



APAT

Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici

**Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine**

Servizio Difesa delle Coste

# **CAPITOLO 1**

## **“ANALISI PRELIMINARE DEI DATI MARINI LUNGO LE COSTE ITALIANE”**

**ATLANTE DELLE COSTE**

“Il moto ondoso a largo delle coste italiane”

# Indice

1) <u>Analisi dei dati</u>	pag. 7
1.1) <u>Metodologia</u>	pag. 8
1.1.1) <u>Analisi della formattazione</u>	pag. 9
1.1.2) <u>Determinazione dei valori registrati con boa a terra</u>	pag. 10
1.1.3) <u>Analisi delle tabelle a doppia entrata</u>	pag. 11
1.1.4) <u>Ricerca di spike residui</u>	pag. 13
1.1.5) <u>Ricerca di misure ripetute</u>	pag. 14
1.1.6) <u>Totale delle correzioni sul dataset</u>	pag. 16
1.2) <u>Analisi preliminare dei dati mancanti</u>	pag. 17
1.2.1) <u>Periodo I: 1989-2002</u>	pag. 19
1.2.2) <u>Periodo I: Cetraro-Ancona 2000-2001</u>	pag. 27
1.2.3) <u>Periodo II: 2002-2003</u>	pag. 29
2) <u>Settori di costa</u>	pag. 33

# **Analisi preliminare dei dati marini lungo le coste italiane**

Il dataset dei dati ondametrici alla base dello studio è stato realizzato prendendo in considerazione il più largo insieme di osservazioni disponibili raccolte dalla RON tra il 1989 ed il 2003. Questa serie temporale che potrebbe apparire limitata, se confrontata con quelle centenarie relative ad altre comuni osservabili di interesse climatologico, risulta tuttavia essere in assoluto la più lunga e completa tra quelle raccolte in Italia. La continuità nelle misure in mare aperto è infatti molto più difficile da ottenere rispetto alle misure acquisite sulla terraferma, sia per la maggior usura degli strumenti, sia per l'elevato livello tecnico richiesto dalle operazioni di manutenzione.

## **Gestione della RON**

La Rete Ondametrica Nazionale è stata installata sotto la tutela della Direzione Generale delle Opere Marittime del Ministero dei Lavori Pubblici nel giugno 1989. Del primo set di strumenti di misura facevano parte otto boe direzionali tipo pitch-roll Datawell MKI (Fig. 1.A) con le relative stazioni locali di acquisizione ed un centro di acquisizione a Milano dove i dati venivano scaricati trimestralmente (Fig.1).



La Rete Ondametrica, così come quella Mareografica è passata nel 1996 sotto l'amministrazione del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali – Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (DSTN-SIMN) nell'ambito della Presidenza del Consiglio dei Ministri. La centrale di acquisizione dei dati è stata spostata a Roma e sono iniziati i progetti per il consolidamento ed il potenziamento delle reti.



*Fig 1.A Boa direzionale pitch-roll Datawell MKI*



*Fig 1.B Boa accelerometrica direzionale Datawell waverider*

Nel 2003 tutta la struttura tecnico-amministrativa del DSTN associata alle reti marine è transitata nell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT).

### **Evoluzione della RON**

Il sistema di archiviazione della RON era stato originariamente progettato per fornire un insieme omogeneo (dataset statistico triorario) di dati di altezza significativa ( $H_{m0}$ ), direzione media totale di provenienza ( $\alpha$ ), periodo di picco ( $T_p$ ), periodo medio ( $T_m$ ), temperatura dell'acqua ( $T_{mp}$ ), relativi al periodo di acquisizione di 30 minuti con periodo di campionamento triorario, da allegare alla pubblicazione del Bollettino Ondametrico Trimestrale. Quando lo stato del mare era caratterizzato da  $H_{m0}$  eccedenti un livello di soglia  $S_1$ , nel bollettino venivano anche pubblicati i valori dei parametri spettrali dell'analisi di Fourier su 30 min delle serie originali di Heave, Pitch, Roll a campionamento 0.78 s. [Marshall, 1978]. In aggiunta a questo archivio, venivano regolarmente elaborati i files contenenti tutte le informazioni relative alla elaborazione dei dati, tra cui i parametri spettrali e 20 minuti di tutte le serie temporali misurate dalla boa a 0.78 s. In condizioni di mare calmo questi files completi erano registrati ogni tre ore.

Quando le condizioni del mare peggioravano, a partire da un livello di soglia  $S_2$ , il sistema passava al regime di acquisizione ogni trenta minuti. In questa modalità i dati sono registrati in continuo (la durata della misura è di circa trenta minuti quindi il sistema interrompe le misurazioni solo per trasmettere a terra i dati). Le misure in continuo venivano archiviate separatamente. I grandi progressi nelle capacità di elaborazione dei sistemi di calcolo e nella trasmissione dei dati hanno prodotto, in quindici anni, una significativa evoluzione dei sistemi di rilevamento in mare aperto a cui la RON si è adeguata, attraversando successive fasi di aggiornamento tecnologico. Nel 1996 è stato introdotto il monitoraggio della temperatura superficiale dell'acqua. Nel 1999, alle otto stazioni originali sono state aggiunte due nuove stazioni con boe accelerometriche direzionali Datawell tipo waverider (Fig 1.B) in grado di operare in telemisura. Nel 2002 l'intera rete è stata coinvolta in un impegnativo progetto di potenziamento finalizzato al monitoraggio in tempo reale dello stato del mare lungo le coste italiane. Sono state introdotte 4 ulteriori stazioni di misura, aggiornati i sistemi di trasmissione ed acquisizione dei dati, e tutta la precedente strumentazione è stata sostituita con nuove boe accelerometriche Axys di tipo Triaxys (Fig.2 e Fig. 2.A).



Fig 2: Rete Ondametrica Nazionale periodo II



Fig 2.A Boa accelerometrica di tipo Triaxys

Questi cambiamenti hanno avuto notevoli conseguenze nelle qualità e nella quantità delle misure registrate successivamente. La qualità dei dati è certamente migliorata grazie alle aumentate capacità di elaborazione e di misura delle boe, mentre l'introduzione del sistema di telemisura e di sei nuove stazioni ha permesso un miglior controllo del sistema, sebbene lo abbia reso più complesso ed in qualche misura più difficile da gestire.

L'attuale e crescente interesse legato alla previsione degli eventi estremi e allo studio delle caratteristiche delle mareggiate lungo le coste italiane hanno spinto verso questo tentativo di integrare tutte le informazioni disponibili, in un insieme unico di dati che, malgrado la complessità ed eterogeneità, risulta ora essere il più completo e verificato al momento disponibile in Italia.

