}$) provengono prevalentemente da ponente (6.39% - 23 giorni/anno) e da libeccio (0.55% - 2 giorni/anno).

Nella figura 6.2.8 e nelle tab. 6.2.9÷6.2.13, 6.2.14a e 6.2.14b sono sintetizzati con le stesse modalità di rappresentazione usate in precedenza gli stati di mare ricostruiti da Cetraro. Dall'esame di quest'ultimi si evidenzia che:

- anche il regime del moto ondoso trasposto da Cetraro al largo di Palinuro risulta essere fortemente caratterizzato dagli stati di mare di ponente. Tuttavia la direzione di provenienza principale degli eventi di moto ondoso (260°N) risulta leggermente diversa a rispetto a quella della serie trasposta da Ponza (270°N); contributi meno significativi sono apportati dagli stati di mare provenienti da libeccio e da mezzogiorno. Nel complesso (fig. 6.2.8) la caratterizzazione del clima ondometrico risulta analoga a quella della serie trasposta da Ponza per quanto riguarda l'andamento spaziale delle frequenze cumulate, ma presenta una distribuzione angolare ruotata di circa 10° rispetto alla precedente;
- gli eventi con maggiore frequenza di accadimento sono relativi al settore di ponente (circa il 40% degli eventi con $H_s \geq 0.5\text{m}$ provengono dal settore $250^\circ - 290^\circ\text{N}$);
- gli eventi con maggiore intensità ($H_s > 2\text{m}$) provengono prevalentemente da ponente (6.42% - 23 giorni/anno) e da libeccio (0.7% - 2.5 giorni/anno).

In definitiva si osserva una buona congruenza dei risultati relativi alla trasposizione delle registrazioni relative alle due diverse stazioni ondometriche. Tuttavia, considerando che l'ondametro di Cetraro gode di una esposizione meno schermata rispetto alla boa di Ponza e che tale stazione risulta geograficamente molto più prossima al sito di interesse, si ritiene che la serie ricostruita a partire dagli stati di mare relativi alla stazione di Cetraro caratterizzi in modo più attendibile il reale clima ondometrico al largo di Palinuro.

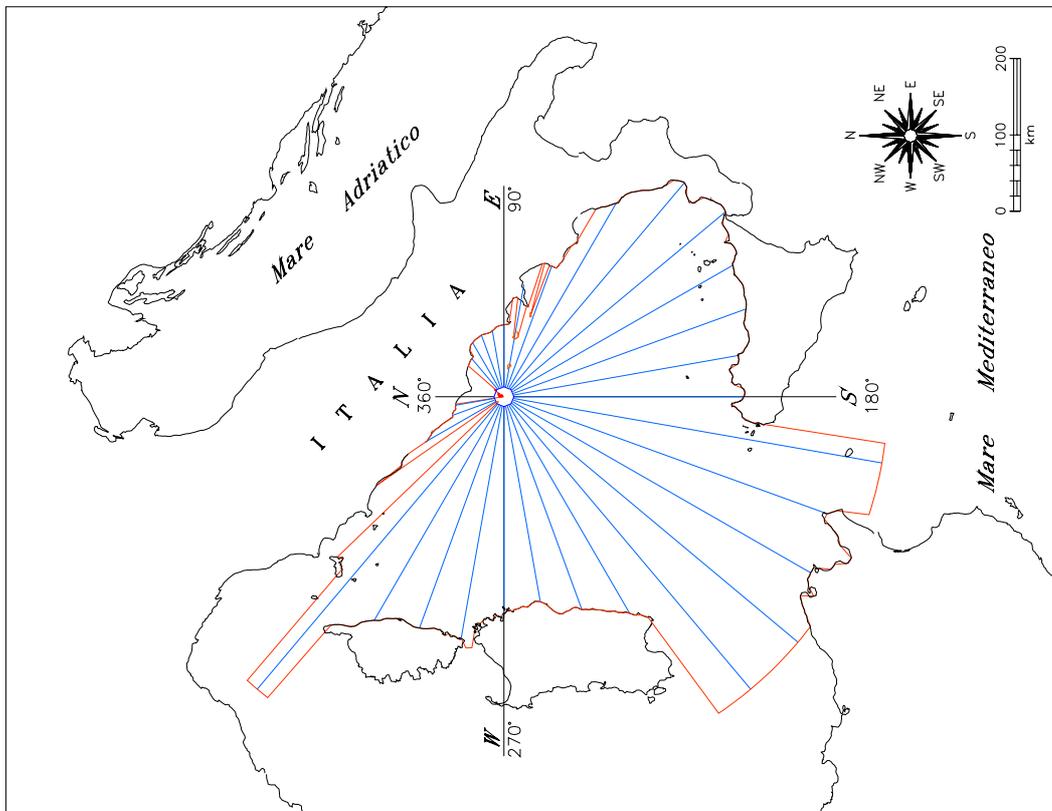
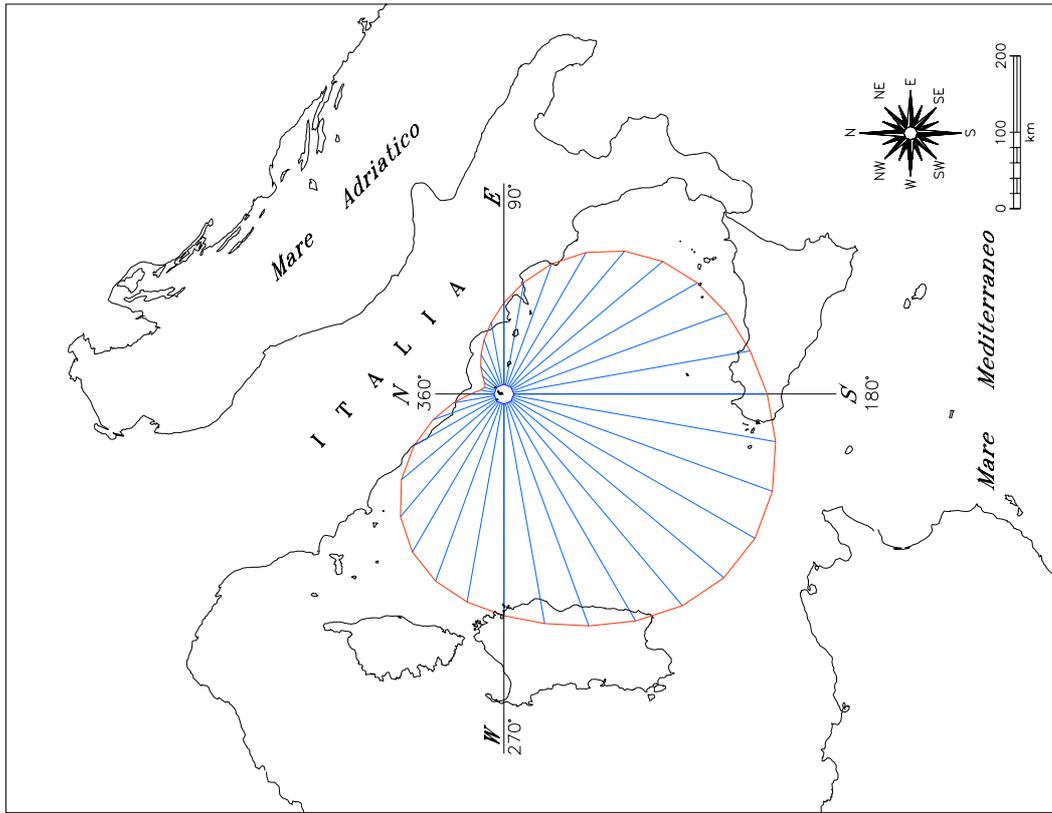
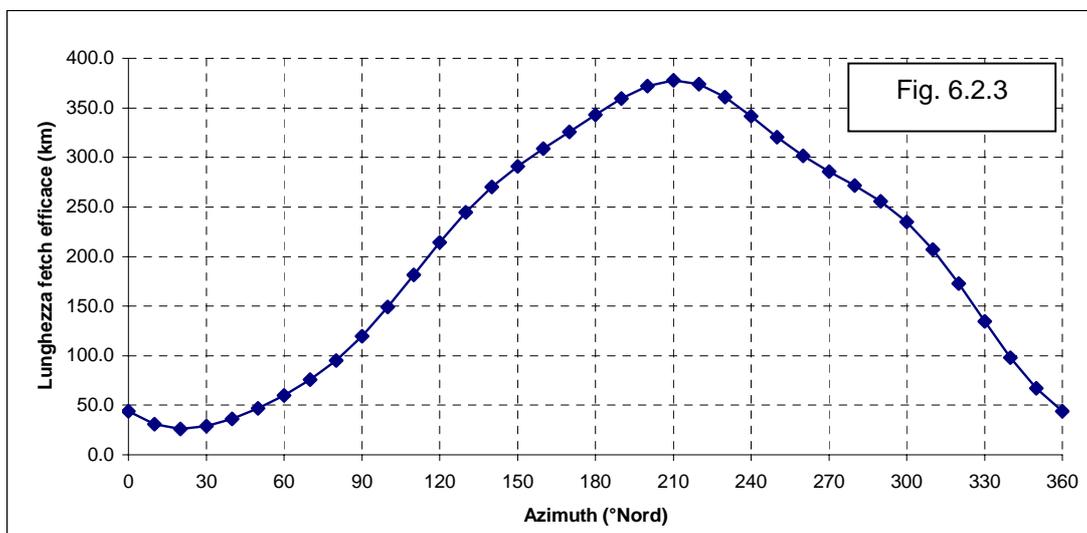
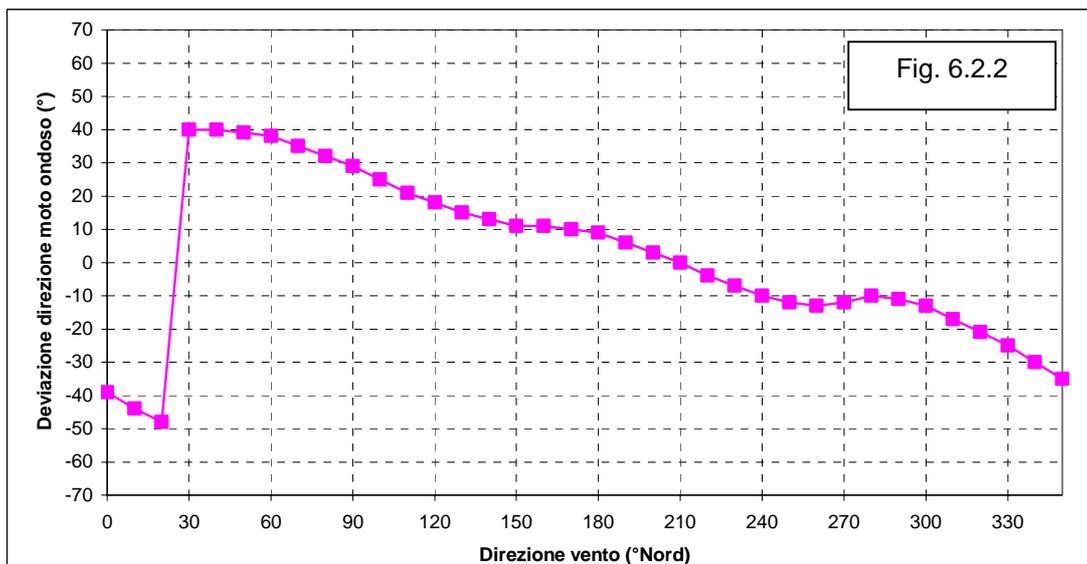


Fig. 6.2.1 – Fetch geografici ed efficaci al largo di Ponza

Tab. 6.2.1- Fetch geografici ed efficaci al largo di Ponza (-100 m s.l.m.)

Direzione media settore di traversia (°Nord)	Fetch Geografico (km)	Fetch Efficace (km)	Deviazione direzione vento-mare (°)	Direzione media settore di traversia (°Nord)	Fetch Geografico (km)	Fetch Efficace (km)	Deviazione direzione vento-mare (°)
0	2.03	44.02	-39.0	180	313.90	342.98	9.0
10	1.59	30.72	-44.0	190	500.00	359.34	6.0
20	1.32	26.28	-48.0	200	458.51	372.08	3.0
30	2.33	28.86	40.0	210	461.54	377.68	0.0
40	14.13	36.27	40.0	220	500.00	373.82	-4.0
50	64.97	46.86	39.0	230	500.00	360.74	-7.0
60	81.05	59.89	38.0	240	333.90	341.44	-10.0
70	85.53	75.64	35.0	250	298.39	320.40	-12.0
80	86.76	95.20	32.0	260	275.74	301.36	-13.0
90	93.92	119.61	29.0	270	278.62	285.61	-12.0
100	78.02	148.86	25.0	280	332.65	271.60	-10.0
110	182.05	181.35	21.0	290	321.27	255.92	-11.0
120	287.09	214.20	18.0	300	335.23	235.06	-13.0
130	363.54	244.40	15.0	310	500.00	207.09	-17.0
140	378.29	270.03	13.0	320	10.41	172.64	-21.0
150	350.62	291.01	11.0	330	145.69	134.83	-25.0
160	338.18	308.91	11.0	340	71.67	98.13	-30.0
170	318.71	325.86	10.0	350	64.09	66.86	-35.0



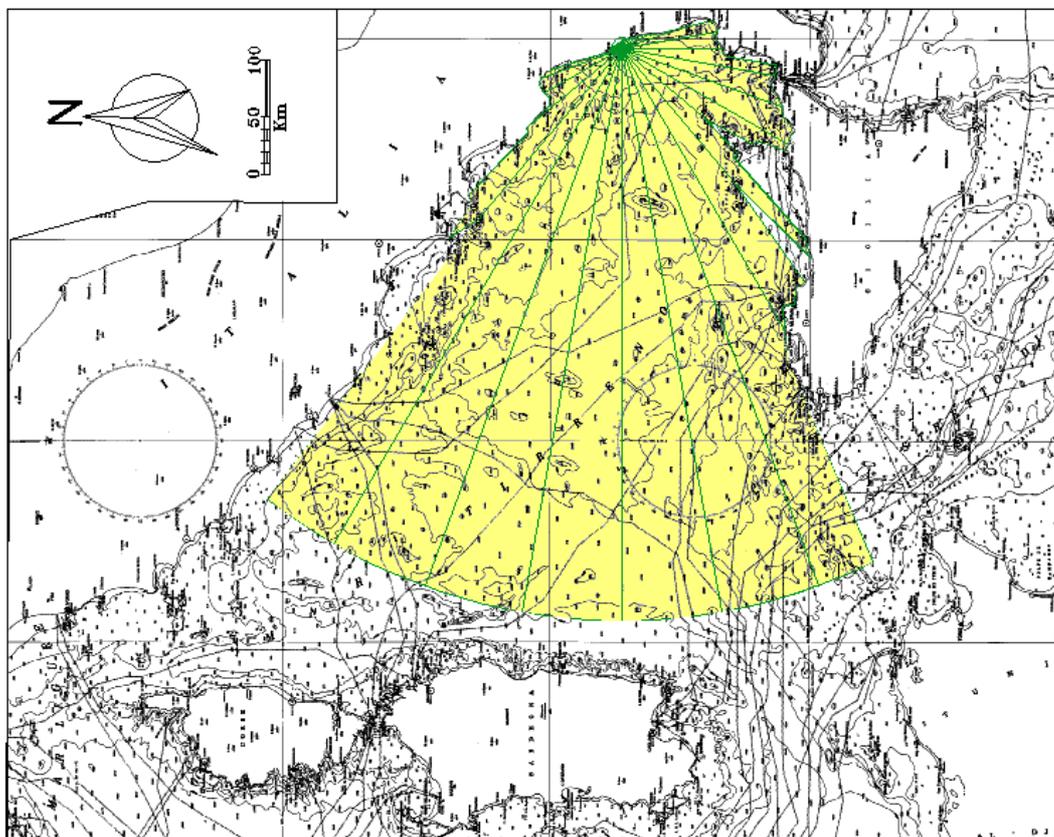
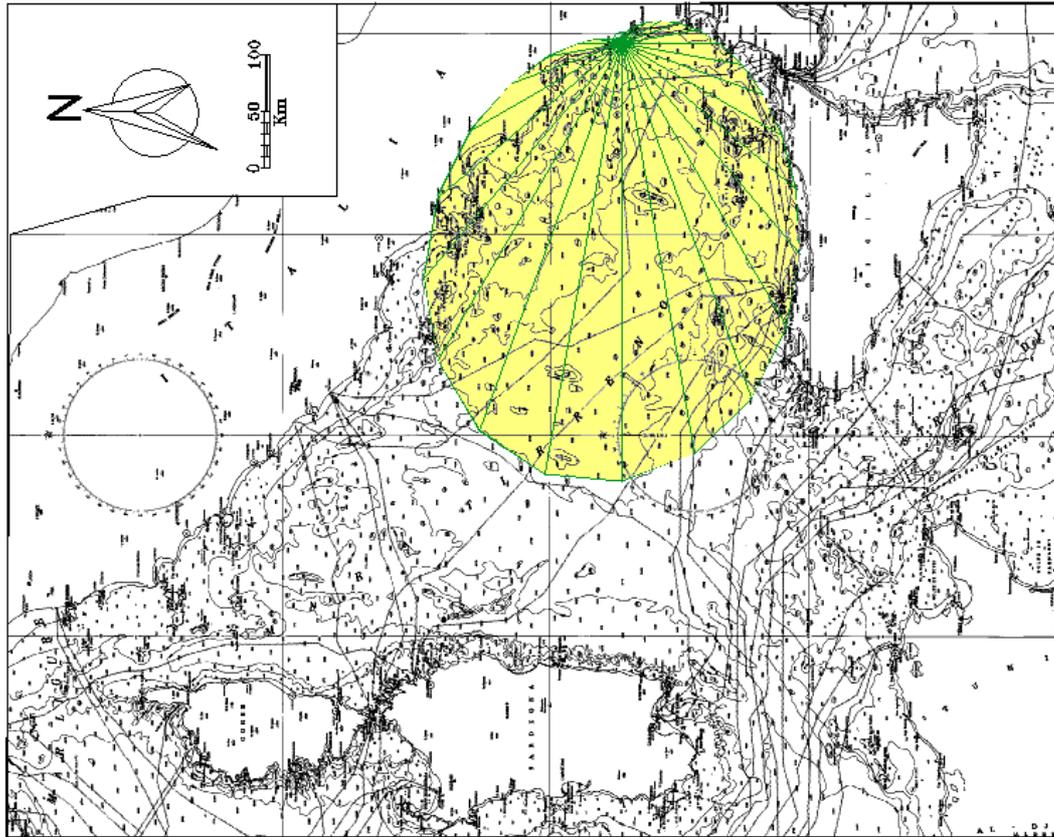


Fig. 6.2.4 - Fetch geografici ed efficaci al largo di Cetraro

Tab. 6.2.2 - Fetch geografici ed efficaci al largo di Cetraro (- 89 m s.l.m.)