# 1) Analisi dei dati

Durante il periodo 1989-2002 (periodo I) la RON ha funzionato con due diversi regimi operativi: nei periodi in cui lo strumento misurava altezze significative inferiori ad un livello di soglia fissato, la stazione registrava solo i dati con cadenza trioraria, mentre quando le misure superavano il livello di soglia, l'acquisizione diventava continua e i dati venivano registrati con cadenza semioraria. In passato gran parte delle elaborazioni realizzate a partire dai dati della RON sono state basate sui dati triorari, anche a causa della non facile procedura necessaria per estrarre le informazioni semiorarie dall'archivio. Grazie all'evoluzione dei sistemi di elaborazione, trasmissione ed archiviazione dei dati, il nuovo sistema di misura della RON opera dal 2002 (periodo II) esclusivamente in modalità continua. Questo permette di acquisire informazioni continue su base semioraria con due vantaggi principali: il primo è che facilita enormemente l'analisi statistica dell'insieme dei dati rispetto al caso di dati cronologicamente disomogenei, il secondo è che si possono studiare con migliore attenzione le fasi crescenti e decrescenti delle mareggiate ed i fenomeni ondosi associati a periodi più lunghi in assenza di onde di vento (infragravity waves).

Stazione	Periodo I	Periodo II	S I (m)	S II (m)
Alghero	1.06.89 – 15.06.02	15.06.2002 –31.12.03	3.0	5.0
Ancona	10.3.99 – 05.18.02	05.18.2002 –31.12.03	2.0	3.0
Siniscola		01.07.2002 –31.12.03	3.0	4.5
Catania	1.06.89 – 25.01.02	25.01.2002 –31.12.03	2.0	3.0
Cetraro	28.2.99 – 08.02.02	08.02.2002 –31.12.03	3.0	4.5
Civitavecchia		01.07.2002 –31.12.03	3.0	4.5
Crotone	1.06.89 – 08.02.02	08.02.2002 –31.12.03	2.5	3.0
La Spezia	1.06.89 – 12.07.02	12.07.2002 –31.12.03	2.5	4.5
Mazara	1.06.89 – 27.03.02	27.03.2002 –31.12.03	3.0	4.5
Monopoli	1.06.89 – 27.06.02	27.06.2002 –31.12.03	2.0	3.0
Palermo		01.07.2002 –31.12.03	3.0	4.5
Ortona	1.06.89 – 10.04.02	10.04.2002 –31.12.03	2.0	3.0
Ponza	1.06.89 – 15.07.02	15.07.2002 –31.12.03	3.0	4.5
Chioggia		01.07.2002 –31.12.03	2.0	3.0

Tab.1: definizione dei periodi e delle soglie di operatività per tutte le stazioni RON

Nel presente studio sono stati considerati tutti i dati misurati durante il periodo 1989 -2003 unendo le serie temporali relative ai diversi sistemi di acquisizione; l'incertezza introdotta dalla unione di queste serie di dati, aventi un certo grado di disomogeneità dovuta sia alla differente modalità operativa (acquisizione a soglia e continua), sia alla diversa modalità di elaborazione e di misura, è in larga parte giustificata dalla necessità di estendere

quanto più possibile la lunghezza temporale delle serie. Va inoltre tenuto presente che i nuovi strumenti forniscono una migliore stima dell'altezza d'onda significativa e un intervallo più esteso di misura delle onde; ciò non comporta modifiche sostanziali delle analisi climatiche se non per l'introduzione di nuove fenomenologie, che, dove presenti, sono state trattate separatamente. Diverso è il discorso per l'analisi dei periodi di dato mancante; l'adozione di boe di diversa dimensione e di differente capacità di trasmissione ha avuto un effetto sensibile nella disomogeneità dei dati mancanti. In questo caso i dati mancanti sono stati analizzati separatamente per tener conto sia delle differenti caratteristiche fisiche degli strumenti, sia dell'incremento del numero di stazioni, sia del periodo in cui sono stati condotti i lavori di potenziamento della RON. In Tab.1 sono definiti i livelli di soglia e i periodi I-II analizzati per ciascuna stazione.

## **1.1) Metodologia**

Sono stati impiegati diversi metodi per evidenziare dati non validi ed eliminarli o, dove possibile, correggerli. I seguenti metodi sono stati impiegati in successione:

- 1.1.1 [analisi della formattazione](#)
- 1.1.2 [determinazione dei valori registrati con boa a terra](#)
- 1.1.3 [analisi delle tabelle a doppia entrata](#)
- 1.1.4 [ricerca di spike residui](#)
- 1.1.5 [ricerca di misure ripetute](#)

In [Appendice 1.1.6](#) sono elencate analiticamente tutte le modifiche apportate.

### 1.1.1) Analisi della formattazione

Sono stati corretti tutti gli errori relativi ad una formattazione anomala delle stringhe di testo, ad esempio i dati registrati ad orari non standard, e sono state eliminate le registrazioni ad orari ripetuti. L'errore sulla formattazione delle date è stato riscontrato ed eliminato nel dataset di Alghero (casi tipo: "1993-0-0 0 0 0 0 0") e Catania ("1996-03-0 23:30 ..."). E' stato possibile correggere facilmente un errore di formattazione nel caso della serie relativa a Palermo, in cui l'anno 2003 nella stringa "2003-12-31 23:30" è stato sostituito con quello della data giusta "2002-12-31 23:30". Anche per Ancona, La Spezia e Ortona è stato corretto il campo dei minuti (ad es. "2001-12-17 00:31" è stato sostituito con "2001-12-17 00:30").

Nel dataset di Crotone è stato riscontrata la presenza di 13 stringhe in cui era assente il campo di direzione media di provenienza dell'onda. Dato lo stretto legame tra le grandezze ottenute mediante l'analisi di Fourier, per cautela, tutte le stringhe sono state eliminate. Sono state eliminate anche tutte le stringhe uguali trovate nelle diverse stazioni.

Il sommario dei dati eliminati è riportato in Tab.2. Da questa si evince che le operazioni di correzione effettuate hanno portato ad eliminare il maggior numero di stringhe nella serie di Alghero (69) e Monopoli (24).

<b>Stazione</b>	<b>Stringhe eliminate</b>
Alghero	59
Crotone	13
La Spezia	15
Mazara del Vallo	8
Monopoli	24

*Tab.2 Sommario dati eliminati per verifica della formattazione*

### 1.1.2) Determinazione dei valori registrati con boa a terra

Durante gli interventi di manutenzione, le boe vengono portate a terra, e, se gli strumenti sono lasciati in funzione, vengono registrati e trasmessi dati non significativi. Tali periodi di dati non validi, che sono individuabili dalla presenza di valori di  $H_{m0}$  nulli o costantemente molto bassi ( $H_{m0} < 0.2$  m) per lunghi periodi di tempo, sono stati eliminati. Le Tabb. 3 e 4 riportano, distintamente per i due periodi esaminati, il totale dei dati registrati con boa a terra e quindi eliminati. Nella Tab. 3, si evidenzia che nel primo periodo è stato eliminato il maggior numero di dati nelle serie di La Spezia e Ortona, mentre nel secondo periodo, come descritto in Tab.4, è stato eliminato un elevato numero di dati in molti data set della RON e soprattutto in quelli di Siniscola, Civitavecchia, Cetraro ed Ancona.

<b>Stazione</b>	<b>Numero dati eliminati</b>	<b>Stazione</b>	<b>Numero dati eliminati</b>
Alghero	1	Alghero	48
La Spezia	61	Siniscola	108
Cetraro	4	Civitavecchia	214
Mazara del Vallo	3	Ponza	10
Catania	6	Cetraro	336
Crotone	1	Mazara del Vallo	6
Monopoli	5	Catania	2
Ortona	26	Crotone	9
		Monopoli	63
		Ortona	69
		Ancona	136

*Tab.3 Sommario dati eliminati per verifica della formattazione - periodo I*

*Tab.4 Sommario dati eliminati per verifica della formattazione - periodo II*

### 1.1.3) Analisi delle tabelle a doppia entrata

Attraverso l'analisi delle tabelle a due ingressi  $H_{m0-\alpha}$ ,  $H_{m0-T_p}$ , e  $H_{m0-T_m}$  si possono individuare efficacemente valori anomali rispetto all'altezza, al periodo o alla direzione di provenienza. Come esempio si veda la tabella a doppia entrata  $H_{m0-\alpha}$  (Tab.5) riferita alla stazione di Alghero, per dati triorari registrati nel periodo: 01/07/1989 – 31/12/2003. Il controllo incrociato sul set di dati, effettuato confrontando i valori sospetti individuati dalle tabelle con i valori vicini nelle serie temporali, ha permesso di verificare la validità dei dati. Il risultato di tale verifica è riportato, distintamente per i due periodi considerati, nelle Tabb. 6 e 7. In particolare, nel secondo periodo, è stato eliminato il maggior numero di dati dalle serie di La Spezia, Cetraro e Mazara del Vallo. Inoltre, nel caso delle stazioni di La Spezia e Alghero è stato possibile recuperare alcuni dati con valore di  $\alpha$  sospetto in quanto indicativo di onde provenienti da terra. Tali dati sono stati corretti ruotando di  $180^\circ$  il valore di  $\alpha$  o prendendo il valore di direzione più prossimo; il risultato è riportato nella seconda colonna della Tab. 6.

		N.D.A.	N.D.P.	N.D.M.	N.Calme																							
		42376	39094	3282	3856																							
		549	189	114	71	65	54	49	47	46	52	89	429	1443	1755	1309	1535	2305	2168	1875	2857	8483	6596	1770	1388	35238		
Classi di $H_{m0}$ (m)	>=9.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
	9.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
	9.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	
	8.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	
	8.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	5	
	7.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	9	-	-	17	
	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	20	13	-	-	-	34	
	6.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	32	40	-	-	-	74	
	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	44	40	-	-	-	85	
	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3	2	78	75	-	-	161	
	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	2	4	7	7	131	99	1	-	-	254	
	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	12	14	6	14	172	153	1	-	-	375	
	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	3	13	11	17	32	269	238	4	3	-	593	
	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	8	30	42	30	60	437	347	11	2	-	971
	3.0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8	35	90	68	59	71	595	451	18	3	-	1400	
	2.5	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	7	21	66	208	136	105	137	789	586	44	11	-	2125
	2.0	13	5	-	-	-	-	-	-	-	-	4	9	24	52	61	117	287	238	139	267	1029	717	90	46	-	3098	
1.5	52	9	7	3	3	3	1	1	2	3	6	52	144	150	149	209	359	361	247	374	1330	949	131	116	-	4661		
1.0	161	67	27	20	16	6	3	13	5	4	15	122	446	422	285	404	519	448	408	659	1611	1152	289	315	-	7417		
0.5	313	108	80	48	46	45	45	33	39	45	64	245	823	1119	780	690	784	844	854	1228	1932	1726	1181	892	-	13964		
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	-	-		

Classi di direzione media di provenienza -  $\alpha$  (deg N)

Tab 5: Tabella a doppia entrata  $H_{m0-\alpha}$  – Alghero – dati triorari: 01/07/1989 – 31/12/2003; periodo: intero

<b>Stazione</b>	<b>Numero dati eliminati</b>	<b>Numero dati corretti</b>
Alghero	5	33
La Spezia	-	1
Ponza	7	-
Mazara del Vallo	6	-
Catania	6	-
Crotone	5	-
Monopoli	6	-
Ortona	6	-

*Tab.6: Sommario dati eliminati per verifica della formattazione - periodo I*

<b>Stazione</b>	<b>Numero dati eliminati</b>
Siniscola	8
La Spezia	146
Civitavecchia	12
Ponza	4
Cetraro	185
Palermo	5
Ma zara del Vallo	467
Catania	3
Crotone	9
Monopoli	3
Ortona	6
Ancona	8
Chioggia	12

*Tab.7: Sommario dati eliminati per verifica della formattazione - periodo II*

[Torna su](#)

#### 1.1.4) Ricerca di spike residui

La ricerca di spike (valori anomali nelle serie temporali) all'interno dei file di dati è stata realizzata tramite un test che identifica le stringhe con valori di  $H_{m0}$ ,  $T_p$  o  $T_m$  soggette a variazioni eccedenti un limite prefissato rispetto ai valori dei dati immediatamente precedenti e successivi. I valori scelti come soglia per tutte le stazioni sono rispettivamente: 1 m per la  $H_{m0}$ , 15 s per il  $T_p$  e 10 s per il  $T_m$ . I dati selezionati sono poi stati giudicati validi o meno attraverso l'analisi soggettiva della serie temporale. Dal risultato di tale analisi, riportato in Tab. 8, emerge un numero esiguo di valori anomali rilevati per ciascuna stazione.

<b>Stazione</b>	<b>Numero dati eliminati</b>
Siniscola	1
Cetraro	6
Palermo	4
Mazara del Vallo	1
Monopoli	5
Ortona	4
Chioggia	11

*Tab.8: Numero complessivo di spike eliminati – periodo II*

[Torna su](#)

### 1.1.5) Ricerca di misure ripetute

La ricerca delle misure ripetute consiste nell'evidenziare tutte le registrazioni che presentano lo stesso valore di ora,  $H_{m0}$ ,  $T_p$ ,  $T_m$  e  $\alpha$  anche se in date o in stazioni diverse. Il test è stato condotto su ogni serie temporale ed è stato successivamente ripetuto per verificare la presenza di stringhe uguali nello stesso periodo temporale su stazioni differenti. La determinazione di queste ripetizioni è stata possibile anche grazie all'ausilio dei dati del modello WAM forniti dall'ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts). Un esempio di questo confronto, riportato in Fig.3, riguarda i dati dal 1 al 5 marzo 2000 relativi alla stazione di Alghero. Dal grafico si evince che alcuni dati contenuti nel database RON riguardanti eventi del giorno 3 marzo sono una ripetizione delle registrazioni acquisite alla stessa ora del giorno precedente. E' da notare che solo i dati provenienti dal dataset delle osservazioni semiorarie, sono errati, mentre i dati triorari sono corretti. Nei dataset di La Spezia e Monopoli sono stati inoltre riscontrati due periodi in cui veniva ripetuta costantemente la stessa registrazione. E' stato possibile recuperare i dati relativi a questi periodi, vedi Tab. 10, utilizzando le registrazioni presenti in un'altra sezione del database RON. Nella Tab. 9 si riporta il numero delle misure ripetute nella stessa stazione e quindi eliminate, relativamente al primo periodo. Le Tabb. 11 e 12, rispettivamente per il primo e secondo periodo, riportano invece il totale delle misure ripetute in stazioni diverse e quindi eliminate. In entrambe le tabelle e soprattutto per il primo periodo, si può osservare una elevata presenza di misure ripetute e quindi non valide.