Direzione media settore di traversia (°Nord)	Fetch Geografico (km)	Fetch Efficace (km)	Deviazione direzione vento-mare (°)	Direzione media settore di traversia (°Nord)	Fetch Geografico (km)	Fetch Efficace (km)	Deviazione direzione vento-mare (°)
0	9.29	52.29	-39.0	180	86.18	81.10	34.0
10	8.88	32.65	-43.0	190	135.42	102.08	31.0
20	7.90	19.53	-46.0	200	144.21	127.11	29.0
30	6.92	11.92	-50.0	210	165.44	155.75	25.0
40	6.02	8.17	-53.0	220	113.11	187.13	22.0
50	5.54	6.38	-56.0	230	245.75	219.82	18.0
60	5.37	5.61	-59.0	240	266.23	251.01	14.0
70	5.51	5.58	-61.0	250	500.00	277.34	9.0
80	5.94	6.05	49.0	260	500.00	295.85	5.0
90	6.65	7.09	47.0	270	500.00	304.21	1.0
100	7.91	8.94	44.0	280	500.00	301.01	-4.0
110	8.56	11.91	42.0	290	500.00	286.14	-8.0
120	9.85	16.30	41.0	300	500.00	260.71	-13.0
130	12.63	22.37	41.0	310	500.00	227.01	-17.0
140	16.72	30.12	40.0	320	109.63	188.37	-22.0
150	23.84	39.45	39.0	330	76.20	148.61	-26.0
160	37.16	50.53	38.0	340	76.88	111.24	-31.0
170	85.31	64.10	36.0	350	11.41	78.69	-35.0

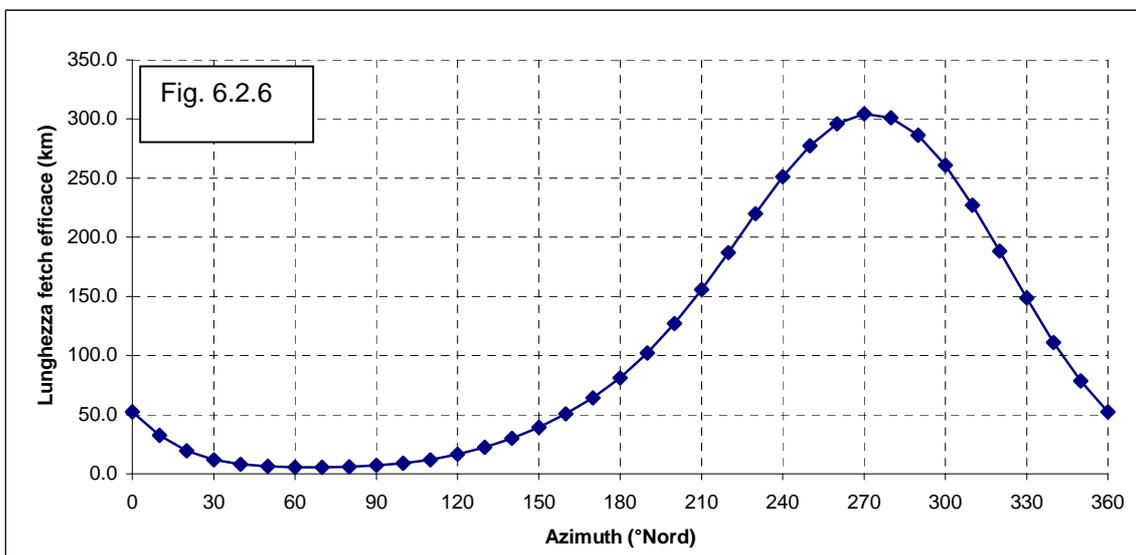
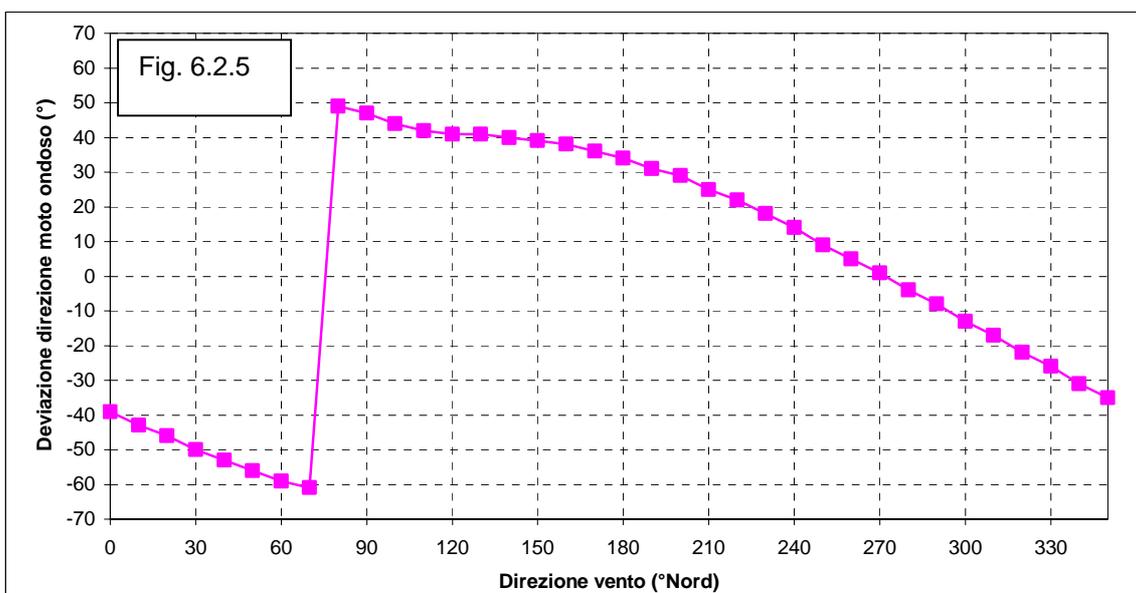
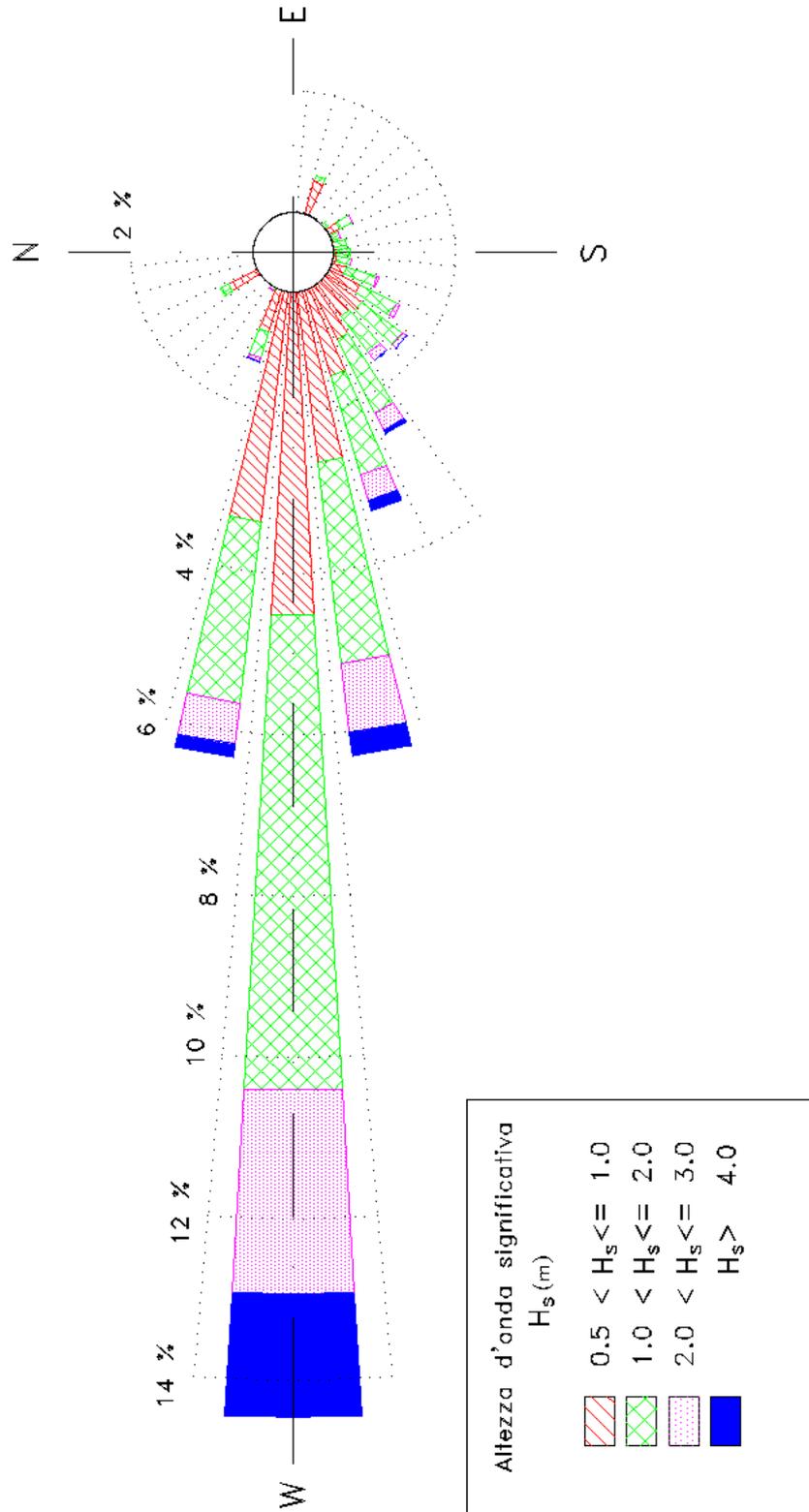


Fig. 6.2.7 – Regime del moto ondoso trasposto da Ponza al largo di Palinuro – Clima annuale
 Distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso
 (periodo di riferimento: 1 luglio 1989 – 31 ottobre 2003)



Tab. 6.2.3: Serie ondometrica virtuale al largo di Palinuro trasposta da Ponza.
 Periodo (1 luglio 1989 - 31 Ottobre 2003)
 ANNUALE -TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA
 Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10	0.07	0.12	0.12	0.02												0.33
20	0.08	0.13	0.15	0.01												0.37
30	0.09	0.15	0.14	0.01												0.38
40																
50	0.10	0.13	0.17	0.01												0.41
60	0.07	0.20	0.15	0.01												0.43
70																
80	0.09	0.18	0.19	0.03												0.48
90	0.10	0.14	0.17	0.01	0.00											0.42
100	0.38	0.42	0.43	0.03												1.27
110	1.30	1.44	0.92	0.07	0.01											3.74
120	1.21	0.92	0.32	0.02												2.46
130	0.72	0.56	0.26	0.03												1.58
140	0.82	0.61	0.46	0.07	0.01											1.97
150	0.61	0.64	0.64	0.13	0.04	0.00										2.07
160	0.56	0.53	0.42	0.17	0.02	0.01										1.71
170	0.39	0.55	0.51	0.14	0.02											1.61
180	0.35	0.68	0.52	0.15	0.03											1.74
190	0.40	0.69	0.53	0.15	0.04	0.00										1.82
200	0.50	0.64	0.70	0.27	0.12	0.02	0.01									2.24
210	0.51	0.66	0.92	0.32	0.19	0.04	0.01									2.64
220	0.76	1.02	1.07	0.41	0.20	0.04	0.02	0.00								3.54
230	0.89	1.11	0.99	0.39	0.17	0.08	0.03	0.01								3.68
240	0.73	1.86	1.22	0.69	0.34	0.14	0.09	0.03	0.01	0.01	0.01					5.13
250	0.80	1.41	1.61	0.90	0.38	0.21	0.12	0.06	0.05	0.01	0.00	0.01				5.56
260	1.53	2.45	2.63	1.56	0.96	0.60	0.25	0.15	0.07	0.03	0.03	0.01		0.00		10.28
270	1.81	3.61	4.51	3.39	2.52	1.58	0.94	0.66	0.38	0.21	0.14	0.06	0.03	0.02	0.03	19.88
280	1.42	3.32	3.37	1.50	0.76	0.37	0.14	0.10	0.04	0.01	0.01	0.01				11.05
290	0.82	1.91	1.04	0.25	0.09	0.03	0.01	0.01	0.00							4.17
300	0.92	0.63	0.41	0.11	0.02	0.01										2.10
310	0.40	0.25	0.18	0.02												0.84
320	0.57	0.23	0.14	0.01												0.95
330	1.76	1.26	0.90	0.10	0.00											4.02
340	0.18	0.20	0.36	0.04												0.78
350	0.07	0.12	0.17	0.00												0.36
360																
TOT.	20.99	28.79	26.32	11.02	5.92	3.13	1.63	1.02	0.56	0.28	0.19	0.08	0.03	0.02	0.03	100.00
Tot. cumul.	49.78	76.10	87.12	93.04	96.18	97.81	98.83	99.38	99.66	99.85	99.93	99.96	99.97	100.00		

Numero di eventi validi : 37809

Tab. 6.2.4: Serie ondometrica virtuale al largo di Palinuro trasposta da Ponza.
Periodo (1 luglio 1989 - 31 Ottobre 2003)

INVERNO - TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10	0.02	0.10	0.18	0.05												0.35
20	0.06	0.18	0.24	0.02												0.50
30	0.07	0.17	0.23													0.46
40																
50	0.05	0.15	0.36	0.02												0.57
60	0.06	0.19	0.27	0.01												0.53
70																
80	0.12	0.20	0.43	0.06												0.81
90	0.08	0.20	0.36		0.01											0.65
100	0.36	0.69	0.66	0.05												1.76
110	1.53	2.43	1.55	0.06	0.01											5.59
120	1.57	1.75	0.37	0.02												3.71
130	1.00	0.75	0.41	0.03												2.20
140	1.09	0.66	0.42	0.07	0.01											2.25
150	0.62	0.54	0.69	0.15	0.05	0.01										2.05
160	0.50	0.50	0.52	0.26	0.01											1.78
170	0.23	0.46	0.46	0.18	0.05											1.37
180	0.25	0.47	0.43	0.18	0.05											1.37
190	0.33	0.79	0.41	0.21	0.09											1.83
200	0.28	0.44	0.56	0.26	0.10											1.64
210	0.43	0.47	0.81	0.29	0.21	0.07										2.29
220	0.46	1.01	1.00	0.52	0.25	0.07										3.31
230	0.88	1.15	1.07	0.47	0.16	0.12	0.06	0.01								3.92
240	0.70	2.26	1.74	0.88	0.26	0.17	0.14	0.03			0.01					6.19
250	0.69	1.59	2.12	1.34	0.45	0.23	0.15	0.09	0.05	0.01		0.01				6.71
260	0.86	2.47	2.87	2.03	1.48	1.14	0.32	0.26	0.11	0.05	0.02	0.02				11.62
270	0.95	2.69	3.57	2.93	2.24	1.63	1.04	0.95	0.54	0.27	0.29	0.06	0.03	0.02	0.01	17.23
280	0.43	1.51	2.64	1.01	0.70	0.28	0.19	0.14	0.05	0.01	0.01					6.96
290	0.28	1.14	1.35	0.37	0.15	0.05	0.02	0.01	0.01							3.38
300	0.47	0.68	0.70	0.27	0.09	0.01										2.22
310	0.24	0.34	0.37	0.06												1.00
320	0.21	0.30	0.34	0.06												0.91
330	0.51	1.42	1.32	0.12												3.37
340	0.09	0.23	0.66	0.06												1.04
350	0.03	0.08	0.32													0.43
360																
TOT.	15.42	28.02	29.42	12.03	6.35	3.77	1.90	1.49	0.75	0.34	0.34	0.09	0.03	0.02	0.01	100.00
Tot. cumul.	43.44	72.86	84.89	91.25	95.02	96.92	98.41	99.17	99.50	99.84	99.93	99.97	99.99	100.00		

Numero di eventi validi : 8876

Tab. 6.2.5: Serie ondometrica virtuale al largo di Palinuro trasposta da Ponza.
 Periodo (1 luglio 1989 - 31 Ottobre 2003)

PRIMAVERA - TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10	0.08	0.09	0.05	0.02												0.24
20	0.04	0.02	0.06													0.13
30	0.08	0.10	0.04	0.01												0.23
40																
50	0.04	0.10	0.01													0.15
60	0.03	0.13	0.03													0.19
70																
80	0.05	0.11	0.04													0.20
90	0.06	0.11	0.04													0.21
100	0.29	0.19	0.10	0.01												0.59
110	1.14	0.48	0.37													1.99
120	0.88	0.29	0.08													1.25
130	0.57	0.46	0.14													1.17
140	0.70	0.63	0.41	0.03												1.77
150	0.59	0.77	0.67	0.06												2.10
160	0.74	0.87	0.46	0.14												2.21
170	0.61	0.70	0.54	0.11	0.01											1.97
180	0.44	0.88	0.58	0.10	0.03											2.03
190	0.53	0.83	0.56	0.06	0.02											2.00
200	0.76	0.85	0.69	0.12	0.02											2.44
210	0.84	0.76	1.04	0.18	0.08	0.01										2.91
220	1.20	1.16	1.23	0.26	0.04		0.01									3.90
230	1.36	1.34	0.95	0.28	0.14											4.07
240	1.07	1.92	1.06	0.55	0.39	0.14	0.03	0.01								5.18
250	1.03	1.54	1.71	0.83	0.26	0.19	0.08	0.04	0.03	0.02						5.73
260	2.01	3.05	3.25	1.46	0.69	0.44	0.20	0.11	0.06	0.04	0.01					11.33
270	2.32	4.72	6.04	3.68	2.46	1.41	0.89	0.44	0.19	0.13	0.02	0.02		0.01		22.33
280	2.07	4.50	4.31	1.78	0.82	0.35	0.06	0.09	0.02	0.02						14.03
290	0.84	2.12	0.88	0.11	0.04	0.02										4.01
300	0.98	0.51	0.31													1.79
310	0.31	0.20	0.05													0.57
320	0.53	0.14	0.03													0.70
330	1.06	0.61	0.24	0.02												1.93
340	0.16	0.12	0.11	0.03												0.42
350	0.08	0.06	0.09													0.23
360																
TOT.	23.51	30.37	26.16	9.84	5.00	2.57	1.28	0.69	0.31	0.21	0.03	0.02		0.01		100.00
Tot. cumul.		53.88	80.03	89.88	94.87	97.44	98.72	99.41	99.72	99.94	99.97	99.99	99.99	100.00	100.00	

Numero di eventi validi : 9306

Tab. 6.2.6: Serie ondometrica virtuale al largo di Palinuro trasposta da Ponza.
 Periodo (1 luglio 1989 - 31 Ottobre 2003)

ESTATE -TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.	
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5		>=6.5
10	0.11	0.13	0.05													0.29
20	0.09	0.11	0.04													0.23
30	0.11	0.09	0.03													0.22
40																
50	0.12	0.08	0.03													0.23
60	0.08	0.13	0.06													0.27
70																
80	0.06	0.17	0.02													0.25
90	0.08	0.09	0.06													0.22
100	0.31	0.20	0.14													0.65
110	0.90	0.55	0.14													1.59
120	0.97	0.33														1.30
130	0.55	0.28	0.06													0.88
140	0.61	0.32	0.13													1.06
150	0.61	0.56	0.22	0.01												1.39
160	0.51	0.36	0.19	0.05												1.10
170	0.39	0.61	0.47	0.06	0.01											1.54
180	0.45	0.78	0.33	0.06												1.61
190	0.48	0.60	0.31	0.05												1.43
200	0.50	0.68	0.41	0.11	0.01											1.71
210	0.41	0.77	0.76	0.22	0.03											2.19
220	0.80	1.00	1.13	0.28	0.06	0.01										3.28
230	0.87	1.10	0.85	0.23	0.10	0.02										3.17
240	0.80	1.89	0.78	0.23	0.07	0.03										3.80
250	1.14	1.58	1.21	0.32	0.07	0.02	0.02		0.01							4.36
260	2.59	2.86	2.26	0.79	0.34	0.12	0.08	0.02	0.03		0.01	0.01				9.11
270	3.19	5.43	5.47	3.94	2.60	1.46	0.60	0.47	0.23	0.16	0.02	0.06	0.02			23.65
280	2.73	6.03	4.83	1.80	0.92	0.45	0.17	0.09	0.02	0.01						17.05
290	1.86	3.56	0.98	0.14	0.03	0.01										6.59
300	1.75	0.88	0.13	0.02												2.79
310	0.82	0.25	0.02													1.09
320	1.22	0.20	0.02													1.44
330	3.20	1.03	0.33	0.01												4.56
340	0.21	0.21	0.19													0.61
350	0.14	0.14	0.04													0.33
360																
TOT.	28.65	32.99	21.69	8.30	4.23	2.12	0.86	0.58	0.29	0.17	0.03	0.07	0.02			100.00
Tot. cumul.	61.64	83.33	91.63	95.86	97.98	98.85	99.42	99.71	99.88	99.91	99.98	100.00	100.00	100.00		

Numero di eventi validi : 10408

Tab. 6.2.7: Serie ondometrica virtuale al largo di Palinuro trasposta da Ponza.
Periodo (1 luglio 1989 - 31 Ottobre 2003)

AUTUNNO -TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10	0.07	0.17	0.21	0.02												0.47
20	0.13	0.21	0.28	0.03												0.65
30	0.12	0.24	0.28	0.01												0.65
40																
50	0.17	0.23	0.31													0.72
60	0.12	0.34	0.26	0.03												0.75
70																
80	0.13	0.24	0.29	0.05												0.72
90	0.17	0.18	0.26	0.02												0.64
100	0.56	0.64	0.88	0.09												2.17
110	1.69	2.47	1.74	0.25	0.01											6.16
120	1.45	1.43	0.87	0.04												3.80
130	0.79	0.80	0.48	0.11												2.18
140	0.93	0.85	0.91	0.21	0.03											2.93
150	0.62	0.68	1.05	0.33	0.13											2.81
160	0.50	0.43	0.55	0.25	0.05	0.02										1.81
170	0.30	0.43	0.56	0.22	0.03											1.55
180	0.23	0.57	0.78	0.28	0.05											1.92
190	0.26	0.54	0.89	0.30	0.05	0.01										2.06
200	0.43	0.59	1.15	0.61	0.35	0.07	0.03									3.22
210	0.37	0.62	1.07	0.59	0.47	0.08	0.02									3.21
220	0.56	0.91	0.89	0.62	0.49	0.11	0.09	0.01								3.68
230	0.42	0.82	1.14	0.61	0.31	0.21	0.09	0.01								3.61
240	0.35	1.39	1.38	1.17	0.66	0.25	0.21	0.07	0.05	0.03	0.02					5.58
250	0.28	0.92	1.48	1.20	0.78	0.44	0.25	0.12	0.12	0.01	0.01	0.01				5.63
260	0.49	1.38	2.20	2.06	1.44	0.78	0.44	0.24	0.08	0.04	0.08	0.01		0.01		9.25
270	0.55	1.33	2.78	2.93	2.73	1.82	1.29	0.84	0.60	0.30	0.26	0.09	0.05	0.03	0.10	15.71
280	0.23	0.79	1.49	1.37	0.57	0.39	0.14	0.09	0.07		0.03	0.02				5.18
290	0.14	0.60	0.97	0.39	0.15	0.04	0.03	0.03								2.35
300	0.35	0.44	0.54	0.16	0.01	0.01										1.52
310	0.18	0.20	0.29	0.02												0.69
320	0.22	0.28	0.18													0.68
330	2.05	2.02	1.80	0.26	0.01											6.14
340	0.24	0.26	0.52	0.08												1.10
350	0.03	0.17	0.25	0.01												0.47
360																
TOT.	15.15	23.19	28.73	14.32	8.35	4.23	2.59	1.40	0.91	0.39	0.40	0.13	0.05	0.04	0.10	100.00
Tot. cumul.		38.34	67.08	81.40	89.75	93.98	96.57	97.97	98.88	99.27	99.67	99.80	99.86	99.90	100.00	