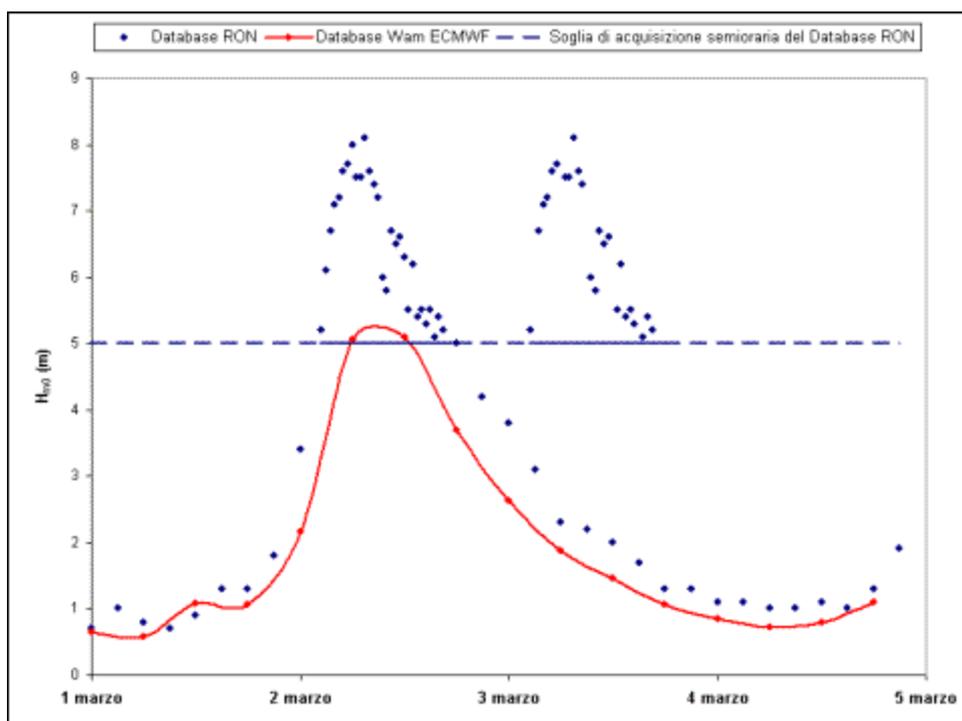


Fig.3: Confronto delle registrazioni del database RON per l'ondametro di Alghero con i dati del modello WAM forniti dall'ECMWF relativi al punto diiglia più vicino. Periodo dal 1 al 5 marzo 2000

Stazione	Numero dati eliminati
Alghero	59
La Spezia	15
Mazara del Vallo	8
Crotone	3
Monopoli	24

Tab. 9 misure ripetute - periodo I

Stazione	Numero dati eliminati
Alghero	1195
La Spezia	3684
Ponza	2535
Crotone	1144

Tab. 11: misure ripetute in stazioni diverse- periodo I

Stazione	Numero dati corretti
La Spezia	135
Monopoli	209

Tab. 10: misure ripetute - periodo II

Stazione	Numero dati eliminati
Alghero	647
Ancona	1822
Siniscola	248
Cetraro	672
Mazara	997
Palermo	652

Tab.12: misure ripetute in stazioni diverse - periodo II

### 1.1.6) Totale delle correzioni sul dataset

Il totale delle correzioni apportate al dataset utilizzando i metodi descritti in precedenza è riportato nelle Tab. 13 e 14. Da tale riepilogo è possibile evidenziare che, nel primo periodo, nelle stazioni di Alghero, La Spezia, Ponza e Crotone sono stati individuati e poi eliminati un numero di dati non validi superiore a tutte le altre stazioni della RON; è stato possibile correggere e recuperare solo un numero limitato di dati per le serie di Alghero (33) e La Spezia (1). Nel secondo periodo invece tutte le stazioni hanno riportato dei dati non validi, in misura maggiore quelle di Cetraro, Mazara del Vallo ed Ancona. Anche in questo caso è stato possibile apportare delle correzioni solamente ai dataset di La Spezia (135) e Monopoli (209). Più in generale, per entrambi i periodi, le serie delle stazioni di Catania, Monopoli, Ortona e Chioggia sono quelle che riportano il minor numero di dati eliminati

Stazione	Numero dati eliminati	Numero dati corretti
Alghero	1260	33
Siniscola	-	-
La Spezia	3760	1
Civitavecchia	-	-
Ponza	2542	-
Cetraro	4	-
Palermo	-	-
Mazara del Vallo	17	-
Catania	12	-
Crotone	1166	-
Monopoli	35	-
Ortona	32	-
Ancona	-	-
Chioggia	-	-

Tab.13: Totale correzioni - periodo I

Stazione	Numero dati eliminati	Numero dati corretti
Alghero	698	-
Siniscola	365	-
La Spezia	146	135
Civitavecchia	226	-
Ponza	14	-
Cetraro	1199	-
Palermo	661	-
Mazara del Vallo	1471	-
Catania	5	-
Crotone	18	-
Monopoli	71	209
Ortona	79	-
Ancona	1966	-
Chioggia	23	-

Tab.14: : Totale correzioni - periodo II

## 1.2) Analisi preliminare dei dati mancanti

Un aspetto importante dell'analisi delle serie temporali riguarda l'effettiva presenza dei dati osservati nelle serie temporali e la valutazione della qualità complessiva del dataset. Per quanto riguarda i dati ondometrici, le cause principali delle indisponibilità dei dati sono

- a) problemi nella trasmissione radio del segnale tra la boa e la stazione a terra,
- b) malfunzionamenti del sistema, tra cui disormeggio della boa, rottura degli apparati di trasmissione/ricezione radio, rottura dei supporti di memorizzazione, operazioni di manutenzione programmata, etc.
- c) dati eliminati in fase di post-processing (despiking, serie di dati ripetuti)

I periodi di malfunzionamento strumentale hanno un ampio spettro di possibili durate, legato alla molteplicità delle possibili cause e al conseguente ritardo nel ripristino dell'operatività e possono provocare l'inattività di una stazione da un minimo di 6 ore fino a qualche mese. Problemi di trasmissione hanno invece la caratteristica di durare per periodi di tempo limitati ad una o poche rilevazioni consecutive. Data la disomogeneità degli strumenti impiegati nella evoluzione storica della rete di rilevamento l'analisi è stata separata nel tempo in tre parti:

- a) il periodo tra l'installazione delle prime 8 boe nel 1989 e la loro dismissione nel 2002;
- b) i 5 anni di funzionamento delle due boe (Ancona e Cetraro) entrate in operatività nel 1999 fino alla loro sostituzione nel 2002;
- c) il primo anno e mezzo di operatività della nuova rete fino alla fine del 2003.

Lo studio prende in esame la disponibilità complessiva di osservazioni e, nel caso di serie temporali più lunghe, anche la distribuzione statistica delle lunghezze dei periodi di mancanza dato (gap). Sulla base della distribuzione di frequenza ottenuta è stato ritenuto opportuno dividere i gap brevi (inferiori alle 6 ore) dai gap più lunghi (uguali o maggiori di 6 ore). La scelta è stata motivata anche dalla diversa natura delle cause che provocano i malfunzionamenti della rete: i gap brevi sono essenzialmente dovuti a problemi di trasmissione radio del dato dalla boa alla stazione ricevente a terra o a occasionali 'spikes'

e sono presenti ovviamente solo nelle parti di archivio corrispondenti alle modalità di acquisizione semioraria, mentre i gap lunghi sono legati a guasti degli apparati, operazioni di manutenzione programmata o disormeggi della boa.