Numero di eventi validi : 9219

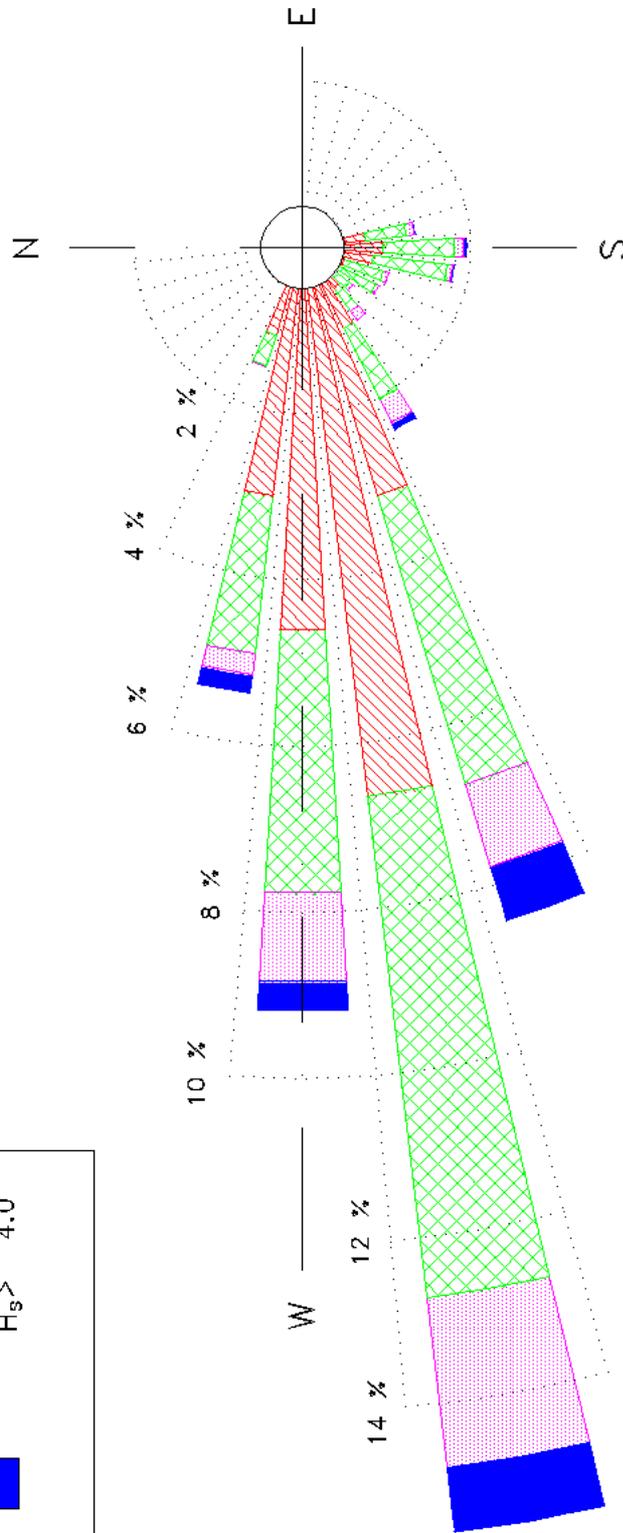
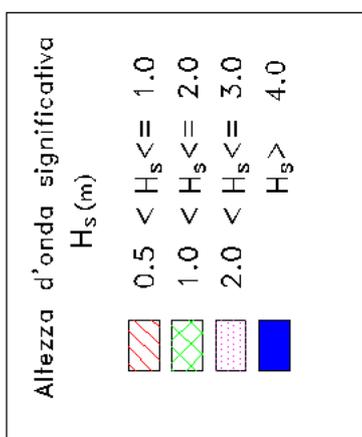
Tab. 6.2.8a - Ripartizione del numero degli eventi di moto ondoso
per classi di altezze d'onda significative e periodo di picco
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Hs (m)	CLASSI DI PERIODO DI PICCO Tp (s)							Tot
	Tp < 4	4 ≤ Tp < 6	6 ≤ Tp < 8	8 ≤ Tp < 10	10 ≤ Tp < 12	12 ≤ Tp < 14	Tp > 14	
0.25 <	5537	1863	422	54	5	3	52	7936
0.25 ÷ 0.75	8019	7082	1604	161	18		72	16956
0.75 ÷ 1.25	749	2972	2424	165	27	1	8	6346
1.25 ÷ 1.75	7	586	2137	233	16	1	1	2981
1.75 ÷ 2.25	1	68	1045	526	11	2		1653
2.25 ÷ 2.75		3	332	490	20	2		847
2.75 ÷ 3.25			91	333	38			462
3.25 ÷ 3.75			22	220	65			307
3.75 ÷ 4.25			7	84	50			141
4.25 ÷ 4.75			1	34	60			95
4.75 ÷ 5.25				9	33	3		45
> 5.25				2	25	13		40
Tot.	14313	12574	8085	2311	368	25	133	37809

Tab. 6.2.8b - Ripartizione percentuale degli eventi di moto ondoso
per classi di altezze d'onda significative e periodo di picco
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Hs (m)	CLASSI DI PERIODO DI PICCO Tp (s)							Tot	Tot. cumul.
	Tp < 4	4 ≤ Tp < 6	6 ≤ Tp < 8	8 ≤ Tp < 10	10 ≤ Tp < 12	12 ≤ Tp < 14	Tp > 14		
0.25 <	14.64	4.93	1.12	0.14	0.01	0.01	0.14	20.99	20.99
0.25 ÷ 0.75	21.21	18.73	4.24	0.43	0.05		0.19	44.85	65.84
0.75 ÷ 1.25	1.98	7.86	6.41	0.44	0.07	0.00	0.02	16.78	82.62
1.25 ÷ 1.75	0.02	1.55	5.65	0.62	0.04	0.00	0.00	7.88	90.50
1.75 ÷ 2.25	0.00	0.18	2.76	1.39	0.03	0.01		4.37	94.88
2.25 ÷ 2.75		0.01	0.88	1.30	0.05	0.01		2.24	97.12
2.75 ÷ 3.25			0.24	0.88	0.10			1.22	98.34
3.25 ÷ 3.75			0.06	0.58	0.17			0.81	99.15
3.75 ÷ 4.25			0.02	0.22	0.13			0.37	99.52
4.25 ÷ 4.75			0.00	0.09	0.16			0.25	99.78
4.75 ÷ 5.25				0.02	0.09	0.01		0.12	99.89
>5.25				0.01	0.07	0.03		0.11	100.00
Tot.	37.86	33.26	21.38	6.11	0.97	0.07	0.35	100.00	
Tot. cumul.	37.86	71.11	92.50	98.61	99.58	99.65	100.00		

Fig. 6.2.8 – Regime del moto ondoso trasposto da Cetraro al largo di Palinuro
 Clima annuale – Distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso
 (periodo di riferimento: 1 luglio 1999 – 30 aprile 2003)



Tab. 6.2.9: Serie ondometrica virtuale al largo di Palinuro trasposta da Cetraro
 Periodo (1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003)
 ANNUALE - TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA
 Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<2.5	2.5÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10			0.01													0.01
20																
30	0.01	0.01	0.01													0.03
40																
50	0.01	0.03	0.02													0.06
60																
70	0.01		0.01													0.02
80																
90		0.01	0.01													0.02
100		0.05														0.05
110	0.01	0.08	0.12	0.02												0.24
120	0.02	0.12	0.38	0.08	0.02											0.63
130		0.02	0.02	0.01	0.01											0.06
140	0.01		0.05	0.01	0.02											0.09
150	0.03	0.02	0.10	0.01	0.02	0.02										0.21
160	0.01	0.05	0.25	0.13	0.03	0.02	0.01									0.51
170	0.01	0.24	0.75	0.37	0.13	0.07	0.01		0.01							1.60
180	0.05	0.28	0.97	0.60	0.24	0.11	0.01	0.01							0.01	2.28
190	0.06	0.45	0.86	0.56	0.34	0.03	0.02	0.02								2.34
200	0.10	0.45	0.52	0.38	0.11	0.04	0.02									1.63
210	0.20	0.41	0.50	0.33	0.15	0.02	0.02									1.63
220	0.28	0.47	0.46	0.18	0.07	0.03	0.02									1.52
230	0.42	0.74	0.62	0.26	0.08	0.11	0.02									2.26
240	1.09	0.74	1.09	0.62	0.33	0.21	0.12	0.06	0.02							4.29
250	2.61	1.95	3.12	2.36	1.28	0.61	0.41	0.28	0.19	0.04	0.11	0.03	0.01	0.01		13.01
260	5.42	5.53	6.67	3.87	2.19	1.38	0.67	0.36	0.21	0.08	0.05	0.03	0.01	0.01	0.03	26.51
270	5.71	4.67	4.60	2.20	0.98	0.74	0.32	0.21	0.08	0.03	0.01				0.01	19.56
280	4.21	2.96	3.01	1.29	0.62	0.14	0.11	0.06	0.04	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	12.57
290	2.16	1.80	1.10	0.33	0.06	0.01										5.46
300	1.00	0.64	0.26	0.02												1.92
310	0.53	0.25	0.01	0.01												0.79
320	0.14	0.18	0.02													0.34
330	0.04	0.20	0.02													0.26
340	0.02	0.05	0.01													0.08
350																
360		0.01														0.01
TOT.	24.17	22.43	25.58	13.64	6.70	3.56	1.77	1.00	0.55	0.19	0.19	0.07	0.05	0.03	0.07	100.00
Tot. cumul.	46.60	72.18	85.82	92.52	96.08	97.85	98.85	99.40	99.59	99.77	99.85	99.90	99.93	100.00		

Numero di eventi validi : 9691

Tab. 6.2.10: Serie ondometrica virtuale al largo di Palinuro trasposta da Cetraro
 Periodo (1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003)

INVERNO - TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10			0.04													0.04
20																
30		0.04														0.04
40																
50		0.04														0.04
60																
70			0.04													0.04
80																
90																
100		0.09														0.09
110	0.04	0.22	0.13													0.40
120		0.31	0.93	0.04	0.04											1.33
130			0.04		0.04											0.09
140	0.04		0.13		0.04											0.22
150	0.09		0.13	0.04												0.27
160	0.04	0.04	0.49	0.18	0.04											0.80
170		0.04	0.93	0.27	0.04	0.09										1.38
180	0.04	0.18	1.24	0.36	0.27	0.18										2.27
190	0.04	0.36	0.71	0.44	0.27		0.04									1.87
200	0.04	0.22	0.53	0.40	0.04	0.09										1.33
210	0.13	0.53	0.58	0.27	0.04											1.56
220	0.18	0.49	0.40	0.22	0.09	0.04	0.04									1.47
230	0.27	0.84	0.49	0.44	0.22	0.04										2.31
240	0.93	0.84	1.16	0.71	0.36	0.13	0.13									4.27
250	1.56	1.64	3.47	2.67	1.29	0.80	0.62	0.09	0.22	0.04	0.22	0.09	0.04	0.04		12.80
260	3.38	5.78	8.00	4.76	2.09	0.98	0.84	0.98	0.62	0.31	0.04	0.09	0.04		0.09	28.00
270	2.93	4.18	6.09	2.44	1.24	0.71	0.62	0.53	0.18	0.04	0.04					19.02
280	1.16	2.22	3.33	1.16	0.49	0.27	0.04	0.09		0.04		0.04				8.84
290	1.02	2.49	1.64	0.40	0.22											5.78
300	1.07	1.47	0.62	0.09												3.24
310	0.93	0.49														1.42
320	0.22	0.31	0.04													0.58
330	0.04	0.18	0.04													0.27
340	0.04	0.13														0.18
350																
360		0.04														0.04
TOT.	14.22	23.20	31.24	14.89	6.84	3.33	2.36	1.69	1.02	0.44	0.31	0.22	0.09	0.04	0.09	100.00
Tot. cumul.		37.42	68.67	83.56	90.40	93.73	96.09	97.78	98.80	99.24	99.56	99.78	99.87	99.91	100.00	

Numero di eventi validi : 2250

Tab. 6.2.11: Serie ondometrica virtuale al largo di Palinuro trasposta da Cetraro
 Periodo (1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003)
 PRIMAVERA - TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA
 Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.	
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5		>=6.5
10																
20																
30																
40																
50																
60																
70																
80																
90																
100		0.04														0.04
110		0.04	0.04													0.09
120			0.17	0.13												0.30
130		0.09														0.09
140				0.04	0.04											0.09
150			0.09		0.09	0.04										0.22
160			0.22	0.34			0.04									0.60
170		0.17	1.29	0.65	0.22	0.17	0.04		0.04							2.59
180	0.17	0.39	1.64	1.16	0.22	0.13	0.04	0.04								3.79
190	0.13	0.73	1.47	0.69	0.30	0.04		0.09								3.45
200	0.17	0.69	0.78	0.22		0.04	0.04									1.94
210	0.22	0.60	0.56	0.22	0.04		0.09									1.72
220	0.17	0.56	0.69	0.09	0.09											1.60
230	0.65	0.78	0.60	0.09		0.04										2.16
240	1.03	0.95	0.95	0.52	0.09	0.04	0.04	0.09								3.71
250	2.59	1.60	3.02	2.07	1.16	0.52	0.39	0.39	0.09							11.82
260	6.38	5.99	6.55	3.45	2.37	1.08	0.34	0.09	0.09							26.35
270	6.99	4.61	5.35	2.50	1.08	0.22	0.09									20.83
280	5.05	2.80	2.80	1.12	1.16	0.13	0.04									13.11
290	1.68	1.21	0.78	0.09												3.75
300	0.52	0.30	0.17													0.99
310	0.26		0.04													0.30
320	0.04	0.17														0.22
330	0.09	0.17														0.26
340																
350																
360																
TOT.	26.13	21.91	27.21	13.37	6.86	2.46	1.16	0.69	0.22							100.00
Tot. cumul.		48.04	75.25	88.62	95.47	97.93	99.09	99.78	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

Numero di eventi validi : 2319

Tab. 6.2.12: Serie ondometrica virtuale al largo di Palinuro trasposta da Cetraro
 Periodo (1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003)
 ESTATE -TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA
 Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.	
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5		>=6.5
10																
20																
30																
40																
50	0.04	0.04	0.04													0.11
60																
70	0.04															0.04
80																
90																
100																
110																
120	0.04	0.08	0.08													0.19
130																
140																
150	0.04	0.08	0.04			0.04										0.19
160		0.08	0.08													0.15
170		0.38	0.26	0.23	0.08											0.94
180		0.34	0.41	0.41	0.08									0.04		1.28
190	0.04	0.26	0.41	0.34	0.15											1.20
200	0.08	0.38	0.38	0.26												1.09
210	0.26	0.26	0.23	0.30												1.05
220	0.30	0.45	0.19	0.04	0.04											1.02
230	0.53	0.49	0.49	0.04		0.04										1.58
240	1.43	0.60	0.71	0.26	0.11	0.04										3.16
250	3.31	2.37	2.41	1.13	0.94	0.11	0.08									10.34
260	6.84	6.20	4.92	2.41	1.02	0.60	0.30	0.04								22.33
270	9.85	7.22	4.02	1.50	0.45	0.75	0.08	0.11	0.08							24.06
280	8.08	4.89	4.55	1.58	0.41	0.04		0.04								19.59
290	4.85	2.41	0.94	0.41												8.61
300	1.77	0.38	0.08													2.22
310	0.41	0.11		0.04												0.56
320	0.15	0.08														0.23
330	0.04	0.04														0.08
340																
350																
360																
TOT.	38.08	27.11	20.23	8.95	3.27	1.62	0.45	0.19	0.08						0.04	100.00
Tot. cumul.	65.19	85.41	94.36	97.63	99.25	99.70	99.89	99.96	99.96	99.96	99.96	99.96	99.96	99.96	100.00	

Numero di eventi validi : 2660

Tab. 6.2.13: Serie ondometrica virtuale al largo di Palinuro trasposta da Cetraro
 Periodo (1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003)

AUTUNNO -TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10																
20																
30	0.04		0.04													0.08
40																
50		0.04	0.04													0.08
60																
70																
80																
90		0.04	0.04													0.08
100		0.08														0.08
110		0.08	0.32	0.08												0.49
120	0.04	0.12	0.41	0.16	0.04											0.77
130			0.04	0.04												0.08
140			0.08													0.08
150			0.16													0.16
160		0.08	0.24	0.04	0.08	0.08										0.53
170	0.04	0.32	0.61	0.37	0.20	0.04										1.58
180		0.20	0.69	0.49	0.41	0.16										1.95
190	0.04	0.49	0.89	0.77	0.65	0.08	0.04									2.97
200	0.12	0.53	0.41	0.65	0.41	0.04	0.04									2.19
210	0.16	0.28	0.65	0.53	0.53	0.08										2.23
220	0.45	0.41	0.61	0.37	0.08	0.08	0.04									2.03
230	0.24	0.89	0.89	0.49	0.12	0.32	0.08									3.05
240	0.93	0.61	1.58	1.02	0.77	0.61	0.32	0.16	0.08							6.09
250	2.84	2.11	3.66	3.70	1.75	1.06	0.61	0.65	0.45	0.12	0.24	0.04				17.22
260	4.83	4.14	7.43	5.04	3.37	2.88	1.22	0.41	0.16	0.04	0.16	0.04		0.04	0.04	29.81
270	2.56	2.44	3.17	2.44	1.22	1.26	0.53	0.20	0.08	0.08					0.04	14.01
280	2.03	1.71	1.26	1.26	0.45	0.16	0.37	0.12	0.16	0.08	0.04		0.12	0.04	0.08	7.88
290	0.73	1.06	1.10	0.41	0.04	0.04										3.37
300	0.57	0.49	0.20													1.26
310	0.53	0.41														0.93
320	0.16	0.16	0.04													0.37
330		0.41	0.04													0.45
340	0.04	0.08	0.04													0.16
350																
360																
TOT.	16.37	17.18	24.65	17.83	10.11	6.90	3.25	1.54	0.93	0.32	0.45	0.08	0.12	0.08	0.16	100.00
Tot. cumul.		33.55	58.20	76.04	86.15	93.05	96.30	97.85	98.78	99.11	99.55	99.63	99.76	99.84	100.00	

Numero di eventi validi : 2462

Tab. 6.2.14a - Ripartizione del numero degli eventi di moto ondoso
per classi di altezze d'onda significative e periodo di picco
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Hs (m)	CLASSI DI PERIODO DI PICCO Tp (s)							Tot
	Tp < 4	4 ≤ Tp < 6	6 ≤ Tp < 8	8 ≤ Tp < 10	10 ≤ Tp < 12	12 ≤ Tp < 14	Tp > 14	
0.25 <	822	903	376	140	20		81	2342
0.25 ÷ 0.75	365	1375	1273	305	71	10	196	3595
0.75 ÷ 1.25	18	237	1055	393	112	11	27	1853
1.25 ÷ 1.75		45	344	427	105	12	6	939
1.75 ÷ 2.25			97	254	64	14		429
2.25 ÷ 2.75			19	158	58	22		257
2.75 ÷ 3.25			6	64	40	14	4	128
3.25 ÷ 3.75			2	30	29	4	5	70
3.75 ÷ 4.25				7	22	2	1	32
4.25 ÷ 4.75				1	11	2		14
4.75 ÷ 5.25				2	7	5	1	15
> 5.25					4	9	4	17
Tot.	1205	2560	3172	1781	543	105	325	9691

Tab. 6.2.14b - Ripartizione percentuale degli eventi di moto ondoso
per classi di altezze d'onda significative e periodo di picco
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Hs (m)	CLASSI DI PERIODO DI PICCO Tp (s)							Tot	Tot. cumul.
	Tp < 4	4 ≤ Tp < 6	6 ≤ Tp < 8	8 ≤ Tp < 10	10 ≤ Tp < 12	12 ≤ Tp < 14	Tp > 14		
0.25 <	8.48	9.32	3.88	1.44	0.21		0.84	24.17	24.17
0.25 ÷ 0.75	3.77	14.19	13.14	3.15	0.73	0.10	2.02	37.10	61.26
0.75 ÷ 1.25	0.19	2.45	10.89	4.06	1.16	0.11	0.28	19.12	80.38
1.25 ÷ 1.75		0.46	3.55	4.41	1.08	0.12	0.06	9.69	90.07
1.75 ÷ 2.25			1.00	2.62	0.66	0.14		4.43	94.50
2.25 ÷ 2.75			0.20	1.63	0.60	0.23		2.65	97.15
2.75 ÷ 3.25			0.06	0.66	0.41	0.14	0.04	1.32	98.47
3.25 ÷ 3.75			0.02	0.31	0.30	0.04	0.05	0.72	99.20
3.75 ÷ 4.25				0.07	0.23	0.02	0.01	0.33	99.53
4.25 ÷ 4.75				0.01	0.11	0.02		0.14	99.67
4.75 ÷ 5.25				0.02	0.07	0.05	0.01	0.15	99.82
>5.25					0.04	0.09	0.04	0.18	100.00
Tot.	12.43	26.42	32.73	18.38	5.60	1.08	3.35	100.00	
Tot. cumul.	12.43	38.85	71.58	89.96	95.56	96.65	100.00		

6.3 Propagazione sotto costa della serie di misure ondametriche

Per definire le condizioni di moto ondoso in prossimità dell'imboccatura portuale e delle opere foranee e per la definizione del clima ondametrico sotto costa, è stato eseguito uno studio di propagazione del moto ondoso da largo a riva.

A tal fine è stato necessario in primo luogo scegliere il modello numerico più appropriato per lo studio in questione. La scelta del modello numerico viene normalmente effettuata a valle di una analisi dei principali fenomeni fisici che condizionano l'evoluzione delle onde durante la propagazione. Tale analisi si basa fondamentalmente su una attenta lettura della conformazione batimetrica dei fondali e delle relative condizioni al contorno che per il porto in esame sono in funzione anche delle direzioni di provenienza del moto ondoso al largo.

In particolare, per quanto riguarda gli stati di mare generati in mare aperto è possibile definire delle condizioni al contorno (contorno di largo) espresse in termini di altezza, direzione e periodo caratteristici del moto ondoso incidente. Per quanto riguarda i meccanismi che possono alterare la propagazione delle onde su fondali via via decrescenti che "collegano" il mare aperto alla zona di intervento, la regolarità dell'andamento delle linee batimetriche che caratterizzano il litorale in esame permette di ritenere che essi siano costituiti in modo dominante dalla rifrazione e dallo shoaling e che possano essere ritenuti trascurabili sia i processi diffrattivi (diffrazione esterna ed interna), che quelli dissipativi (attrito sul fondo e frangimento) ed anche la riflessione.

La serie di dati ondametrici inizialmente trasposta da Cetraro al largo del porto in esame è stata riportata sotto costa utilizzando il modello numerico di propagazione spettrale MEROPE. In una seconda fase gli stati di mare ricondotti nei pressi dell'imboccatura sono stati elaborati con il programma PEGASO per la ricostruzione del clima di moto ondoso sotto costa.

La prima fase dello studio della rifrazione richiede la digitalizzazione dei valori di profondità ricavati da carte nautiche con la costruzione di un adeguato reticolo

batimetrico che tenga conto della topografia sottomarina sui "bassi" fondali (profondità inferiori alla semi-lunghezza d'onda, cioè dell'ordine dei 100 m). Nel presente caso i valori di profondità sono stati ricavati dalla carta nautica n° 11 « Da Punta Licosa a Diamante» (scala 1: 100.000), edita dall'Istituto Idrografico della Marina.

Al fine di ottenere un quadro completo del regime di moto ondoso sottocosta, che caratterizza la falcata costiera di interesse, è stata condotta l'applicazione del modello per un punto di rifrazione P a ridosso della testata del molo di sopraflutto (profondità pari a circa - 19.50 m, vedi figura 6.3.1).

Per il punto P sono stati calcolati 20 piani d'onda d'inversa per altrettanti periodi compresi tra 2 e 22 secondi, tracciando una serie di raggi (ortogonali ai fronti d'onda), spaziatosi di 0.5°, sino a coprire l'intero settore (geografico) di traversia. Il tracciamento dei piani d'onda è stato effettuato tenendo conto del settore geografico di traversia (facendo arrivare i raggi oltre l'isobata - 100 m). Nelle figure 6.3.2, 6.3.3, 6.3.4 sono riportati a titolo di esempio i piani d'onda rispettivamente per T= 6, 9, 12 s.

Si può osservare come per le direzioni lateralmente più esterne al settore di traversia vi siano maggiori attenuazioni del moto ondoso (distanza che aumenta tra raggi adiacenti) all'avvicinarsi sottocosta.

I risultati della rifrazione inversa-spettrale sono sintetizzati in forma tabellare e grafica (tabelle 6.3.1, 6.3.2 e 6.3.3 e figure 6.3.5, 6.3.6) per i numerosi spettri ondosi simulati (tipo JONSWAP), avendo distinto quelli di minore intensità (utili per ottenere il regime medio sottocosta) da quelli estremi.

Nelle tabelle, dove sono riportati i 12 spettri più rappresentativi del clima d'onda, sono utilizzati i seguenti simboli:

Fetch = Lunghezza del fetch efficace

U_{10} = Velocità del vento (+10 m s.l.m) supposto costante lungo tutto il fetch

Azmo= direzione di provenienza al largo;

H_{s0} = altezza d'onda significativa al largo;

T_s = periodo d'onda al largo;

K_s = coefficiente di "shoaling";

K_r = coefficiente di rifrazione;

K = prodotto tra i coefficienti di "shoaling" e di rifrazione;

A_{zm} = direzione di provenienza a riva;

H_s = altezza d'onda significativa a riva;

T/T_o = rapporto tra il periodo d'onda al largo e a riva.

La fig. 6.3.5 riporta in forma grafica la corrispondenza dell'altezza d'onda significativa sotto costa rispetto alla direzione di incidenza al largo, limitatamente ai 12 spettri riportati nelle tabelle 6.3.1, 6.3.2 e 6.3.3. Nella figura 6.3.6 è invece rappresentata la corrispondenza tra le direzioni del moto ondoso incidente dal largo e i corrispondenti valori di direzione calcolati a riva nel punto P per i 12 spettri presi ad esempio.

Dall'esame del grafico riportato in fig. 6.3.5 si evidenzia un'attenuazione più marcata delle altezze d'onda relative agli eventi provenienti da tramontana e da ponente rispetto a quelli provenienti da maestrale. In particolare, nel punto di calcolo della rifrazione inversa si hanno i valori maggiori del coefficiente k ($k = k_r \cdot k_s$ con k_r coefficiente di rifrazione e k_s coefficiente di shoaling) nel caso in cui l'evento proviene da maestrale (300-310°N) con k pari circa a 0.94.

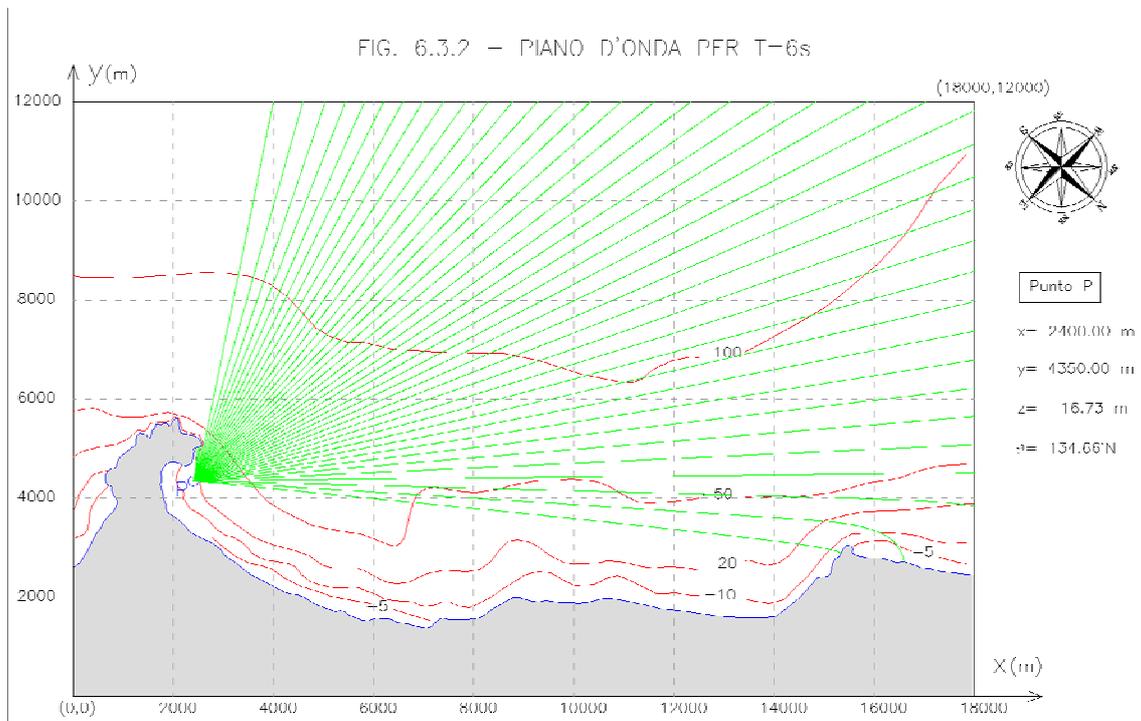
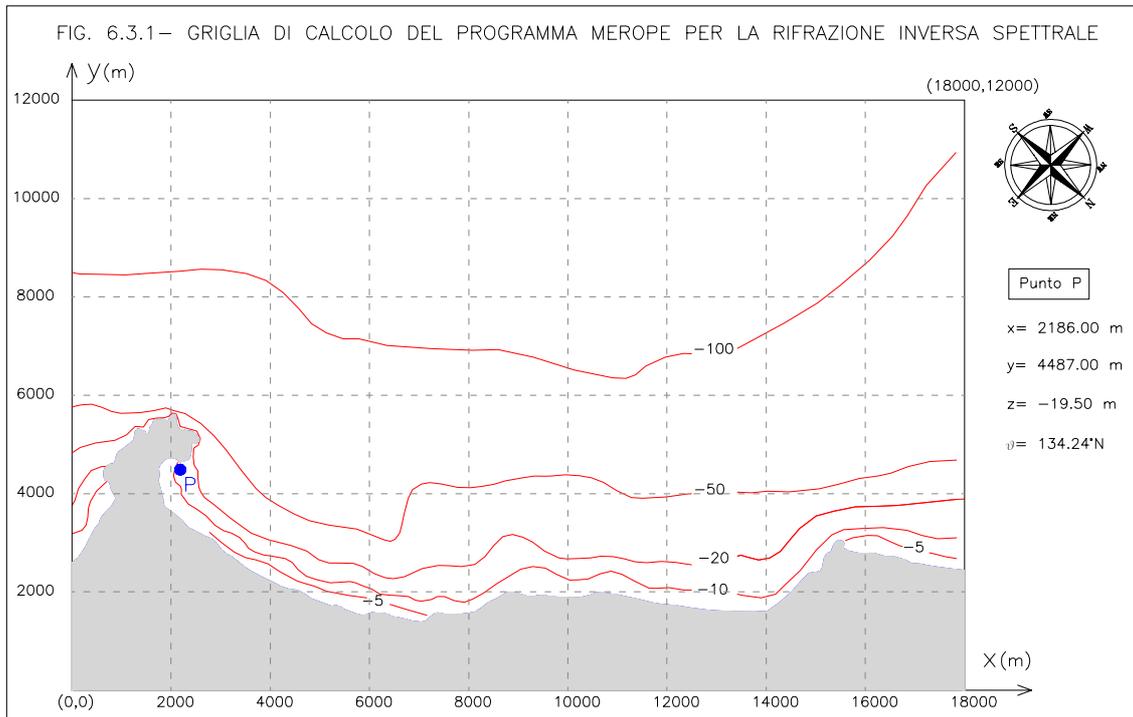
Per quanto riguarda le direzioni medie di propagazione (fig. 6.3.6) si osserva che:

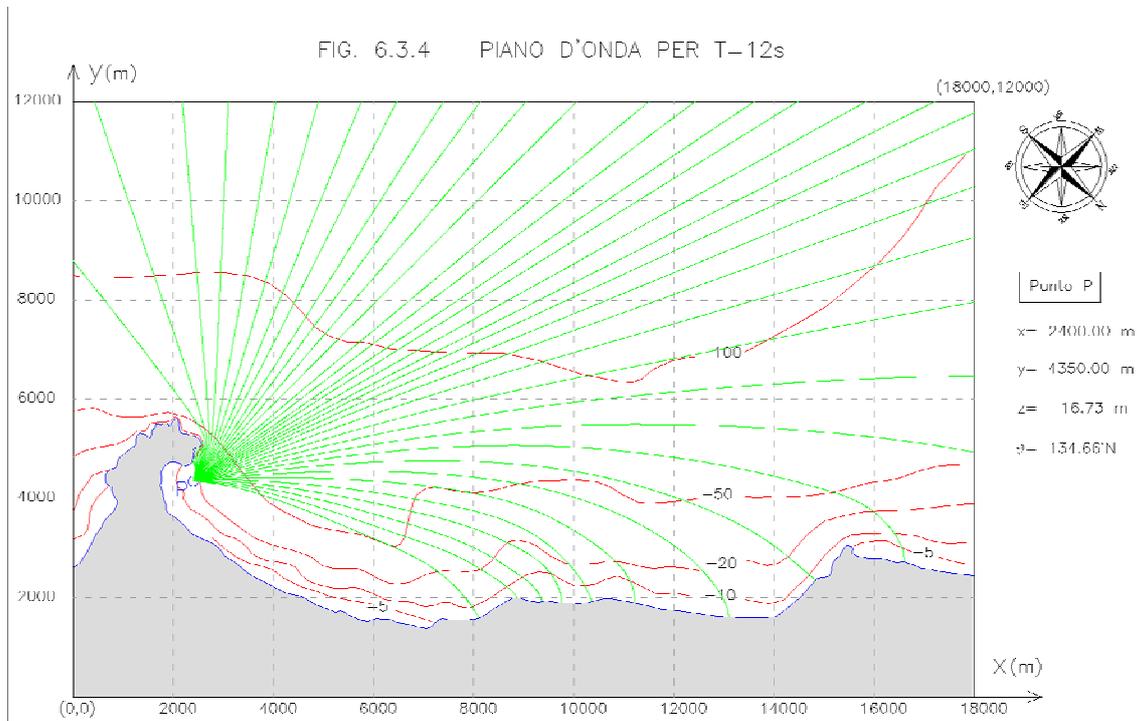
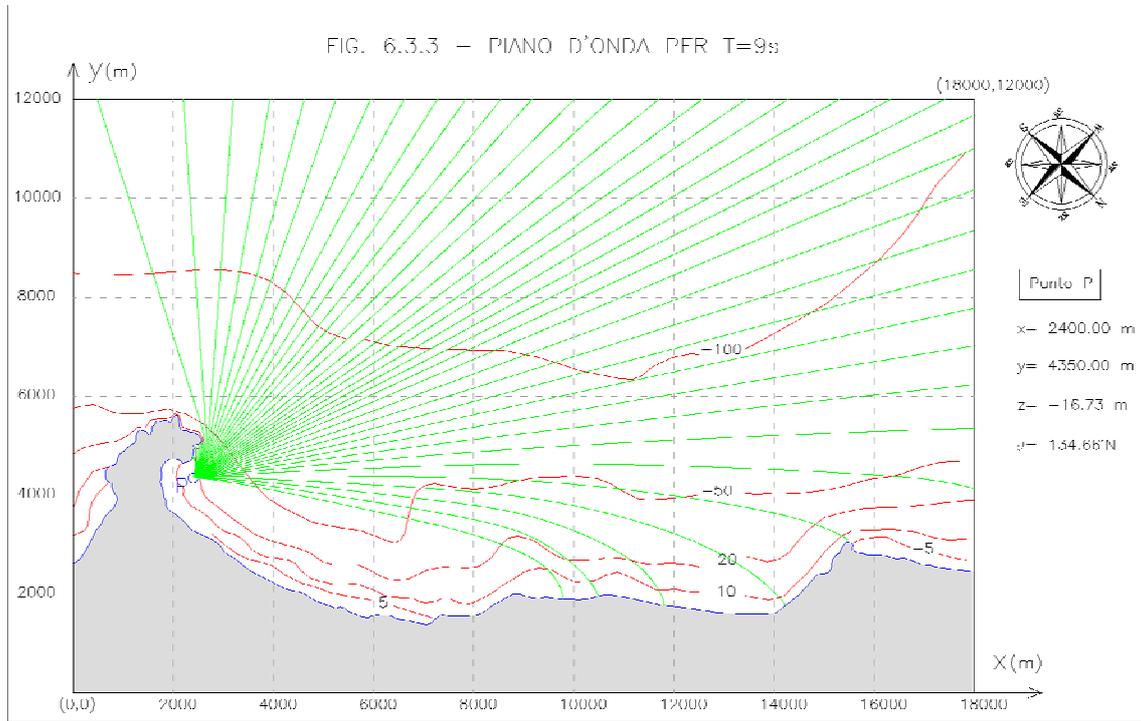
- le onde di ponente (270 °N) raggiungono il punto di rifrazione inversa P con una direzione media di 285°N;
- le onde di maestrale (300-310°N) subiscono le rotazioni minori (inferiori a 10°) per raggiungere il punto considerato;
- le onde di tramontana (360°N) raggiungono il punto P una direzione media di circa 315 °N.

Per completare l'analisi del clima sotto costa la serie ondometrica determinata al largo è stata propagata a riva nel punto P precedentemente definito. I risultati dei calcoli condotti con il programma MEROPE sono sintetizzati per classi di altezza e direzione (tabb. 6.3.4÷6.3.8, 6.3.9a, 6.3.9b e figg. 6.3.7, 6.3.8) al fine di fornire un'utile visione d'insieme del clima d'onda sotto costa.

Nella tab.6.3.9a viene riportato il numero di eventi di moto ondoso suddiviso per classi di H_s e di periodo di picco (T_p), mentre nella 6.3.9b sono rappresentate le relative frequenze percentuali. Dalle precedenti si evidenzia che:

- gli eventi con maggiore frequenza di accadimento sono relativi al settore di ponente (circa il 94% degli eventi totali provengono dal settore 270° - 290° N);
- dallo stesso settore provengono gli eventi con maggiore intensità ($H_s > 2.5$ m) con una frequenza pari a circa il 1.80% , pari a circa 7 giorni/anno;
- il 44% degli eventi (corrispondente ad una durata di circa 5 mesi) ha una altezza significativa superiore ai 0.5 m (valore di soglia per la modellazione morfologica del litorale);
- le stagioni in cui si riscontra una maggiore durata del valore di H_s al di sopra della soglia dei 2.50 m, risultano essere l'autunno e l'inverno con durate complessive rispettivamente di circa 11 e 14 giorni.





	Hso	Tso	Azmo	Hsr	Tsr	Azmr	K	T/To
	m	s	°N	m	s	°N		
Spettro 1	1.00	4.00	-160	0.37	4.68	-89	0.374	1.17
	1.00	4.00	-150	0.52	4.03	-88	0.517	1.01
	1.00	4.00	-140	0.67	4.03	-88	0.673	1.01
	1.00	4.00	-130	0.82	4.03	-88	0.822	1.01
	1.00	4.00	-120	0.94	4.03	-87	0.942	1.01
	1.00	4.00	-110	1.02	4.03	-86	1.019	1.01
	1.00	4.00	-100	1.05	4.03	-84	1.053	1.01
	1.00	4.00	-90	1.05	4.03	-80	1.053	1.01
	1.00	4.00	-80	1.04	4.03	-75	1.036	1.01
	1.00	4.00	-70	1.02	4.03	-68	1.022	1.01
	1.00	4.00	-60	1.02	4.68	-60	1.017	1.17
	1.00	4.00	-50	1.02	4.68	-54	1.019	1.17
	1.00	4.00	-40	1.02	4.68	-49	1.016	1.17
	1.00	4.00	-30	1.00	3.48	-46	0.996	0.87
	1.00	4.00	-20	0.95	3.48	-44	0.949	0.87
	1.00	4.00	-10	0.87	3.48	-42	0.873	0.87
	1.00	4.00	0	0.77	3.48	-41	0.771	0.87
	Spettro 2	1.00	5.00	-160	0.40	4.03	-88	0.400
1.00		5.00	-150	0.54	4.03	-88	0.539	0.81
1.00		5.00	-140	0.68	4.68	-88	0.685	0.94
1.00		5.00	-130	0.82	4.68	-87	0.822	0.94
1.00		5.00	-120	0.93	4.68	-86	0.934	0.94
1.00		5.00	-110	1.01	4.68	-85	1.008	0.94
1.00		5.00	-100	1.04	4.68	-83	1.045	0.94
1.00		5.00	-90	1.05	4.68	-80	1.051	0.94
1.00		5.00	-80	1.04	4.68	-75	1.039	0.94
1.00		5.00	-70	1.02	4.68	-68	1.025	0.94
1.00		5.00	-60	1.02	4.68	-61	1.017	0.94
1.00		5.00	-50	1.01	4.68	-55	1.015	0.94
1.00		5.00	-40	1.01	4.68	-50	1.012	0.94
1.00		5.00	-30	1.00	4.68	-46	0.996	0.94
1.00		5.00	-20	0.95	4.68	-44	0.953	0.94
1.00		5.00	-10	0.88	5.43	-43	0.878	1.09
1.00		5.00	0	0.77	5.43	-42	0.772	1.09
Spettro 3		1.00	6.00	-160	0.38	4.68	-88	0.384
	1.00	6.00	-150	0.50	4.68	-87	0.500	0.78
	1.00	6.00	-140	0.63	4.68	-87	0.628	0.78
	1.00	6.00	-130	0.76	6.29	-86	0.756	1.05
	1.00	6.00	-120	0.87	6.29	-85	0.870	1.05
	1.00	6.00	-110	0.95	6.29	-84	0.955	1.05
	1.00	6.00	-100	1.00	6.29	-81	1.003	1.05
	1.00	6.00	-90	1.02	6.29	-78	1.019	1.05
	1.00	6.00	-80	1.01	6.29	-74	1.015	1.05
	1.00	6.00	-70	1.00	6.29	-68	1.004	1.05
	1.00	6.00	-60	1.00	6.29	-61	0.997	1.05
	1.00	6.00	-50	0.99	5.43	-56	0.990	0.90
	1.00	6.00	-40	0.98	5.43	-51	0.976	0.90
	1.00	6.00	-30	0.95	5.43	-48	0.946	0.90
	1.00	6.00	-20	0.89	5.43	-46	0.891	0.90
	1.00	6.00	-10	0.81	5.43	-44	0.812	0.90
	1.00	6.00	0	0.71	5.43	-43	0.711	0.90
	1.00	6.00	10	0.60	5.43	-42	0.597	0.90
1.00	6.00	20	0.48	5.43	-42	0.481	0.90	
1.00	6.00	30	0.37	5.43	-41	0.371	0.90	