### **1.2.1) Periodo I: 1989-2002**

Sono state prese in considerazione le serie temporali relative alle stazioni della RON installate nel giugno 1989, Alghero, La Spezia, Ortona, Monopoli, Ponza, Crotone, Catania e Mazara del Vallo. La quantità di osservazioni mancanti si mantiene intorno o sotto al 10% per tutte le stazioni eccetto Mazara del Vallo. La gran parte dei dati mancanti è organizzata in periodi maggiori di 6 ore, essendo la quantità di dati mancanti appartenenti a gap brevi molto minore di quella relativa ai gap lunghi. Tuttavia, anche se in quantità inferiore i gap brevi possono avere una grande importanza nell'impatto sulla qualità delle serie temporali, infatti è stato verificato come in tutti i casi considerati esiste una relazione tra l'altezza significativa osservata immediatamente prima del primo dato mancante e la presenza del gap. Tale relazione non è invece stata riscontrata nel caso dei gap lunghi.

## Gap brevi (30' - 5.30' ore)

I gap brevi sono prevalentemente legati a problemi di trasmissione radio dei dati dalla boa alla stazione a terra, dunque i fenomeni che possono essere presi in esame nel valutare le distribuzioni osservate sono di tipo geometrico (la distanza tra antenna ricevente e trasmittente, l'altezza s.l.m. della stazione ricevente) la ripidità delle onde più alte, la possibilità di frangimenti al largo, interferenze radio locali. Nel periodo di operatività considerato non è facile stabilire il numero reale di dati mancanti dovuti ad una inefficace trasmissione del dato, perché, nell'intorno dell'altezza di soglia si addensano una quantità di rilevazioni mancanti nel set semiorario, ma la grande parte di tali lacune è semplicemente dovuta alla transizione tra le due modalità operative sopra e sotto soglia: non si può a priori stabilire se un dato non triorario manchi per problemi di trasmissione o perché la misura era passata sotto il livello di soglia dell'acquisizione trioraria. Certamente, se i valori prima e dopo la lacuna eccedono largamente entrambi il valore di soglia, le probabilità che si tratti effettivamente di un dato missing diventano consistenti. Questi casi meno dubbi esistono (Tab.15), ma il loro numero è estremamente ridotto (anche perché diminuisce drasticamente il numero delle mareggiate intense in cui tale situazione si può presentare). A queste lacune complete, che comunque sono sempre associate ad un valore di altezza precedente e successivo eccedente il livello di soglia, vanno sommati i dati scartati dopo le operazioni di validazione.

	Alghero	La Spezia	Ortona	Monopoli	Ponza	Crotone	Catania	Mazara del Vallo
1990	0				9	9	8	
1991	0						7	
1992	2							
1993	17				2	2		
1994	11				17	17	7	7
1995	6		1	4	3	3	5	
1996	0							
1997	3							
1998								
1999			3					
2000								
2001			5					

Tab.15: gap brevi periodo I

## Gap lunghi ( $\geq 6$ ore)

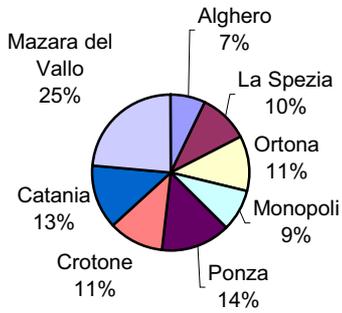
I gap di dimensioni maggiori di sei ore sono solitamente associabili a malfunzionamenti del sistema di misura/trasmisione che hanno richiesto un intervento manutentivo di ripristino. Confrontando sia la quantità complessiva di dati mancanti che il numero di lacune presenti in tutte le stazioni (Figg. 4 e 5), si osserva che la stazione con maggior numero di osservazioni mancanti è Mazara del Vallo che da sola contribuisce con il 25% delle lacune riscontrate complessivamente. Le 5 restanti stazioni contribuiscono con valori molto inferiori, Catania ha il 13% di lacune osservate, e Alghero è la stazione con il minor numero complessivo di osservazioni mancanti, il 9% del totale. La distribuzione della lunghezza dei gap osservati è rappresentata in Tab.16 in 7 classi per caratterizzare gap di breve, media, lunga e lunghissima durata. A Catania si è avuto il più lungo periodo di mancanza dati, dal 12 novembre 1994 al 27 gennaio 1995. Alcuni periodi superiori al mese sono stati trovati nelle serie di Crotone, e Mazara del Vallo, due periodi a Ponza ed Alghero, un solo periodo a La Spezia e Monopoli. Per valutare le variazioni annuali nella disponibilità dei dati delle singole stazioni è stato introdotto il numero di giorni di inoperatività annuale, definito come somma del numero di osservazioni semiorarie della stessa stazione espresse in giorni. Gli andamenti sono riportati in Fig. 6 per le stazioni di Alghero e la Spezia, Fig. 7 Ortona e Monopoli, Fig.8 Ponza e Crotone, Fig. 9 Catania e Mazara del Vallo. Nella gran parte del tempo le stazioni hanno registrato più del 90% dei dati, e solo occasionalmente si sono verificati lunghi periodi critici con una indisponibilità anche del 20-25% (nel periodo fino al 2001). La stazione di La Spezia ha avuto nel 2001 un numero complessivo di dati mancanti circa il 25%. Ad Alghero invece si è superato il 15% dei dati mancanti nel 1999 e nel 2001. La stazione di Ortona ha avuto un anno difficile nel 1994 con il 12% di indisponibilità ed un biennio estremamente negativo nel 2000-2001 con il 25% di dati mancanti. Monopoli ha avuto una indisponibilità dell'ordine del 13-15% nel 1993, 1995, 2001. A Ponza e Crotone nel 1994 si è avuto quasi il 20% di osservazioni mancanti, il 25% di indisponibilità nel 1997 a Ponza ed il 33% nel 2001 a Crotone. A Catania nel 1994 e 1999 si è avuto circa il 30% di indisponibilità. La stazione di Mazara del Vallo dal 1993 ha avuto percentuali di indisponibilità intorno al 20%, raggiungendo, nel 1998 e 1999 punte del 40 ed anche 49%. L'andamento annuale dell'inoperatività complessiva della rete espressa in giorni (totale delle osservazioni semiorarie mancanti in tutte le boe) (Fig. 10) differisce sensibilmente dal numero di episodi complessivo (numero totale di gap annuale), evidenziando che nel tempo il numero di episodi di prolungata assenza del dato e la quantità complessiva di dati

mancanti sono variati in modo differente. E' stato dunque introdotto il ritardo medio globale in giorni come il rapporto tra l'indisponibilità complessiva annuale ed il numero di gap lunghi nell'anno considerato in tutte le stazioni. Un valore del ritardo molto minore di 1 indica che ci sono molti piccoli gap, un valore maggiore di 1 indica che i gap sono relativamente pochi e di lunga durata. Dalla figura 11 si può osservare come il ritardo medio globale aumenti dal 1996 al 2001 in modo univoco. Questo è un importante indicatore del livello di obsolescenza della rete; dopo circa 8 anni di operatività gli interventi di ripristino dell'operatività delle stazioni è aumentato progressivamente fino al massimo, raggiunto prima di procedere a sostituire completamente il sistema.