Tab. 6.3.1 – Risultati della rifrazione inversa spettrale nel punto P

Spettro 4	1.00	7.00	-160	0.35	4.68	-87	0.353	0.67
	1.00	7.00	-150	0.45	4.68	-86	0.453	0.67
	1.00	7.00	-140	0.57	6.29	-85	0.567	0.90
	1.00	7.00	-130	0.69	6.29	-84	0.685	0.90
	1.00	7.00	-120	0.79	6.29	-83	0.794	0.90
	1.00	7.00	-110	0.88	6.29	-81	0.881	0.90
	1.00	7.00	-100	0.94	6.29	-79	0.937	0.90
	1.00	7.00	-90	0.97	6.29	-76	0.966	0.90
	1.00	7.00	-80	0.97	7.30	-72	0.975	1.04
	1.00	7.00	-70	0.98	7.30	-67	0.975	1.04
	1.00	7.00	-60	0.97	7.30	-61	0.974	1.04
	1.00	7.00	-50	0.97	7.30	-56	0.968	1.04
	1.00	7.00	-40	0.95	7.30	-53	0.951	1.04
	1.00	7.00	-30	0.91	7.30	-50	0.914	1.04
	1.00	7.00	-20	0.85	7.30	-48	0.851	1.04
	1.00	7.00	-10	0.76	5.43	-46	0.765	0.78
	1.00	7.00	0	0.66	5.43	-45	0.662	0.78
1.00	7.00	10	0.55	5.43	-44	0.554	0.78	
1.00	7.00	20	0.45	5.43	-44	0.449	0.78	
1.00	7.00	30	0.36	5.43	-43	0.356	0.78	
Spettro 5	1.00	8.00	-160	0.33	4.68	-86	0.332	0.58
	1.00	8.00	-150	0.42	6.29	-85	0.419	0.79
	1.00	8.00	-140	0.52	6.29	-84	0.516	0.79
	1.00	8.00	-130	0.62	7.30	-82	0.619	0.91
	1.00	8.00	-120	0.72	7.30	-81	0.719	0.91
	1.00	8.00	-110	0.81	7.30	-79	0.805	0.91
	1.00	8.00	-100	0.87	7.30	-77	0.872	0.91
	1.00	8.00	-90	0.91	7.30	-74	0.914	0.91
	1.00	8.00	-80	0.94	7.30	-70	0.937	0.91
	1.00	8.00	-70	0.95	8.47	-66	0.948	1.06
	1.00	8.00	-60	0.95	8.47	-61	0.954	1.06
	1.00	8.00	-50	0.96	8.47	-57	0.956	1.06
	1.00	8.00	-40	0.95	8.47	-54	0.946	1.06
	1.00	8.00	-30	0.91	8.47	-52	0.912	1.06
	1.00	8.00	-20	0.85	9.83	-50	0.849	1.23
	1.00	8.00	-10	0.76	9.83	-49	0.756	1.23
	1.00	8.00	0	0.65	9.83	-48	0.645	1.23
1.00	8.00	10	0.53	9.83	-47	0.530	1.23	
1.00	8.00	20	0.42	9.83	-46	0.422	1.23	
1.00	8.00	30	0.33	5.43	-44	0.329	0.68	
Spettro 6	1.00	9.00	-160	0.31	11.40	-84	0.313	1.27
	1.00	9.00	-150	0.39	11.40	-83	0.391	1.27
	1.00	9.00	-140	0.48	7.30	-81	0.480	0.81
	1.00	9.00	-130	0.58	7.30	-80	0.576	0.81
	1.00	9.00	-120	0.67	7.30	-78	0.674	0.81
	1.00	9.00	-110	0.76	9.83	-76	0.763	1.09
	1.00	9.00	-100	0.83	9.83	-74	0.832	1.09
	1.00	9.00	-90	0.88	9.83	-72	0.878	1.09
	1.00	9.00	-80	0.90	9.83	-68	0.901	1.09
	1.00	9.00	-70	0.91	9.83	-65	0.914	1.09
	1.00	9.00	-60	0.92	9.83	-61	0.924	1.09
	1.00	9.00	-50	0.94	9.83	-58	0.935	1.09
	1.00	9.00	-40	0.94	9.83	-55	0.936	1.09
	1.00	9.00	-30	0.91	9.83	-54	0.911	1.09
	1.00	9.00	-20	0.85	9.83	-52	0.849	1.09
	1.00	9.00	-10	0.75	9.83	-51	0.750	1.09
	1.00	9.00	0	0.63	9.83	-50	0.626	1.09
1.00	9.00	10	0.50	9.83	-48	0.498	1.09	
1.00	9.00	20	0.38	9.83	-47	0.384	1.09	
1.00	9.00	30	0.29	5.43	-44	0.294	0.60	

Tab. 6.3.2 – Risultati della rifrazione inversa spettrale nel punto P

Spettro 7	1.00	10.00	-160	0.29	7.30	-83	0.292	0.73
	1.00	10.00	-150	0.37	11.40	-81	0.368	1.14
	1.00	10.00	-140	0.46	11.40	-79	0.458	1.14
	1.00	10.00	-130	0.56	11.40	-78	0.557	1.14
	1.00	10.00	-120	0.66	11.40	-76	0.657	1.14
	1.00	10.00	-110	0.75	11.40	-74	0.746	1.14
	1.00	10.00	-100	0.81	11.40	-72	0.813	1.14
	1.00	10.00	-90	0.85	11.40	-70	0.855	1.14
	1.00	10.00	-80	0.88	9.83	-67	0.875	0.98
	1.00	10.00	-70	0.89	9.83	-64	0.886	0.98
	1.00	10.00	-60	0.90	9.83	-61	0.895	0.98
	1.00	10.00	-50	0.90	9.83	-58	0.904	0.98
	1.00	10.00	-40	0.90	9.83	-56	0.904	0.98
	1.00	10.00	-30	0.88	9.83	-55	0.877	0.98
	1.00	10.00	-20	0.82	9.83	-54	0.815	0.98
	1.00	10.00	-10	0.72	9.83	-53	0.718	0.98
	1.00	10.00	0	0.60	9.83	-51	0.597	0.98
	1.00	10.00	10	0.47	9.83	-50	0.474	0.98
1.00	10.00	20	0.36	9.83	-48	0.365	0.98	
1.00	10.00	30	0.28	5.43	-46	0.278	0.54	
Spettro 8	1.00	11.00	-160	0.27	13.22	-82	0.269	1.20
	1.00	11.00	-150	0.34	13.22	-79	0.345	1.20
	1.00	11.00	-140	0.44	13.22	-77	0.439	1.20
	1.00	11.00	-130	0.55	11.40	-76	0.546	1.04
	1.00	11.00	-120	0.65	11.40	-74	0.653	1.04
	1.00	11.00	-110	0.74	11.40	-72	0.743	1.04
	1.00	11.00	-100	0.80	11.40	-71	0.804	1.04
	1.00	11.00	-90	0.84	11.40	-69	0.837	1.04
	1.00	11.00	-80	0.85	11.40	-66	0.851	1.04
	1.00	11.00	-70	0.86	9.83	-64	0.860	0.89
	1.00	11.00	-60	0.87	9.83	-61	0.869	0.89
	1.00	11.00	-50	0.87	9.83	-59	0.873	0.89
	1.00	11.00	-40	0.86	9.83	-57	0.862	0.89
	1.00	11.00	-30	0.83	9.83	-56	0.826	0.89
	1.00	11.00	-20	0.76	9.83	-55	0.763	0.89
	1.00	11.00	-10	0.67	9.83	-54	0.674	0.89
	1.00	11.00	0	0.57	9.83	-53	0.568	0.89
	1.00	11.00	10	0.46	9.83	-51	0.459	0.89
1.00	11.00	20	0.36	9.83	-50	0.358	0.89	
1.00	11.00	30	0.27	9.83	-48	0.273	0.89	
Spettro 9	1.00	12.00	-160	0.26	7.30	-80	0.255	0.61
	1.00	12.00	-150	0.33	11.40	-78	0.333	0.95
	1.00	12.00	-140	0.43	11.40	-75	0.430	0.95
	1.00	12.00	-130	0.54	11.40	-74	0.539	0.95
	1.00	12.00	-120	0.65	11.40	-72	0.646	0.95
	1.00	12.00	-110	0.73	11.40	-71	0.733	0.95
	1.00	12.00	-100	0.79	11.40	-69	0.790	0.95
	1.00	12.00	-90	0.82	11.40	-68	0.820	0.95
	1.00	12.00	-80	0.83	11.40	-66	0.830	0.95
	1.00	12.00	-70	0.83	11.40	-63	0.834	0.95
	1.00	12.00	-60	0.84	9.83	-61	0.837	0.82
	1.00	12.00	-50	0.84	9.83	-59	0.837	0.82
	1.00	12.00	-40	0.82	9.83	-58	0.824	0.82
	1.00	12.00	-30	0.79	9.83	-57	0.788	0.82
	1.00	12.00	-20	0.72	9.83	-56	0.725	0.82
	1.00	12.00	-10	0.64	9.83	-55	0.639	0.82
	1.00	12.00	0	0.54	9.83	-54	0.539	0.82
	1.00	12.00	10	0.44	9.83	-53	0.437	0.82
1.00	12.00	20	0.34	9.83	-51	0.343	0.82	
1.00	12.00	30	0.26	9.83	-49	0.263	0.82	

Tab. 6.3.3 – Risultati della rifrazione inversa spettrale nel punto P

Fig. 6.3.5 - Punto di rifrazione inversa P : Rapporto tra l'altezza d'onda al largo H_{so} e sotto costa in funzione della direzione del moto ondoso al largo

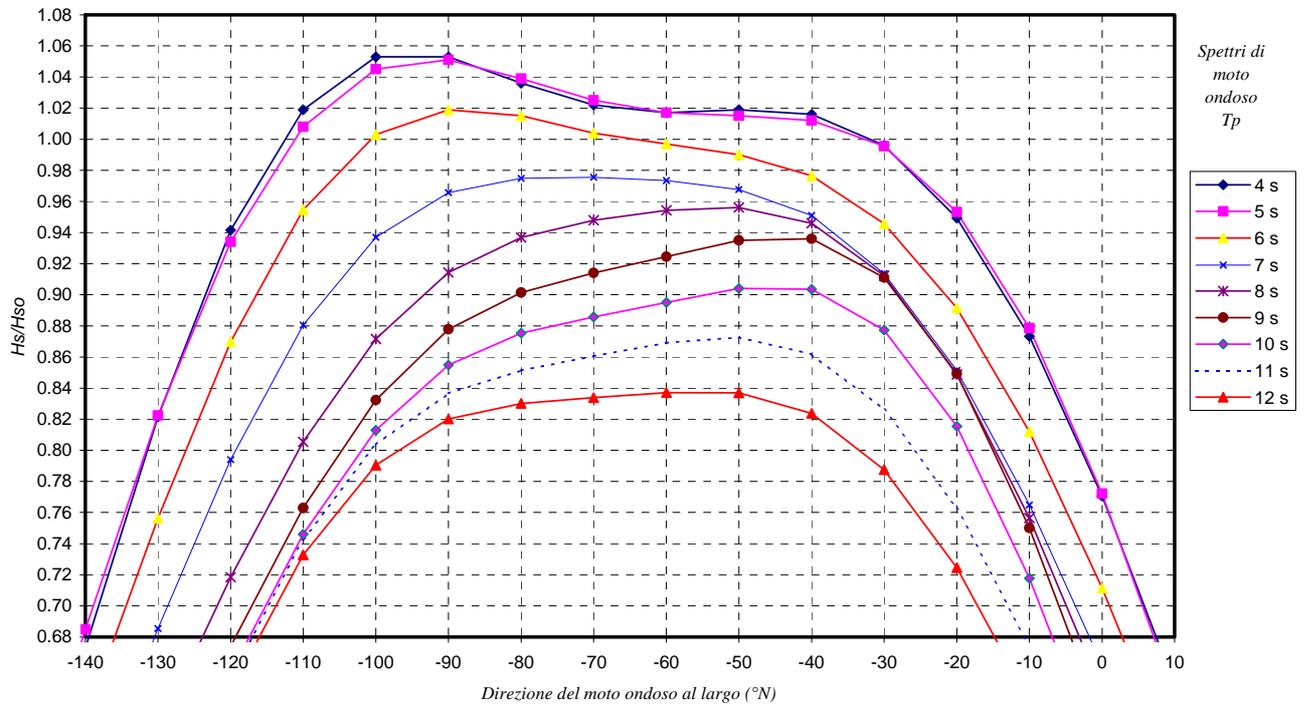


Fig. 6.3.6 - Punto di rifrazione inversa P : Corrispondenza direzioni di moto ondoso largo - riva

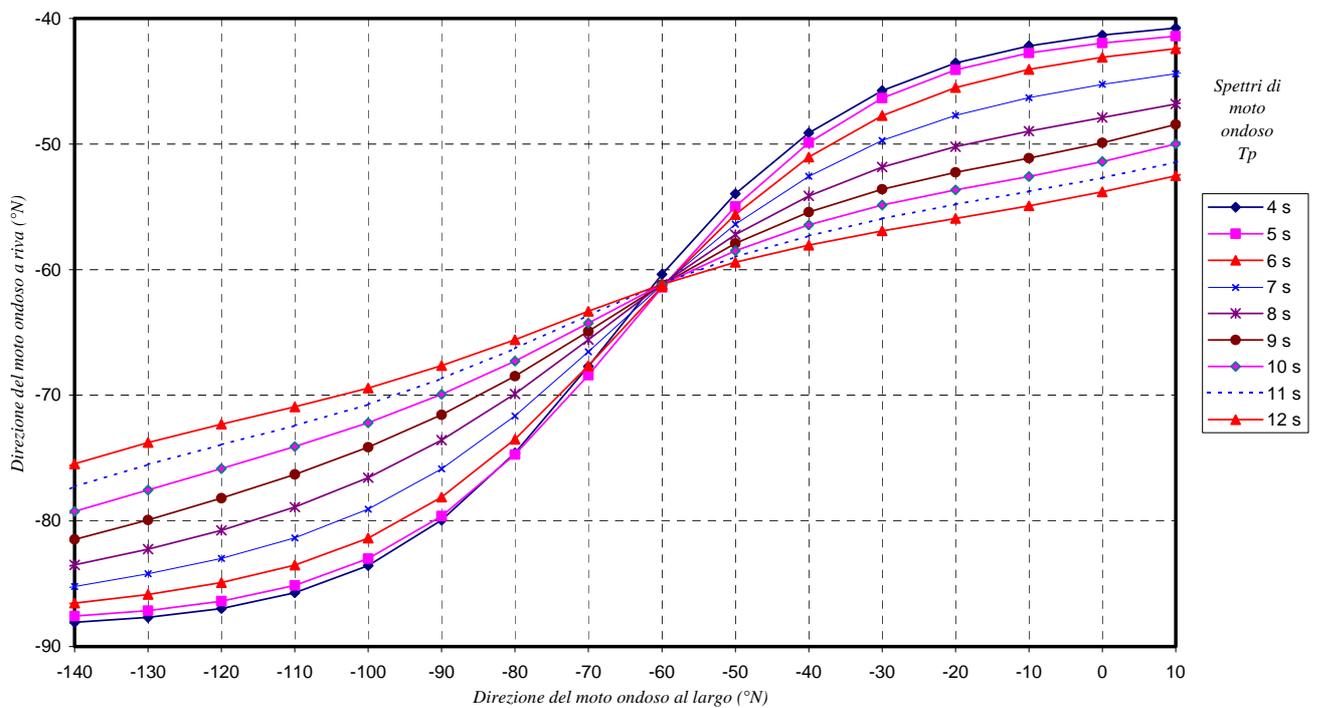
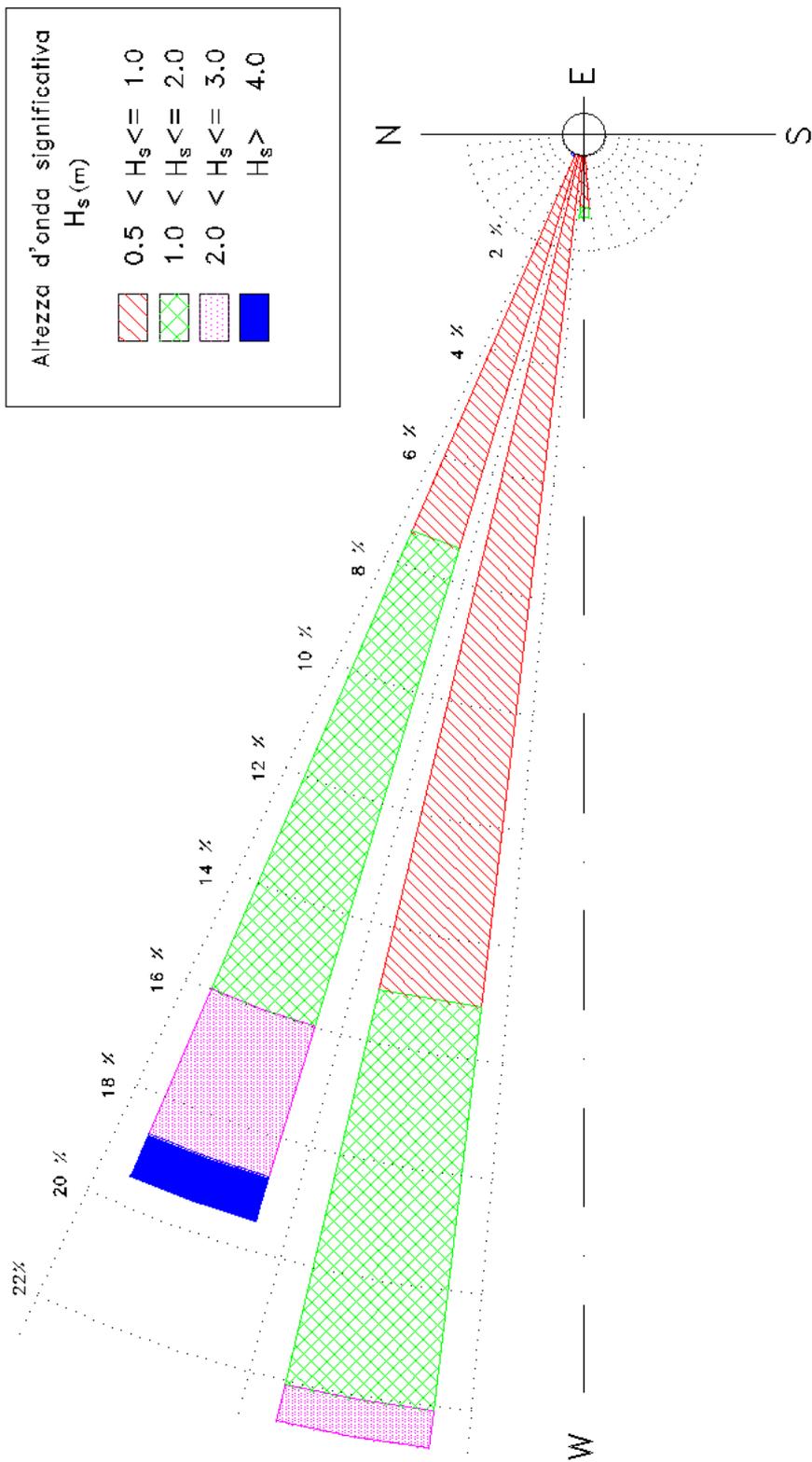


Fig. 6.3.7 – Regime del moto trasferita sotto costa di Palinuro
 Clima annuale – Distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso
 (serie ondometrica di Cetraro – periodo di riferimento: 1 luglio 1999 – 30 aprile 2003)



Tab. 6.3.4: Serie ondometrica trasferita sotto costa di Palinuro
 Periodo (1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003)
 ANNUALE -TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA
 Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10																
20																
30																
40																
50																
60																
70																
80																
90																
100																
110																
120																
130																
140																
150																
160																
170																
180																
190																
200																
210																
220																
230																
240																
250																
260																
270	8.40	4.24	1.27	0.16												14.07
280	13.79	13.43	15.11	5.29	1.68	0.48	0.16									49.94
290	5.95	4.76	7.44	5.69	2.87	1.82	0.90	0.34	0.25	0.07	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01	30.20
300	3.45	0.96	0.37	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01		4.82
310	0.32	0.42	0.03													0.77
320	0.14	0.06														0.20
330																
340																
350																
360																
TOT.	32.05	23.87	24.23	11.17	4.55	2.30	1.05	0.34	0.25	0.07	0.05	0.01	0.01	0.03	0.01	100.00
Tot. cumul.	55.92	80.15	91.32	95.87	98.16	99.22	99.56	99.81	99.89	99.94	99.95	99.96	99.99	100.00		

Numero di eventi validi : 9581

Tab. 6.3.5: Serie ondometrica trasferita sotto costa di Palinuro
 Periodo (1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003)
 INVERNO - TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA
 Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10																
20																
30																
40																
50																
60																
70																
80																
90																
100																
110																
120																
130																
140																
150																
160																
170																
180																
190																
200																
210																
220																
230																
240																
250																
260																
270	7.48	4.47	1.19	0.23												13.36
280	8.21	12.72	17.65	5.65	1.78	0.73	0.23									46.97
290	2.51	5.29	8.53	7.25	2.55	2.14	1.87	0.87	0.50	0.27	0.00	0.00	0.05	0.05		31.87
300	3.15	2.05	0.91	0.09												6.20
310	0.64	0.55	0.09													1.28
320	0.18	0.14														0.32
330																
340																
350																
360																
TOT.	22.16	25.22	28.36	13.22	4.33	2.87	2.10	0.87	0.50	0.27			0.05	0.05		100.00
Tot. cumul.	47.38	75.74	88.96	93.30	96.17	98.27	99.13	99.64	99.91	99.91	99.91	99.91	99.95	100.00	100.00	

Numero di eventi validi : 2193

Tab. 6.3.6: Serie ondometrica trasferita sotto costa di Palinuro
 Periodo (1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003)
 PRIMAVERA - TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA
 Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.	
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5		>=6.5
10																
20																
30																
40																
50																
60																
70																
80																
90																
100																
110																
120																
130																
140																
150																
160																
170																
180																
190																
200																
210																
220																
230																
240																
250																
260																
270	12.18	5.07	1.08	0.09												18.42
280	16.47	13.09	15.39	4.51	0.95	0.17	0.09									50.67
290	5.98	4.03	6.42	6.03	2.99	1.00	0.35									26.79
300	2.77	0.78	0.22													3.77
310	0.13	0.17														0.30
320	0.00	0.04														0.04
330																
340																
350																
360																
TOT.	37.54	23.19	23.10	10.62	3.94	1.17	0.43									100.00
Tot. cumul.	60.73	83.83	94.45	98.40	99.57	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

Numero di eventi validi : 2307

Tab. 6.3.7: Serie ondometrica trasferita sotto costa di Palinuro
 Periodo (1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003)
 ESTATE -TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA
 Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10																
20																
30																
40																
50																
60																
70																
80																
90																
100																
110																
120																
130																
140																
150																
160																
170																
180																
190																
200																
210																
220																
230																
240																
250																
260																
270	6.78	2.56	0.60	0.04												9.98
280	19.32	17.29	12.62	3.31	0.68	0.15	0.04									53.41
290	11.07	6.14	7.53	2.79	1.77	0.75	0.15	0.08								30.28
300	5.20	0.49	0.11													5.80
310	0.26	0.11														0.38
320	0.15															0.15
330																
340																
350																
360																
TOT.	42.79	26.59	20.87	6.14	2.45	0.90	0.19	0.08								100.00
Tot. cumul.	69.38	90.24	96.38	98.83	99.74	99.92	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

Numero di eventi validi : 2655

Tab. 6.3.8: Serie ondometrica trasferita sotto costa di Palinuro
 Periodo (1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003)
 AUTUNNO -TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA
 Distribuzione della percentuale eventi ondosi suddivisi per classi di Hs e direzione di provenienza

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10																
20																
30																
40																
50																
60																
70																
80																
90																
100																
110																
120																
130																
140																
150																
160																
170																
180																
190																
200																
210																
220																
230																
240																
250																
260																
270	7.42	5.07	2.27	0.29												15.05
280	10.22	10.18	15.29	7.87	3.38	0.91	0.29									48.15
290	3.42	3.46	7.34	7.13	4.25	3.46	1.36	0.49	0.54	0.04	0.21	0.04	0.00	0.04	0.04	31.82
300	2.47	0.66	0.29	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04		3.50
310	0.29	0.87	0.04													1.20
320	0.21	0.08														0.29
330																
340																
350																
360																
TOT.	24.03	20.32	25.23	15.33	7.63	4.37	1.65	0.49	0.54	0.04	0.21	0.04		0.08	0.04	100.00
Tot. cumul.	44.35	69.58	84.91	92.54	96.91	98.56	99.05	99.59	99.63	99.84	99.88	99.88	99.96	100.00		

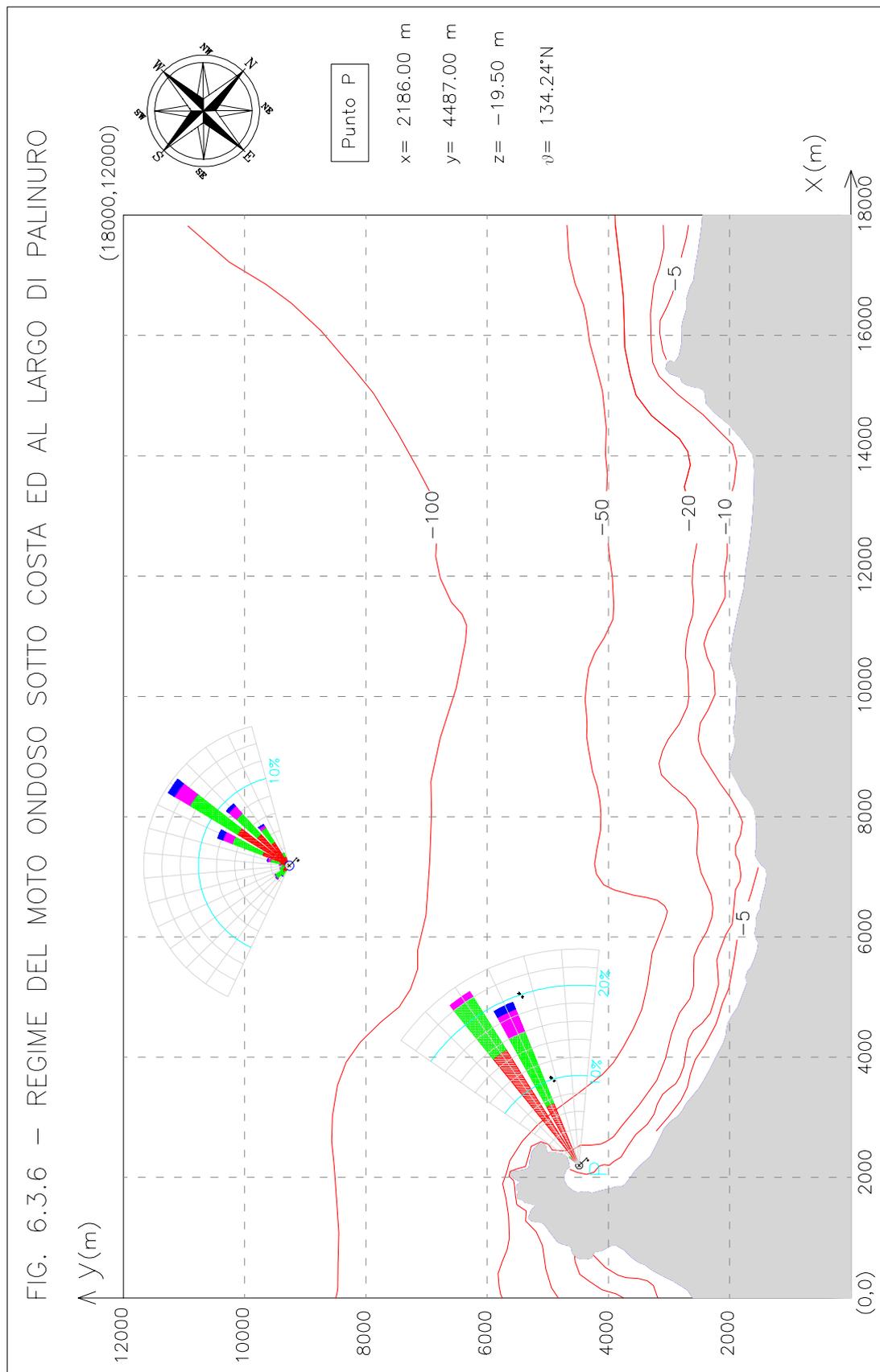
Numero di eventi validi : 2426

Tab. 6.3.9a - Ripartizione del numero degli eventi di moto ondoso
per classi di altezze d'onda significative e periodo di picco
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Hs (m)	CLASSI DI PERIODO DI PICCO T _p (s)							Tot
	T _p < 4	4 ≤ T _p < 6	6 ≤ T _p < 8	8 ≤ T _p < 10	10 ≤ T _p < 12	12 ≤ T _p < 14	T _p > 14	
0.25 <	640	1459	624	56	44	13	235	3071
0.25 ÷ 0.75	200	1279	1824	151	164	15	16	3649
0.75 ÷ 1.25	1	132	1100	167	200	6	1	1607
1.25 ÷ 1.75		13	348	181	105	19	0	666
1.75 ÷ 2.25		1	111	109	88	22	0	331
2.25 ÷ 2.75			24	47	46	15	1	133
2.75 ÷ 3.25			6	21	38	3	1	69
3.25 ÷ 3.75				2	22	4	0	28
3.75 ÷ 4.25				1	7	5	0	13
4.25 ÷ 4.75					4	1	0	5
4.75 ÷ 5.25					1	2	0	3
> 5.25					2	3	1	6
Tot.	841	2884	4037	735	721	108	255	9581

Tab. 6.3.9b - Ripartizione percentuale degli eventi di moto ondoso
per classi di altezze d'onda significative e periodo di picco
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

Hs (m)	CLASSI DI PERIODO DI PICCO T _p (s)							Tot	Tot. cumul.
	T _p < 4	4 ≤ T _p < 6	6 ≤ T _p < 8	8 ≤ T _p < 10	10 ≤ T _p < 12	12 ≤ T _p < 14	T _p > 14		
0.25 <	6.68	15.23	6.51	0.58	0.46	0.14	2.45	32.05	32.05
0.25 ÷ 0.75	2.09	13.35	19.04	1.58	1.71	0.16	0.17	38.09	70.14
0.75 ÷ 1.25	0.01	1.38	11.48	1.74	2.09	0.06	0.01	16.77	86.91
1.25 ÷ 1.75		0.14	3.63	1.89	1.10	0.20	0.00	6.95	93.86
1.75 ÷ 2.25		0.01	1.16	1.14	0.92	0.23	0.00	3.45	97.32
2.25 ÷ 2.75			0.25	0.49	0.48	0.16	0.01	1.39	98.71
2.75 ÷ 3.25			0.06	0.22	0.40	0.03	0.01	0.72	99.43
3.25 ÷ 3.75				0.02	0.23	0.04	0.00	0.29	99.72
3.75 ÷ 4.25				0.01	0.07	0.05	0.00	0.14	99.85
4.25 ÷ 4.75					0.04	0.01	0.00	0.05	99.91
4.75 ÷ 5.25					0.01	0.02	0.00	0.03	99.94
>5.25					0.02	0.03	0.01	0.06	100.00
Tot.	8.78	30.10	42.14	7.67	7.53	1.13	2.66	100	
Tot. cumul.	8.78	38.88	81.01	88.69	96.21	97.34	100.00		



6.4 *Analisi del clima di moto ondoso sottocosta: onda morfologica*

Nella conduzione di uno studio finalizzato all'inquadramento preliminare delle caratteristiche idraulico-marittime e morfodinamiche del sito in esame, un tema di indagine fondamentale è rappresentato dall'evoluzione della linea di costa in funzione dall'esposizione al moto ondoso del sito costiero in esame.

Per tal proposito si rende necessaria l'individuazione degli stati di mare rappresentativi dell'anno climatico (medio statistico) del sito in esame cui fare riferimento nel periodo considerato. In tale contesto non è necessario prendere in considerazione tutte le mareggiate reali caratterizzanti l'anno statistico medio, bensì è sufficiente definire stati di mare rappresentativi dell'energia totale che compete al clima di moto ondoso che interessa il settore di traversia del sito in esame.

L'analisi dettagliata delle registrazioni ondamiche ed il trasferimento di queste sottocosta al sito in esame, ha consentito di derivare utili indicazioni qualitative e quantitative sulle caratteristiche del clima di moto ondoso responsabile dei fenomeni evolutivi della fascia costiera del sito in esame. Utilizzando la totalità delle misure di moto ondoso classificate in funzione della direzione di propagazione in settori di 10° si è calcolata, per ciascuna direzione di provenienza, un'onda avente un'altezza H_e ed un periodo T_e , con un contenuto energetico ($\cong H^2 \cdot T$) ed una ripidità ($\cong H/T^2$) rappresentative del contenuto energetico e della ripidità di tutte le onde provenienti dallo stesso settore.

Sotto queste ipotesi si può associare ad una particolare direzione di provenienza (assumendo la direzione media come rappresentativa del singolo settore di 10°) un singolo evento contraddistinto da un'onda H_e , T_e , definita nella letteratura specializzata come "onda di modellazione" o "onda morfologica", avente caratteristiche tali da indurre effetti sul litorale equivalenti a quelli indotti da tutte le onde provenienti da quella direzione in un'anno statistico medio.

Dalla serie di misure ondamiche, assunta come rappresentativa del clima ondoso le coppie di valori H_i e T_i relative all' i -esimo tra gli N eventi di moto ondoso,

provenienti dal settore di traversia, l'onda di modellazione che compete al settore è tale che:

$$N (He^2Te) = \Sigma(Hi^2Ti)$$

$$N (He/Te^2) = \Sigma(Hi/Ti^2)$$

La soluzione delle equazioni è stata calcolata per un punto al largo di Palinuro (ricadente su un fondale di profondità pari a circa 100 m) determinando l'energia associata a ciascuna classe di altezza d'onda (tab.da 6.4.1 a 6.4.5) per ogni settore di provenienza sia su base annuale che stagionale. Tali risultati sono stati riportati anche in forma grafica nella figura 6.4.1 mediante la rappresentazione degli andamenti stagionale e complessivo annuale del flusso di energia lordo in funzione della direzione di provenienza espressa in °N.

Dall'analisi delle tabb. 6.4.1÷6.4.5 e della fig. 6.4.1 relativi al punto al largo appare evidente che:

- i maggiori contributi energetici si hanno nella stagione invernale ed autunnale con un picco in corrispondenza della direzione 260 °N;
- i maggiori contributi della stagione estiva e primaverile sono di minore intensità con picchi in corrispondenza della direzione 250 °N;
- contributi meno significativo provengono dal settore di mezzogiorno i quali presentano un picco in corrispondenza della direzione 180°N;
- la direzione media della risultante energetica annuale ($H_s > 0.5m$) è di circa 254 °N con una durata di 6.41 mesi.

I risultati sopra esposti verranno impiegati nello studio morfodinamico al quale si rimanda per la determinazione dell'evoluzione della linea di riva.

Tab. 6.4.1: Onda di modellazione al largo del sito in esame - RISULTANTE ANNUALE
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)										TOT.
	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	> 5.0	
10	4.40										4.40
20											
30	0.80										0.80
40											
50	5.20										5.20
60											
70	0.60										0.60
80											
90	6.50										6.50
100											
110	70.40	11.10									81.50
120	201.00	166.90	15.00								382.90
130	9.40	3.80	16.40								29.60
140	35.70	7.50	38.20								81.40
150	85.50	3.30	34.60	56.50							179.90
160	135.20	136.50	51.10	54.10	49.20						426.10
170	289.80	295.90	243.60	208.00	47.50		105.80				1190.60
180	271.00	459.50	392.30	346.90	48.70	71.20				1208.50	2798.10
190	262.50	479.80	518.60	100.60	77.60	133.40					1572.50
200	130.50	317.80	171.30	125.10	79.50						824.20
210	156.90	231.40	250.20	61.40	151.30						851.20
220	187.20	135.50	122.70	91.20	75.50						612.10
230	194.00	227.00	135.50	349.20	99.30						1005.00
240	309.50	508.30	556.00	624.40	606.90	427.40	186.30				3218.80
250	981.60	2048.10	2376.30	1975.90	2167.20	2114.40	1841.00	566.20	1980.20	1369.00	17419.90
260	1882.90	3316.90	3884.50	4459.80	3371.50	2706.20	2086.70	1039.30	963.90	2781.30	26493.00
270	1177.00	1740.80	1652.50	2265.90	1461.30	1448.10	796.80	405.20	156.20	770.20	11874.00
280	763.30	965.50	1032.00	399.70	524.40	435.70	398.00	405.10	206.90	2407.50	7538.10
290	239.00	219.40	81.10	21.70							561.20
300	37.70	42.30									80.00
310	5.10	21.00									26.10
320	2.90										2.90
330	2.60										2.60
340	6.50										6.50
350											
360											
TOT.	7454.70	11338.30	11571.90	11140.40	8759.90	7336.40	5414.60	2415.80	3307.20	8536.50	77275.70

	Hs >		
	0.5	1.0	1.5
Flusso di energia risultante (kW/m):	69204.7	63527.2	54042.0
Direzione del vettore flusso di energia (°N):	254	254	255
Numero eventi sopra soglia:	5175	2696	1374
H equivalente (m):	1.61	2.02	2.48
Durata (mesi):	6.41	3.34	1.70

Tab. 6.4.2: Onda di modellazione al largo del sito in esame - RISULTANTE INVERNALE
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)										TOT.
	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	> 5.0	
10	4.40										4.40
20											
30											
40											
50											
60											
70	0.60										0.60
80											
90											
100											
110	26.60										26.60
120	90.40	7.70	7.80								105.90
130	1.60		16.40								18.00
140	17.10		14.40								31.50
150	26.20	3.30									29.50
160	72.50	36.00	16.20								124.70
170	58.30	46.70	15.30	59.40							179.70
180	81.30	57.90	109.70	131.30							380.20
190	34.70	78.90	99.70		36.40						249.70
200	32.40	70.00	11.90	44.50							158.80
210	47.00	48.20	12.20								107.40
220	20.40	39.60	22.90	29.40	42.70						155.00
230	36.70	92.60	84.70	39.20							253.20
240	79.90	129.70	135.50	89.40	133.40						567.90
250	239.30	540.90	567.80	624.20	728.60	126.80	514.80	122.90	941.00	1149.80	5556.10
260	544.60	987.30	903.80	705.20	897.00	1613.50	1383.50	927.50	173.70	1688.50	9824.60
270	349.90	492.10	478.80	508.90	682.00	877.20	413.50	146.30	156.20		4104.90
280	188.80	210.40	177.40	164.50	59.70	154.20		145.10		219.10	1319.20
290	75.70	63.40	66.10								205.20
300	20.40	42.30									62.70
310											
320	1.30										1.30
330	1.20										1.20
340											
350											
360											
TOT.	2051.30	2947.00	2740.60	2396.00	2579.80	2771.70	2311.80	1341.80	1270.90	3057.40	23468.30

	Hs >		
	0.5	1.0	1.5
Flusso di energia risultante (kW/m):	21853.4	20383.0	17759.8
Direzione del vettore flusso di energia (°N):	256	257	258
Numero eventi sopra soglia:	1408	705	370
H equivalente (m):	1.71	2.19	2.68
Durata (mesi):	7.51	3.76	1.97

Tab. 6.4.3: Onda di modellazione al largo del sito in esame - RISULTANTE PRIMAVERILE
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)										TOT.
	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	> 5.0	
10											
20											
30											
40											
50											
60											
70											
80											
90											
100											
110	5.00										5.00
120	53.00	62.20									115.20
130											
140		7.50	23.80								31.30
150	28.00		34.60	36.50							99.10
160	11.20	93.20			49.20						153.60
170	119.00	103.80	103.60	116.40	47.50		105.80				596.10
180	116.20	208.10	88.70	102.20	48.70	71.20					635.10
190	101.00	167.20	109.20	24.90		133.40					535.70
200	43.90	55.00		50.60	35.70						185.20
210	35.50	44.20	12.20		151.30						243.20
220	59.20	10.80	38.70								108.70
230	41.70	16.50		27.10							85.30
240	68.30	106.70	30.50	22.10	49.10	150.00					426.70
250	237.20	440.80	533.50	434.40	525.20	759.20	148.10				3078.40
260	436.80	707.10	940.70	884.70	485.80	232.20	279.30				3966.60
270	354.40	451.80	406.70	136.70	109.10						1458.70
280	161.70	244.60	457.60	83.80	38.20						985.90
290	45.90	15.90									61.80
300	3.80										3.80
310	5.10										5.10
320											
330											
340											
350											
360											
TOT.	1926.90	2735.40	2779.80	1919.40	1539.80	1346.00	533.20				12780.50

	Hs >		
	0.5	1.0	1.5
Flusso di energia risultante (kW/m):	10670.5	9199.1	7072.6
Direzione del vettore flusso di energia (°N):	246	247	248
Numero eventi sopra soglia:	1205	574	264
H equivalente (m):	1.36	1.73	2.12
Durata (mesi):	6.24	2.97	1.37

Tab. 6.4.4: Onda di modellazione al largo del sito in esame - RISULTANTE ESTIVA
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)										TOT.
	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	> 5.0	
10											
20											
30											
40											
50	2.70										2.70
60											
70											
80											
90											
100											
110											
120	2.50										2.50
130											
140											
150	1.80			20.00							21.80
160	10.30										10.30
170	35.90	51.40	35.50								122.80
180	21.60	86.00	27.00						1208.50		1343.10
190	62.90	66.60	71.80								201.30
200	18.40	48.50									66.90
210	21.00	40.70									61.70
220	14.10	7.90	18.00								40.00
230	32.70	4.40		29.00							66.10
240	54.10	46.30	55.20	25.40							181.00
250	199.00	262.10	420.20	82.30	97.50						1061.10
260	356.20	537.20	488.30	495.50	375.50	51.80					2304.50
270	261.50	295.60	240.20	639.00	87.30	214.40	180.90				1918.90
280	328.80	262.00	208.90	28.90		80.90					909.50
290	53.80	71.00									124.80
300	3.90										3.90
310		21.00									21.00
320											
330											
340											
350											
360											
TOT.	1481.20	1800.70	1565.10	1320.10	560.30	347.10	180.90			1208.50	8463.90

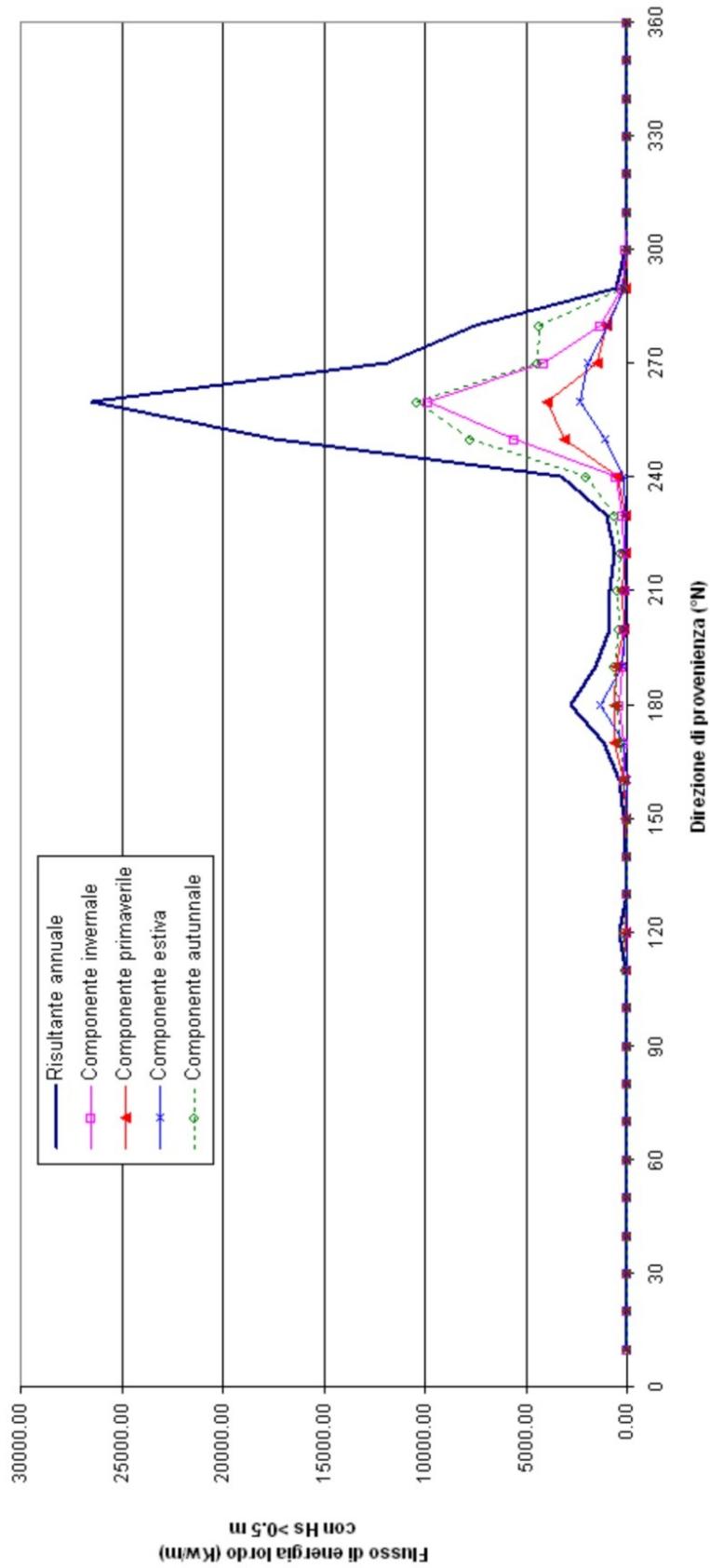
	Hs >		
	0.5	1.0	1.5
Flusso di energia risultante (kW/m):	6970.2	5688.8	4152.2
Direzione del vettore flusso di energia (°N):	249	247	244
Numero eventi sopra soglia:	926	388	150
H equivalente (m):	1.28	1.67	2.15
Durata (mesi):	4.18	1.75	0.68