	<1 giorno	<3 giorni	<6 giorni	<12 giorni	<24 giorni	<60 giorni	<120 giorni
Alghero	431	43	6	5	1	2	0
La Spezia	293	48	16	8	4	1	0
Ortona	302	71	26	9	2	0	0
Monopoli	392	40	14	8	2	1	0
Ponza	418	70	22	8	2	2	0
Crotone	579	23	12	4	2	4	0
Catania	537	59	8	8	5	0	1
Mazara del Vallo	976	112	38	11	3	3	0

*Tab.16: distribuzione gap lunghi periodo I*

**Percentuale complessiva di dati mancanti per malfunzionamenti di sistema**



**Incidenza relativa dei malfunzionamenti**

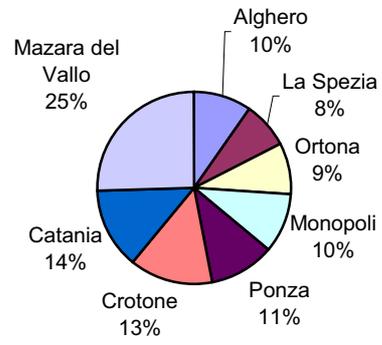


Fig.4: quantità di dati mancanti per stazione

Fig.5: numero complessivo di dati mancanti per stazione

**Giorni di inoperatività**

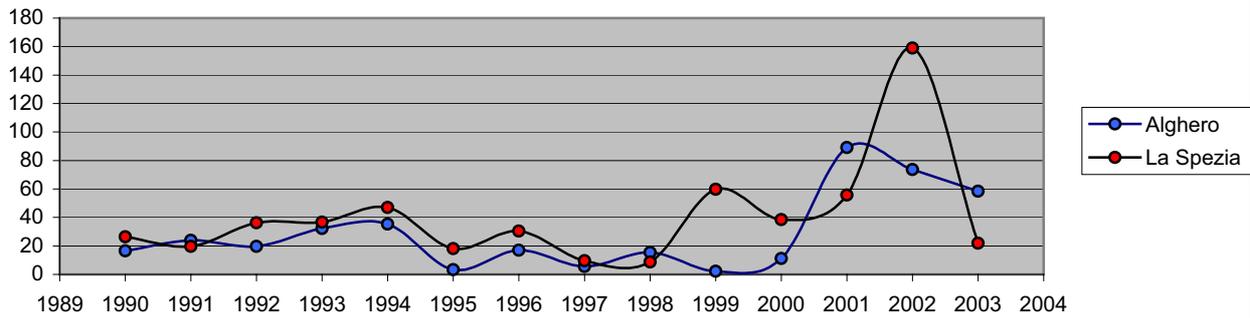


Fig.6: totale delle osservazioni semiorarie mancanti espresse in giorni- Alghero –La Spezia

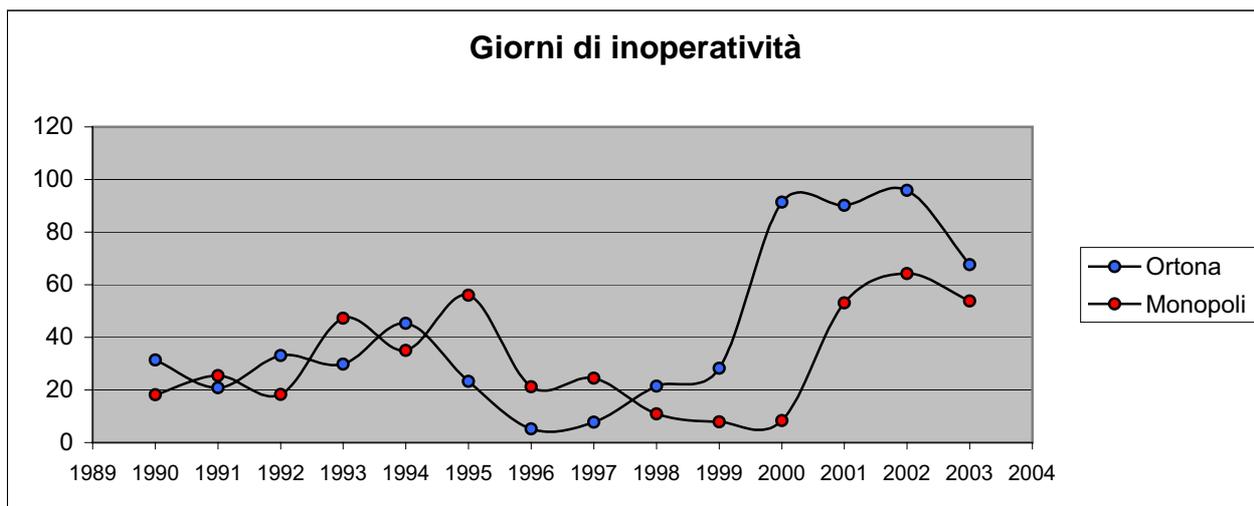


Fig.7: totale delle osservazioni semiorarie mancanti espresse in giorni- Ancona– Monopoli

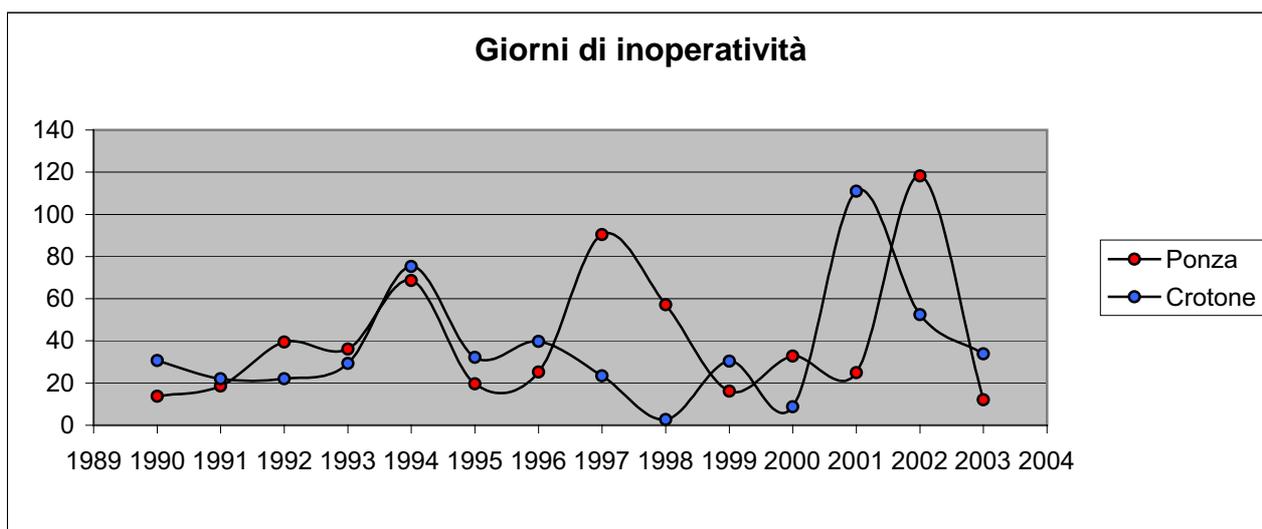


Fig.8: totale delle osservazioni semiorarie mancanti espresse in giorni- Ponza –Crotone