Tab. 6.4.5: Onda di modellazione al largo del sito in esame - RISULTANTE AUTUNNALE
TABELLA DIREZIONALE ALTEZZA D'ONDA

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)										TOT.
	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	> 5.0	
10											
20											
30	0.80										0.80
40											
50	2.50										2.50
60											
70											
80											
90	6.50										6.50
100											
110	38.70	11.10									49.80
120	55.10	97.00	7.20								159.30
130	7.90	3.80									11.70
140	18.50										18.50
150	29.50										29.50
160	41.20	7.30	34.90	54.10							137.50
170	76.50	94.00	89.20	32.20							291.90
180	51.90	107.50	166.90	113.40							439.70
190	63.90	167.20	237.90	75.80	41.30						586.10
200	35.80	144.20	159.40	30.00	43.80						413.20
210	53.30	98.40	225.80	61.40							438.90
220	93.40	77.20	43.20	61.80	32.70						308.30
230	82.90	113.40	50.80	253.90	99.30						600.30
240	107.30	225.60	334.90	487.50	424.50	277.40	186.30				2043.50
250	306.10	804.30	854.80	835.00	815.90	1228.40	1178.00	443.30	1039.20	219.20	7724.20
260	545.40	1085.30	1551.80	2374.40	1613.30	808.70	424.00	111.70	790.20	1092.90	10397.70
270	211.20	501.20	526.70	981.20	582.90	356.50	202.40	258.90		770.20	4391.20
280	84.00	248.40	188.10	122.50	426.50	200.60	398.00	260.00	206.90	2188.40	4323.40
290	63.50	69.00	15.00	21.70							169.20
300	9.60										9.60
310											
320	1.60										1.60
330	1.40										1.40
340	6.50										6.50
350											
360											
TOT.	1995.00	3854.90	4486.60	5504.90	4080.20	2871.60	2388.70	1073.90	2036.30	4270.70	32562.80

	Hs >		
	0.5	1.0	1.5
Flusso di energia risultante (kW/m):	29868.2	28425.9	25229.3
Direzione del vettore flusso di energia (°N):	255	256	257
Numero eventi sopra soglia:	1636	1029	590
H equivalente (m):	1.82	2.15	2.56
Durata (mesi):	7.97	5.02	2.88

**Fig. 6.4.1: Contributi direzionali del flusso di energia associato al moto ondoso
Punto di Trasposizione geografica al largo Palinuro periodo : 1 luglio 1999 - 30 Aprile 2003**



6.5 *Analisi statistiche degli eventi estremi*

Per la determinazione della cosiddetta "onda di progetto" in acqua profonda è necessario eseguire un'elaborazione statistica delle altezze d'onda maggiori relative alle serie storiche di riferimento desunta dalle registrazioni ondamiche di Ponza e di Cetraro trasposte al largo di Palinuro. Mediante regolarizzazione della serie di eventi estremi, secondo note funzioni probabilistiche, è possibile ricavare le caratteristiche del moto ondoso (definite in termini di altezza significativa e periodo) da associare ad assegnati tempi di ritorno (o probabilità di occorrenza).

Nel caso di serie di dati relativi a misure di altezza d'onda è più affidabile l'analisi statistica di serie tronche, ottenute selezionando per i diversi settori direzionali di caratteristiche omogenee tutte le altezze d'onda significative, registrate al picco di mareggiate indipendenti superiori ad una soglia prefissata. Infatti, il metodo delle serie tronche è da preferire sia al metodo dei massimi annuali (dati in numero limitato e per alcune "annate" ben poco estremi) sia a quello dell'analisi di tutta la serie di eventi di moto ondoso (sicuramente non indipendenti e poco omogenei). La scelta della soglia di troncamento deve essere effettuata al fine di garantire comunque una selezione di un numero di eventi estremi comparabile con il numero di anni di osservazione. I valori delle soglie di troncamento utilizzati nell'ambito del presente studio sono i seguenti:

- *Serie trasposta da Ponza:* 4.00 m per il settore di traversia principale (230-290°N) e 1.50 m per il settore di traversia secondario (140-230°N)
- *Serie trasposta da Cetraro:* 3.50 m per il settore di traversia principale (230-290°N) e 2.00 m per il settore di traversia secondario (150-230°N)

Per quanto concerne la serie ondometrica trasposta da Ponza, sono stati registrati (tabb. 6.5.1 e 6.5.2) 74 eventi (superiori a 4 m – metodo POT) per il settore 230°÷290° N e 44 eventi (superiori a 1,50 m – metodo POT) per il settore 140°÷230° N.

Nella serie ondametria trasposta da Cetraro sono stati registrati (tabb. 6.5.3 e 6.5.4) 20 eventi (superiori a 3,5 m – metodo POT) per il settore 230°÷290° N e 12 eventi (superiori a 2,00 m – metodo POT) per il settore 150°÷230° N.

Le serie tronche sono state elaborate effettuando dapprima una regolarizzazione di tipo statistico delle serie di valori riferita al periodo di misure e successivamente riferite alle usuali leggi di distribuzione probabilistica, al fine di determinare il valore "di progetto" con un prefissato tempo di ritorno, o la probabilità di non superamento durante la vita delle opere.

Le leggi adottate di distribuzione di probabilità cumulata di non superamento (funzione di ripartizione) sono quella di Weibull:

$$P(X \leq x) = 1 - e^{-\left[\frac{(x-B)}{A}\right]^\alpha}$$

e la legge di Gumbel (1988):

$$P(X \leq x) = \exp[-\exp[-(x-b)/a]]$$

dove X è la variabile aleatoria, x il valore di non superamento e α , A, B, a, b sono i parametri delle distribuzioni. La stima dei parametri delle distribuzioni è stata eseguita sui valori dell'altezza d'onda significativa riportati rispettivamente nelle tabb. 6.5.1, 6.5.2. e 6.5.3, 6.5.4. Tenendo conto che la probabilità cumulata di non superamento è legata al tempo di ritorno dell'evento dalla relazione:

$$Tr(X \leq x) = \frac{1}{(1 - P(X \leq x))}$$

sono stati ricavati i grafici dell'altezza d'onda associata a ciascun tempo di ritorno per ciascuna serie e per ciascun settore di traversia (vedi figg. 6.5.1, 6.5.2, 6.5.3, 6.5.4).

I risultati delle elaborazioni della serie trasposta da Ponza indicano che:

- nel settore di traversia principale (230-290°N), gli eventi estremi contraddistinti da un tempo di ritorno di 5 anni presentano una altezza d'onda significativa pari a circa 6.8 m, mentre il valore dell'altezza d'onda cinquantennale risulta pari a circa 8.8 m;

- nel settore di traversia secondario (140-230°N) gli eventi estremi contraddistinti da un tempo di ritorno di 5 anni presentano una altezza d'onda significativa pari a circa 2.7 m, mentre il valore dell'altezza d'onda cinquantennale risulta pari a circa 3.7 m.

I risultati delle elaborazioni della serie trasposta da Cetraro indicano che:

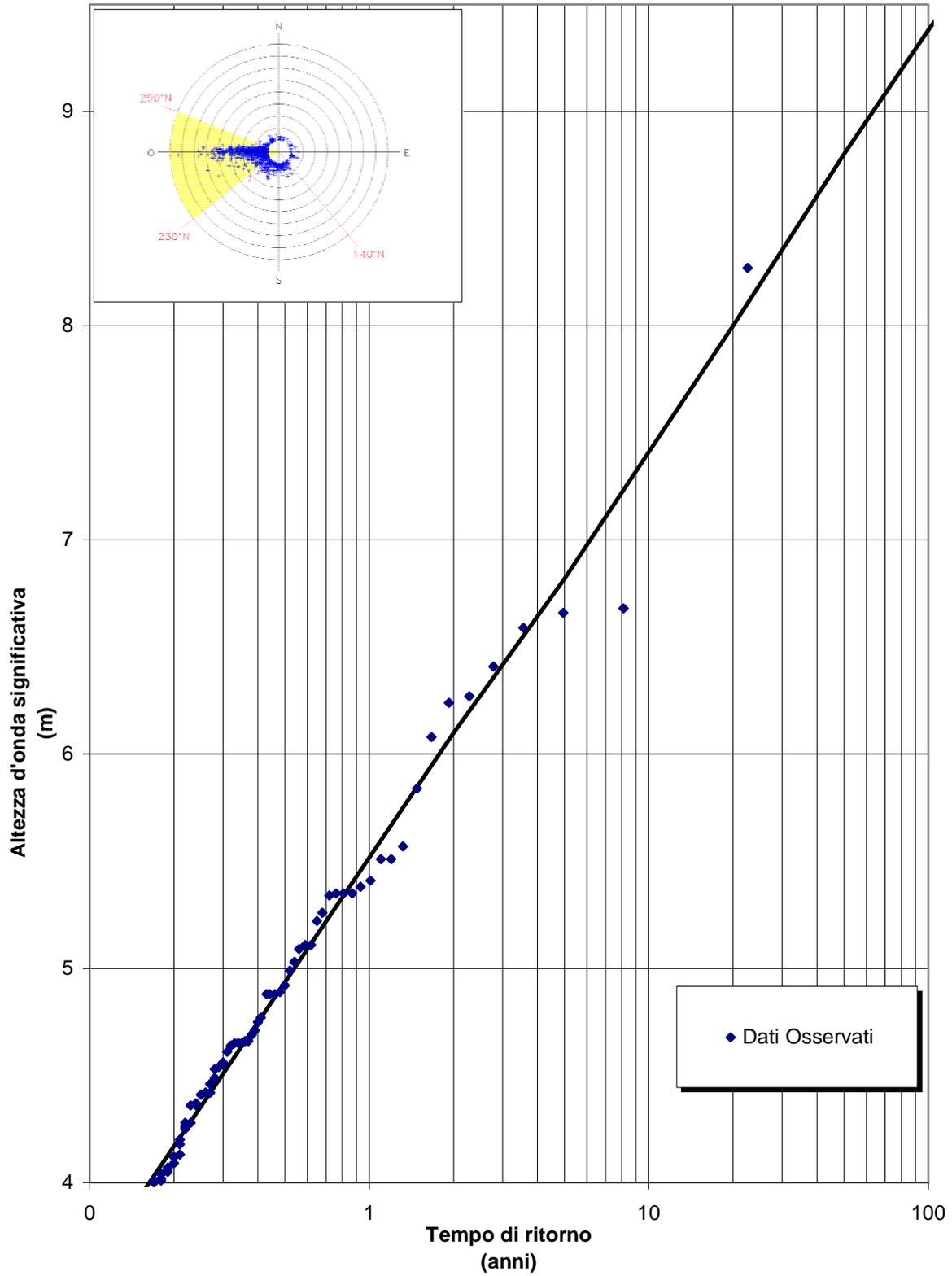
- nel settore di traversia principale (230-290°N), gli eventi estremi contraddistinti da un tempo di ritorno di 5 anni presentano una altezza d'onda significativa pari a circa 8.3m, mentre il valore dell'altezza d'onda cinquantennale risulta pari a circa 11.8 m;
- nel settore di traversia secondario (150-230°N) gli eventi estremi contraddistinti da un tempo di ritorno di 5 anni presentano una altezza d'onda significativa pari a circa 3.6 m, mentre il valore dell'altezza d'onda cinquantennale risulta pari a circa 4.9 m

Nella tab 6.5.5 sono sintetizzati i valori delle caratteristiche del moto ondoso al largo di Palinuro per il settore di traversia principale con $Tr=50$ e 100 anni di entrambe le serie ondometriche trasposte al largo di Palinuro. La definizione del periodo associato all'altezza d'onda di progetto è stata calcolata con una formula del tipo $T = c H^{1/m}$ (vedi le espressioni Bretschneider, Grancini ed altri); in particolare si è utilizzata l'espressione $T_p = 4.51\sqrt{H_s}$.

	Tr (anni)	Settore di traversia (°N)	Altezza significativa al largo H_{so} (m)	Periodo di picco T_p (s)
da Ponza	50	230-290	8.8	13.5
	100	230-290	9.4	14
da Cetraro	50	230-290	11.8	15.5
	100	230-290	12.9	16

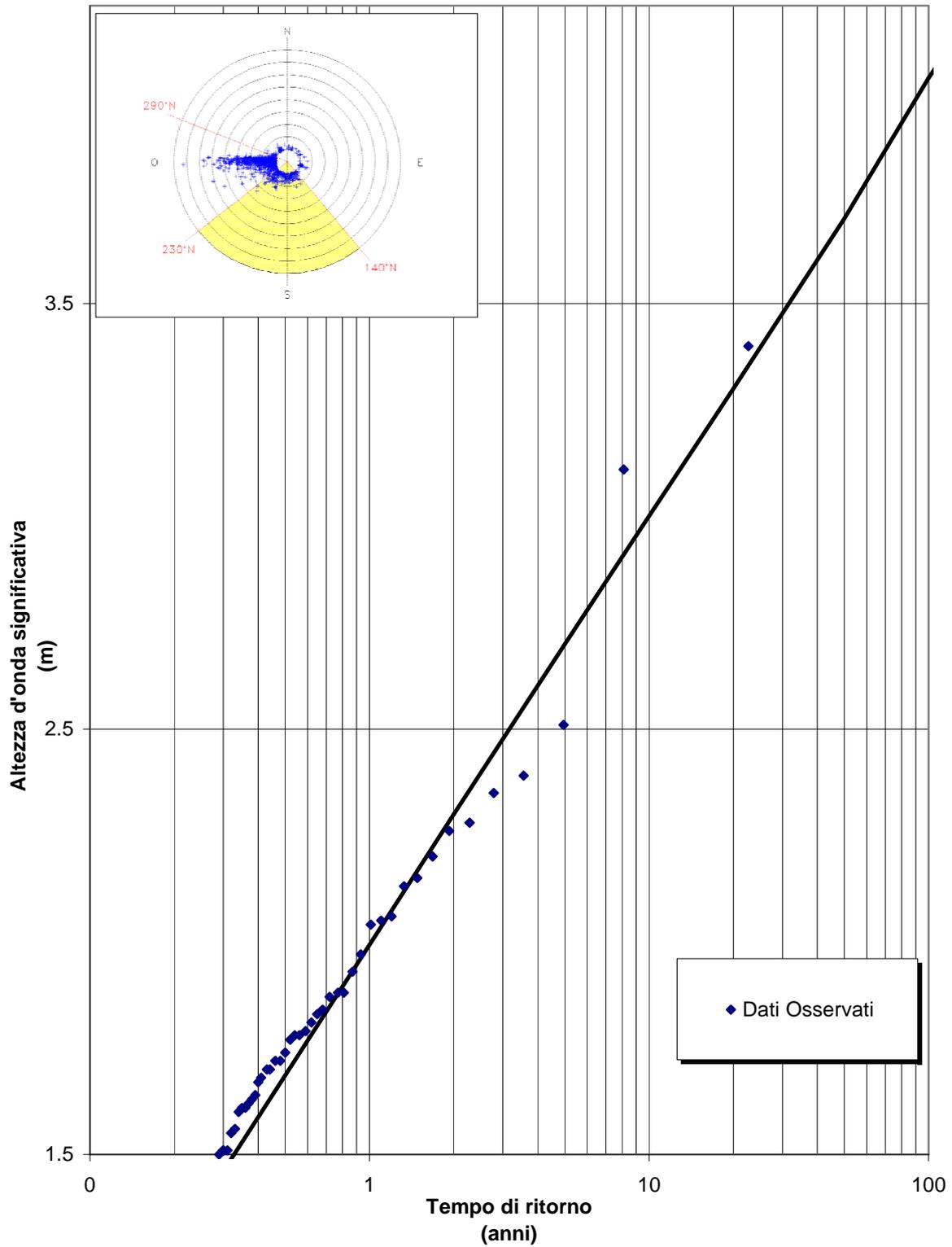
Tab. 6.5.5 – Caratteristiche del moto ondoso al largo di Palinuro associate al Tr di 50 e 100 anni

**Fig. 6.5.1 - Statistica delle onde significative trasposte da Ponza
al largo di Palinuro
Legge Weibull (1.0) - Settore 230°-290°N
Nt = 343 N = 74 Hsoglia = 4.00 m**



**Fig. 6.5.2 - Statistica delle onde significative trasposte da Ponza
al largo di Palinuro**

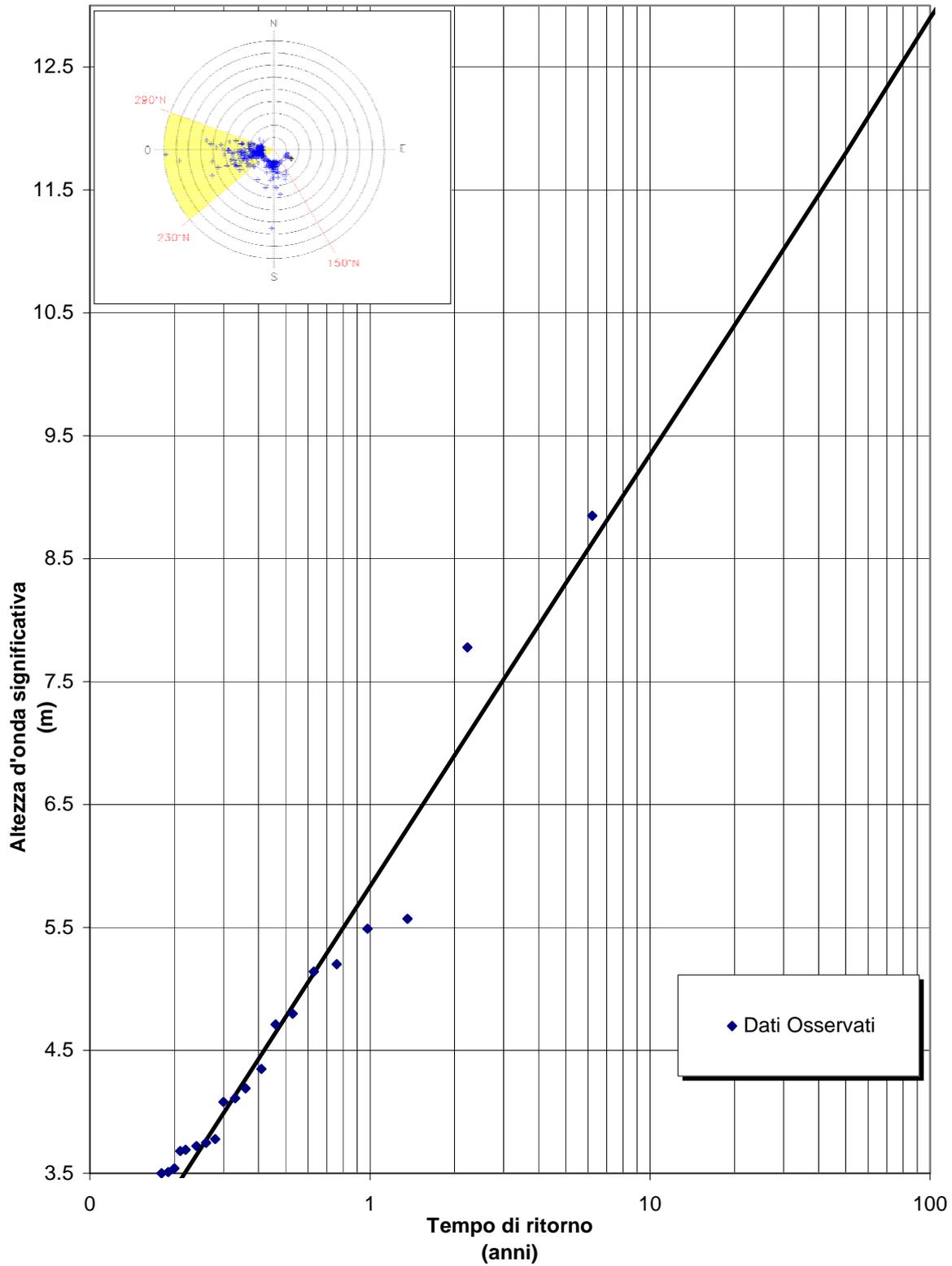
**Legge Weibull (1.0) Settore 140°-230°N
Nt = 44 N = 44 Hsoglia = 1.50 m**