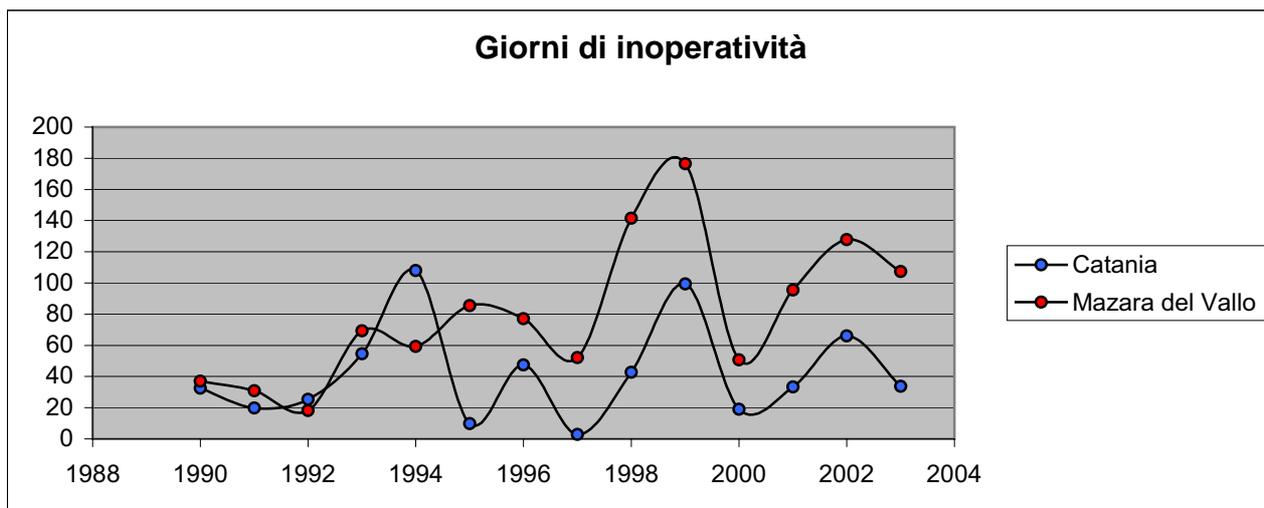


Fig.9: totale delle osservazioni semiorarie mancanti espresse in giorni- Catania – Mazara del Vallo

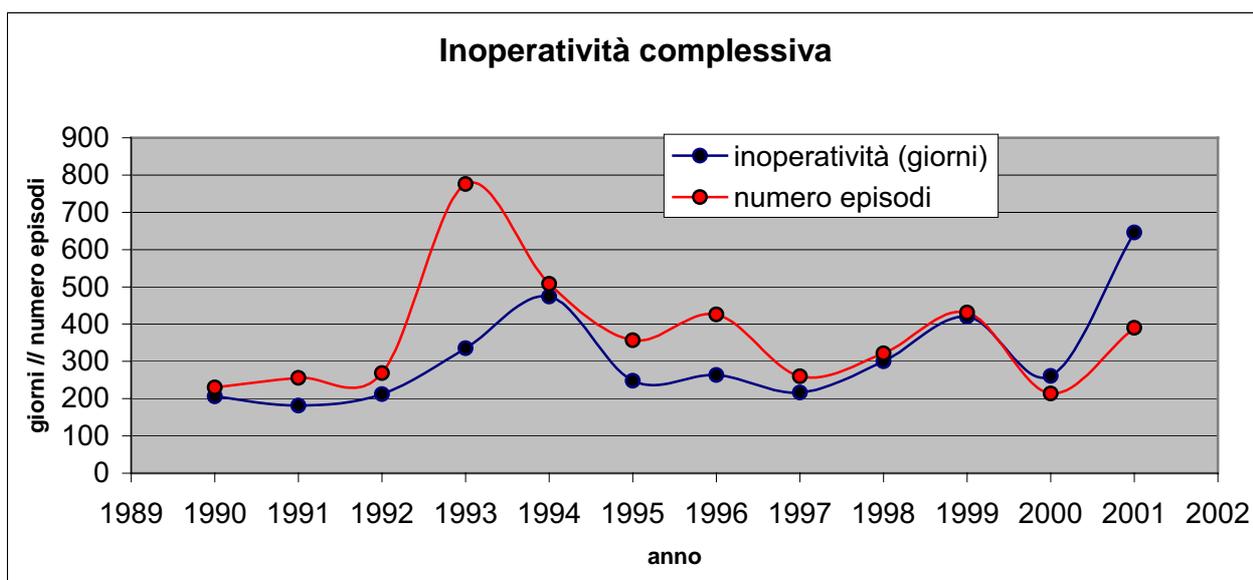
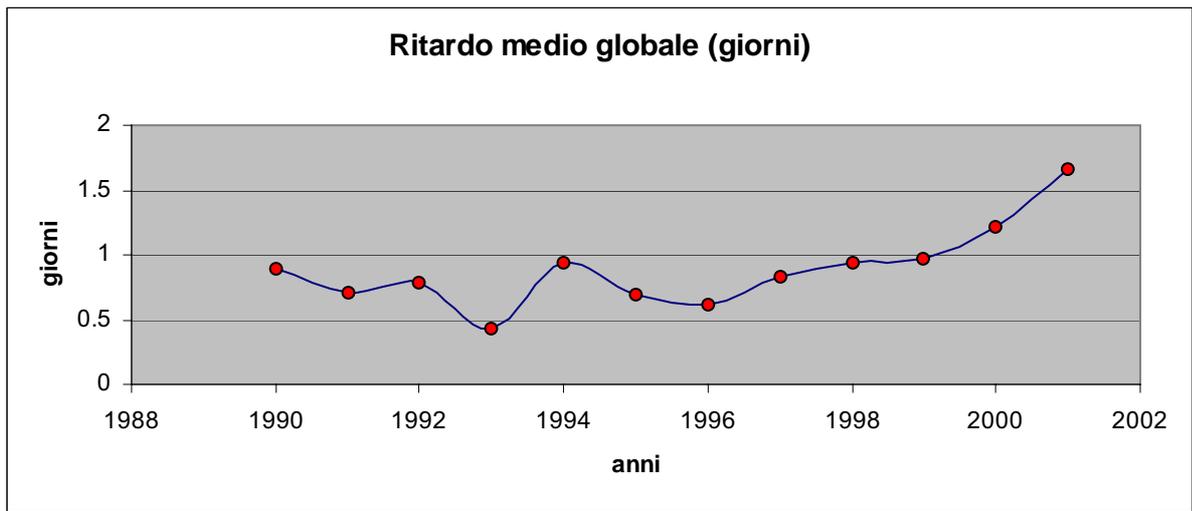


Fig.10: Quantità complessiva di dati mancanti e numero complessivo di gap per anno



*Fig.11:ritardo medio globale in giorni*

## 1.2.2) Periodo I: Cetraro-Ancona 2000-2001

Sono stati esaminati i due anni completi di operatività delle stazioni di Cetraro ed Ancona, 2000 e 2001, essendo state installate le stazioni a marzo-ottobre 1999 e sostituite nel 2002.