**Fig. 6.5.3 - Statistica delle onde significative trasposta da Cetraro
al largo di Palinuro**

Legge Weibull (1.0) - Settore 230°-290°N

Nt = 73 N = 20 Hsoglia = 3.50 m



**Tab. 6.5.4 - Statistica delle onde significative trasposte da Cetraro
al largo di Palinuro
Settore di traversia: 150 -230 ° Nord**

Numero anni: 3.46
 Numero delle mareggiate: 12
 Soglia di riferimento (POT) m >2.00
 Media (m): 2.543
 Deviazione Standard (m): 0.481
 Numero di eventi sopra POT 12

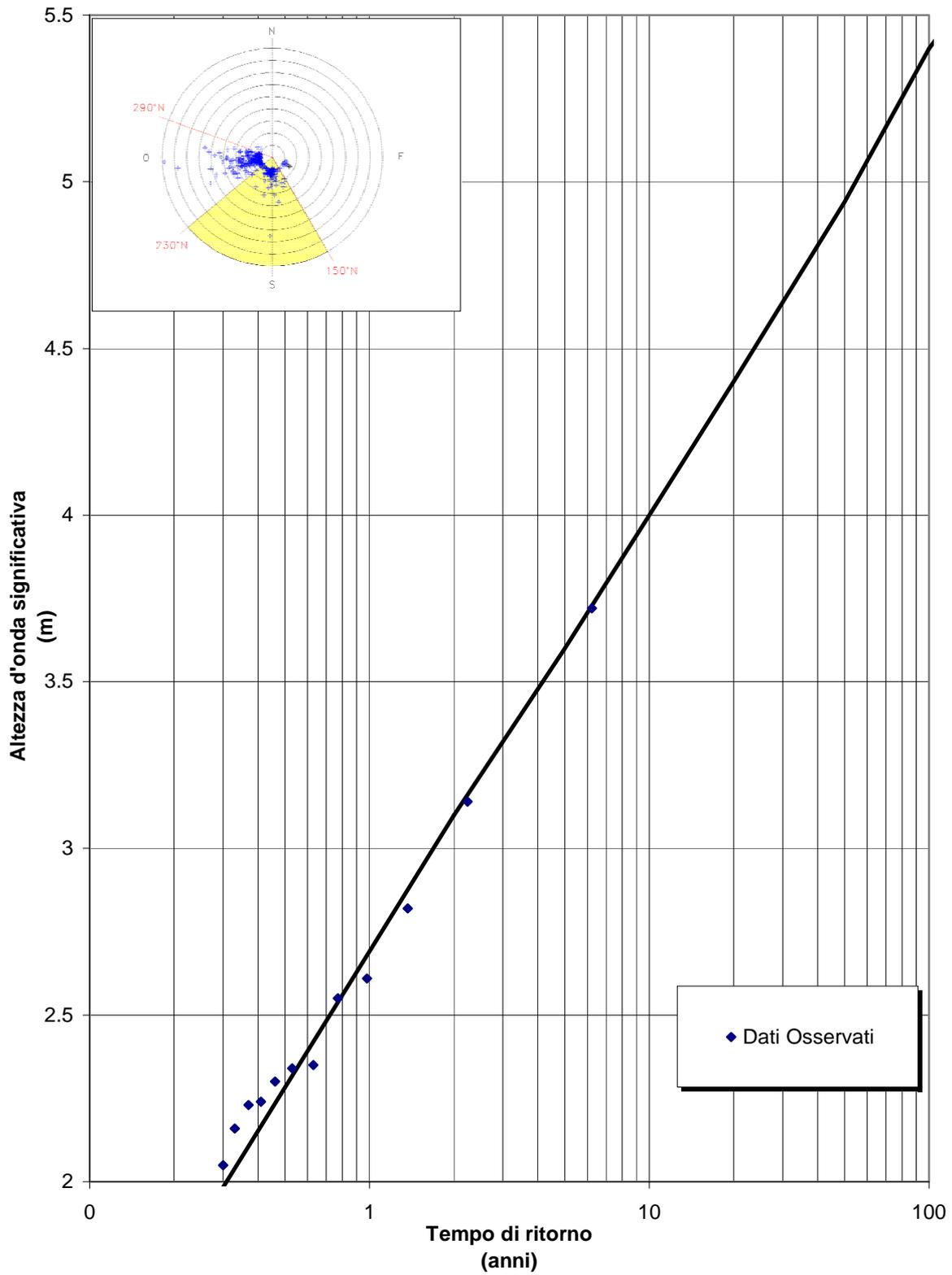
Hs (m)	Tempo di ritorno (anni)	Hs (m)	Tempo di ritorno (anni)	Hs (m)	Tempo di ritorno (anni)
3.72	6.24				
3.14	2.24				
2.82	1.37				
2.61	0.98				
2.55	0.77				
2.35	0.63				
2.34	0.53				
2.30	0.46				
2.24	0.41				
2.23	0.37				
2.16	0.33				
2.05	0.30				

Tr	GUMBEL		WEI(.75)	
Anni	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)
5	3.6	0.5	3.4	0.6
10	3.9	0.6	3.8	0.7
25	4.3	0.9	4.3	1.0
50	4.6	1.1	4.8	1.2
100	4.9	1.3	5.2	1.5
A	0.39		0.342	
B	2.33		2.139	
r	0.97		0.995	

Tr	WEI(1.0)		WEI(1.4)		WEI(2.0)	
anni	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)
5	3.6	0.6	3.7	0.7	3.6	0.5
10	4.0	0.8	4.0	0.9	3.9	0.7
25	4.5	1.1	4.5	1.2	4.4	1.0
50	4.9	1.4	4.9	1.5	4.7	1.2
100	5.4	1.7	5.3	1.8	5.0	1.4
A	0.52		0.759		1.04	
B	2.021		1.851		1.621	
r	0.995		0.978		0.952	

**Tab. 6.5.4 - Statistica delle onde significative trasposte da Cetraro
al largo di Palinuro**

**Legge Weibull (1.0) - Settore 150°-230°N
Nt = 12 N = 5 Hsoglia = 2.50 m**



6.6 *Onda di progetto*

Dall'analisi statistica condotta secondo quanto esposto nel paragrafo precedente si osserva che i valori ottenuti risultano notevolmente più elevati di tutti quelli considerati su tutti gli studi precedentemente eseguiti per il sito in esame.

In proposito si può osservare che la serie di dati di Ponza è più estesa di quella di Cetraro (quindici anni a fronte di sei), motivo per il quale si può ritenere che la trasposizione da Cetraro, e le relative estrapolazioni statistiche, forniscono risultati troppo cautelativi. Resta di fatto che l'esposizione di Cetraro (e quindi di Palinuro) è peggiore di quella di Ponza e che negli anni di sovrapposizione delle due serie di misure i dati di Cetraro, per le direzioni di provenienza più importanti, sono risultati costantemente superiori a quelli di Ponza.

Nella tab. 6.6.1 e nella fig .6.6.1 vengono riportati i risultati dell'elaborazione statistica degli eventi estremi della serie ondometrica trasposta da Ponza limitatamente al periodo di sovrapposizione (1 luglio 1999 – 30 aprile 2003).

Dall'analisi delle precedenti si osservano per tempi di ritorno di 50 e 100 anni i valori di 9.5 m e di 10.2 m. Pertanto il rapporto fra i valori ottenuti considerando il periodo di circa 16 anni e quello di circa 4 anni risulta pari rispettivamente a 0.93 e 0.92. Applicando lo stesso rapporto ai dati trasposti da Cetraro si ottengono i valori di circa 11.0 m e 11.9 m che sono ritenuti più aderenti alla realtà, pur nella cautela che occorre rispettare in questo genere di considerazioni.

Infine, per tener conto delle trasformazioni subite degli eventi di moto ondoso durante la propagazione verso costa (shoaling e rifrazione), dal grafico riportato in fig. 6.3.5 si osserva che i valori ottenuti devono essere ulteriormente ridotti del 15%.

**Tab.6.6.1 - Statistica delle onde significative trasposte da Ponza al largo di Palinuro
(1 luglio 1999- 30 aprile 2004)**

Settore di traversia: 230 -290 ° Nord

Numero anni: 3.56
 Numero delle mareggiate: 95
 Soglia di riferimento (POT) m >3.50

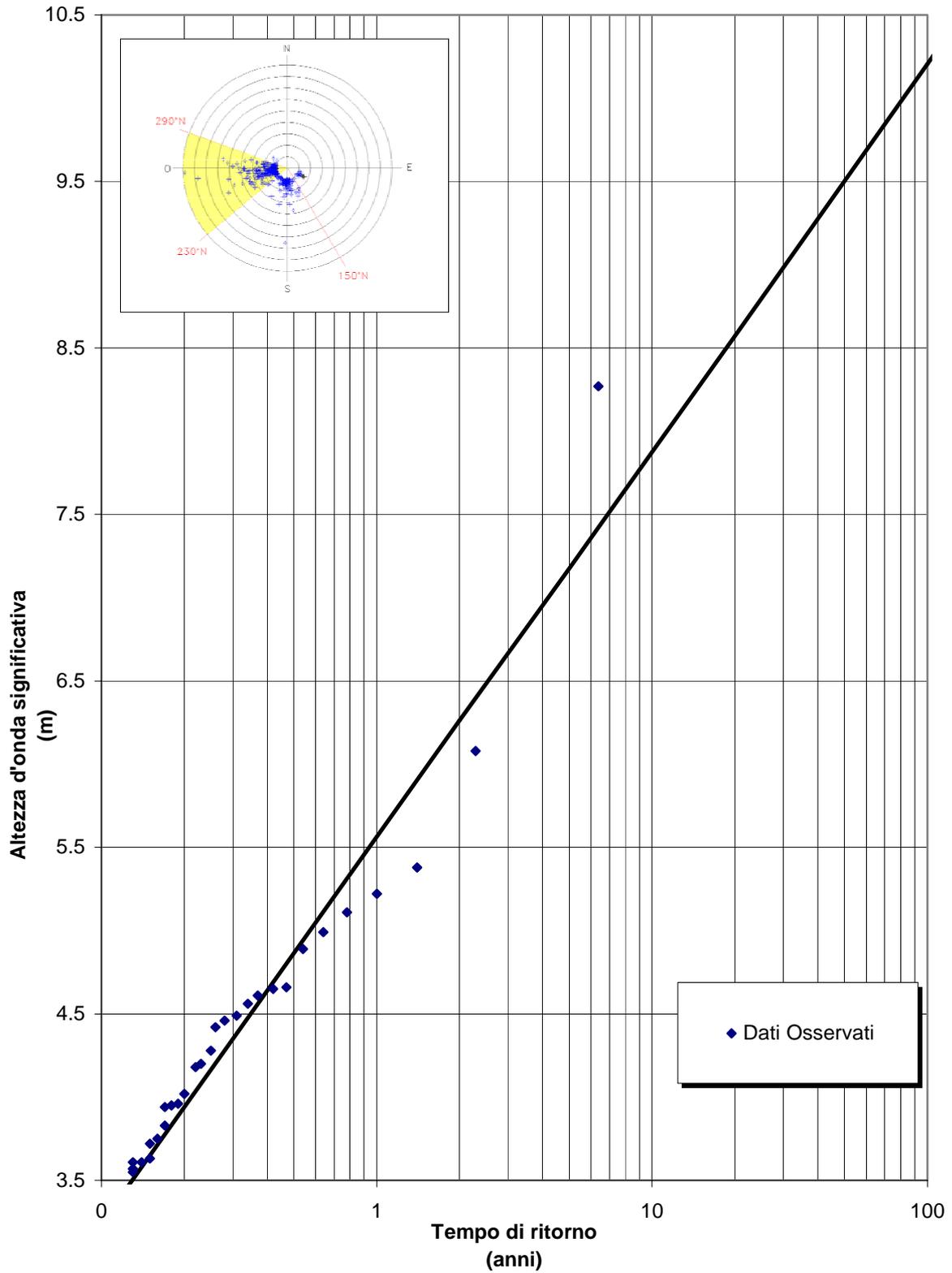
Media (m): 4.469
 Deviazione Standard (m): 0.962
 Numero di eventi sopra POT 29

Hs (m)	Tempo di ritorno (anni)	Hs (m)	Tempo di ritorno (anni)	Hs (m)	Tempo di ritorno (anni)
8.27	6.38	4.18	0.22		
6.08	2.29	4.02	0.20		
5.38	1.40	3.96	0.19		
5.22	1.00	3.95	0.18		
5.11	0.78	3.94	0.17		
4.99	0.64	3.83	0.17		
4.89	0.54	3.75	0.16		
4.66	0.47	3.72	0.15		
4.65	0.42	3.63	0.15		
4.61	0.37	3.61	0.14		
4.56	0.34	3.61	0.13		
4.49	0.31	3.57	0.13		
4.46	0.28	3.55	0.13		
4.42	0.26				
4.28	0.25				
4.20	0.23				

Tr	GUMBEL		WEI(.75)	
	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)
5	7.3	1.8	7.0	1.4
10	7.9	2.2	7.6	1.8
25	8.8	2.8	8.5	2.4
50	9.5	3.3	9.2	2.8
100	10.2	3.9	9.8	3.4
A	0.943		0.52	
B	2.507		2.94	
r	0.969		0.981	

Tr	WEI(1.0)		WEI(1.4)		WEI(2.0)	
	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)
5	7.2	1.6	7.3	1.7	7.5	1.8
10	7.9	2.0	8.0	2.1	8.2	2.2
25	8.8	2.7	8.9	2.7	9.0	2.8
50	9.5	3.2	9.5	3.2	9.7	3.3
100	10.2	3.8	10.2	3.8	10.4	3.9
A	0.98		1.814		3.144	
B	2.331		1.369		-0.063	
r	0.973		0.961		0.951	

**Fig. 6.6.1 - Statistica delle onde significative trasposta da Ponza
al largo di Palinuro (1 luglio 1999- 30 aprile 2004)**
Legge Weibull (1.0)- Settore 230°-290°N
Nt = 95 N = 29 Hsoglia = 3.50 m



APPENDICE:

Descrizione del modello di propagazione inversa spettrale MEROPE

Propagandosi verso "riva" su fondali via via decrescenti, le onde subiscono una serie di trasformazioni geometriche e perdite di energia che alla fine conducono al loro frangimento (ciò avviene quando l'onda, deformata, diviene molto alta rispetto alla sua lunghezza e perciò "instabile" o comunque intercetta fondali bassi «incompatibili» con la sua altezza).

Prescindendo, perchè comunque trascurabili, dalle perdite di energia che (fuori dalla zona dei frangenti) sono dovute all'attrito del fondo e, per fondi permeabili, alla percolazione; nonché dagli effetti indotti dalle correnti, dal vento e dalle riflessioni del fondo, le modifiche delle caratteristiche ondose durante la propagazione verso riva sono indotte essenzialmente dai fenomeni di rifrazione e di shoaling.

Il primo fenomeno (rifrazione) consiste in una trasformazione tridimensionale dovuta a variazioni di fondale lungo i fronti d'onda che comportano variazioni planimetriche di questi e, conseguentemente, a variazioni delle altezze d'onda per effetto della conservazione del flusso di energia fra "ortogonali" vicine.

Il secondo fenomeno (shoaling) è una trasformazione bidimensionale delle onde dovuta al solo effetto del fondale nella direzione di propagazione. L'effetto "fondale" modifica la celerità di gruppo e di conseguenza provoca dapprima una riduzione e poi un sostanziale aumento di altezza delle onde allorché queste avanzano su profondità di fondali decrescenti.

La simulazione di detti fenomeni può essere eseguita in modo efficace con il metodo della "rifrazione inversa spettrale". Tale metodo fornisce risultati quantitativi esattamente nel punto di interesse, al contrario del metodo classico della rifrazione diretta. Il relativo modello matematico è stato sviluppato seguendo le indicazioni di Abernety e Gilbert (1978).

La differenza più appariscente rispetto al metodo tradizionale dei piani d'onda (rifrazione diretta) è rappresentata dalla costruzione dei raggi con un verso contrario a quello della propagazione delle onde. Tale impostazione fu introdotta da Dorrestein nel 1960: si costruisce un ventaglio di raggi relativi ad un dato periodo d'onda, che hanno tutti origine nel luogo della costa (o in prossimità) dove si desidera conoscere i risultati, partendo ognuno con una diversa direzione ϕ . Si ricava quindi la direzione Θ che i raggi possiedono quando raggiungono la regione di acque profonde.

Riportate in diagramma le molteplici coppie di valori $\Theta-\phi$ trovate, si ricava

per ogni Θ il gradiente $\frac{\delta\phi}{\delta\Theta}$ da introdurre nella formula che conduce poi alle altezze sotto costa:

$$K_r = \sqrt{\frac{C_0}{C} \cdot \frac{\delta\phi}{\delta\Theta}}$$

Rispetto al metodo convenzionale, si ha il vantaggio che i risultati sono ottenuti direttamente per il luogo che interessa, sulla costa, senza il problema di dover interpolare tra raggi calcolati da una parte o dall'altra del punto. Inoltre, un unico diagramma di rifrazione (per ciascun periodo) rappresenta i raggi relativi a tutte le direzioni di provenienza del moto ondoso al largo.

Dal punto di vista pratico, la costruzione inversa dei raggi non presenta problemi e si applica la stessa equazione della traiettoria del raggio del metodo convenzionale, con lievi modifiche di segni. Con la tecnica della proiezione inversa, non sarebbe necessario neppure conoscere il percorso dei singoli raggi poiché basta avere il diagramma di rifrazione $\phi-\Theta$ definito con incrementi di frequenza e Θ sufficientemente piccoli per riassumere tutti gli effetti della topografia sull'altezza e direzione delle onde nella loro propagazione verso un punto della costa. Si nota in genere che le curve $\phi-\Theta$, dolci per valori alti delle frequenze, presentano discontinuità notevoli per le frequenze minori con conseguenti singolarità nel valore di K_r .

Ciò significa che questa tecnica (così come quella convenzionale) ha il difetto che la funzione altezza d'onda diventa indeterminata proprio in un campo di frequenze e direzioni di interesse non trascurabile. In pratica questo comporta che nel percorso dei raggi compaiono singolarità (caustiche) non giustificabili fisicamente, come per i piani d'onda tradizionali. Il fatto che usando spaziature sufficientemente grandi dei raggi questi difetti non siano evidenziati, non esclude l'insufficienza del metodo.

E' stato mostrato che a queste difficoltà si può ovviare abbandonando l'ipotesi che al largo il fronte d'onda si presenti con direzione d'onda e frequenza ben precise ed uniformi (onde monocromatiche), e considerando funzioni spettrali sia per la direzione che per la frequenza. Va mantenuta invece l'ipotesi di uniformità di fase.

L'importanza fondamentale dell'introduzione dello spettro d'energia bidimensionale associata a quello di proiezione inversa dei raggi, è che, a differenza del metodo tradizionale e di quello di Dorrestein, dà luogo a risultati univoci ed ovunque finiti, eliminando le singolarità già evidenziate.

Descrizione del Modello ENIF

Per il calcolo dei fetch efficaci si fa riferimento ad una relazione, derivata dalla teoria di ricostruzione indiretta del moto ondoso nota come metodo S.M.B. (Sverdrup, Munk e Bretshneider, 1947) e successivi aggiornamenti (Saville 1954, Seymour 1977, S.P.M. 1984, Smith 1991), di seguito riportata nella sua forma più generale:

$$F_{e,w} = \frac{\sum_{\phi_i = \phi_w - \theta}^{\phi_w + \theta} F_i \cos^{n+1}(\phi_i - \phi_w)}{\sum_{\phi_i = \phi_w - \theta}^{\phi_w + \theta} \cos^n(\phi_i - \phi_w)}$$

dove:

ϕ_w direzione media (riferita al nord geografico) di possibile provenienza del vento responsabile del fenomeno di generazione del moto ondoso lungo la traversia;

$\phi_i \leq \phi_w \pm \theta$ direzione i-esima (riferita al nord geografico) relativa ad un settore di 2θ considerato nell'intorno della direzione ϕ_w . Il metodo classico di Saville prevede un valore di $\theta=45^\circ$ mentre la metodologia sviluppata da Seymour fa riferimento ad un valore di $\theta=90^\circ$.

$F_{e,w}$ lunghezza del fetch efficace relativa alla direzione ϕ_w

F_i lunghezza del fetch geografico relativa alla direzione i-esima ϕ_i (si fa riferimento alla lunghezza calcolata su base cartografica) eventualmente assunta come valore medio relativo ad un settore di 15° nell'intorno della direzione i-esima ϕ_i (metodo proposto dal C.E.R.C. nel software package A.C.E.S.)

n termine esponenziale definito in funzione della legge di distribuzione direzionale degli spettri di moto ondoso che caratterizzano il sito in esame (solitamente si assume $n=2$)

Per il calcolo della relazione esistente tra la direzione del vento e quella del moto ondoso generato, si fa riferimento al criterio introdotto da Donelan. Nell'ipotesi che:

- la direzione media del moto ondoso corrisponde alla direzione della componente spettrale associata al periodo di picco;

- il moto ondoso generato dal vento è ben definito e rappresentabile tramite le relazioni introdotte dalla campagna oceanografica JONSWAP (JOint North Sea WAve Project, Hasselmann 1976).

Si può affermare che la direzione media β del moto ondoso relativa alla direzione media di provenienza del vento ϕ_w è individuata come il valore che rende massima la funzione:

$$f(\phi_w) = F_{e, \phi_w}^{0.28} \cdot (\cos \phi_w)^{0.44}$$

quindi per $f'(\beta) = 0$ e $f''(\beta) < 0$.

Il programma ENIF sviluppato dalla Modimar effettua il calcolo dei fetch efficaci e della correlazione del vento e quella del moto ondoso generato.