In generale non sono state rilevate differenze nelle distribuzioni dei dati mancanti rispetto alle caratteristiche osservate in quelle precedentemente installate, in particolare è stata riscontrata la stessa dipendenza tra la presenza di gap brevi e l'altezza osservata nel periodo precedente.

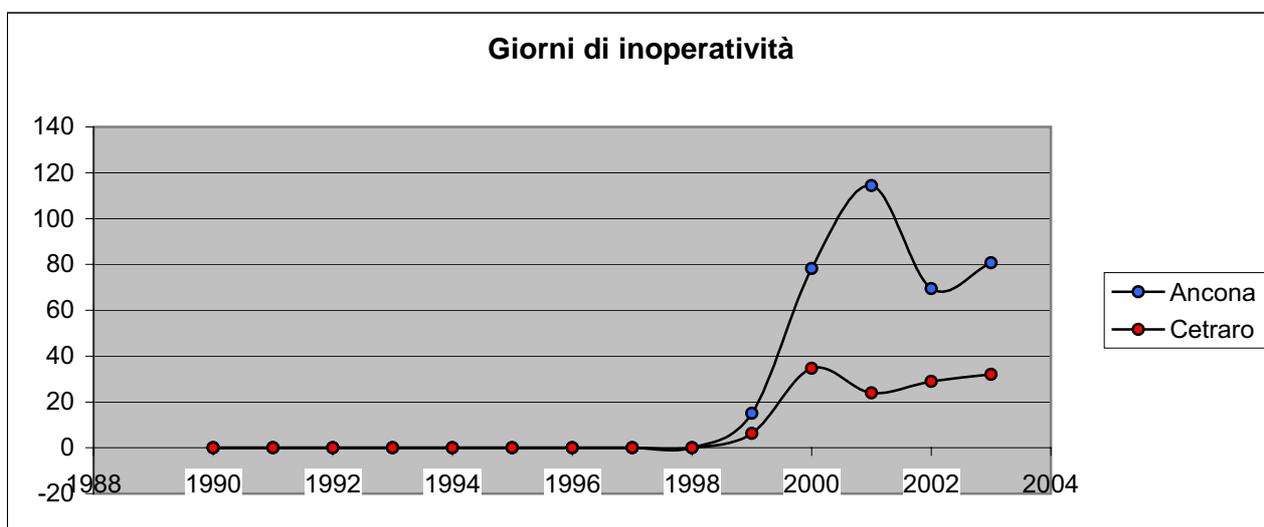


Fig.12: totale delle osservazioni semiorarie mancanti espresse in giorni- Ancona –Cetraro

### Gap lunghi

Le percentuali di indisponibilità relative alla stazione di Cetraro (Tab.17) sono contenute entro il 9%, con una larga variabilità nel numero di episodi: 16 nel 2000, 50 nel 2001. Nella stazione di Ancona (Tab.18) l'indisponibilità è stata del 21% nel 2000 ed ha raggiunto il 31% in 186 episodi nel 2001. In quest'ultimo caso la molteplicità di episodi di mancanza del dato è da associare a seri problemi di disturbo ed interferenza radio registrati durante le operazioni militari nel Mar Adriatico, in Serbia e nel Kosovo.

	%	n.	
	ind	gaps	Rm
2000	9	16	2.2
2001	7	50	0.5

*Tab.17: gap lunghi periodo I - Cetraro*

	%	n.	
	ind	gaps	Rm
2000	21	27	2.9
2001	31	186	0.6

*Tab.18: gap lunghi periodo I - Ancona*

stazione	< 1 giorno	< 3 giorni	< 6 giorni	< 12 giorni	< 24 giorni	< 60 giorni	< 120 giorni
Ancona	255	4	2	7	2	0	0
Cetraro	62	13	2	1	1	0	0

*Tab.19: distribuzione gap lunghi periodo I – Ancona e Cetraro*

### 1.2.3) Periodo II: 2002-2003

Qui vengono esaminati i dati mancanti nel primo periodo di funzionamento della nuova rete RON. I periodi considerati variano a seconda della data di installazione della nuova boia. E' necessario tenere presente che nel 2002 sono state sostituite tutte le boie e tutti i sistemi di ricezione e trasmissione dei dati. In alcuni casi (Ortona, Mazara del Vallo) è stato necessario cambiare il sito di ricezione per migliorare la trasmissione dei dati. Alcuni problemi legati alla localizzazione delle nuove boie (soprattutto disormeggi accidentali nei nuovi siti) sono rimasti anche nel 2003. Nel caso di Alghero, Ponza, Monopoli, Cetraro, Mazara del Vallo ed Ortona, la percentuale di dati mancanti dispersa in piccoli episodi è una significativa frazione del numero complessivo di mancate osservazioni presenti (Fig.13).

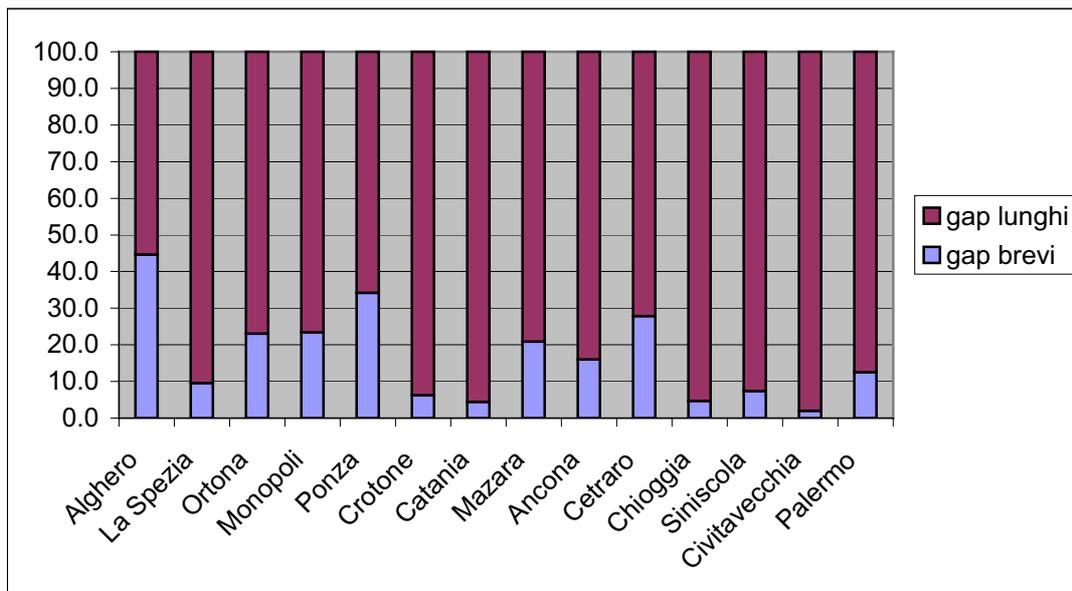


Fig.13: percentuale di dati mancanti ripartiti per gap brevi e lunghi

### Gap brevi (<5.30'' - giorni)

La principale differenza rispetto al periodo precedente riguarda la maggiore percentuale di osservazioni perse in gap piccoli. Nel periodo di rodaggio delle nuove stazioni sono stati riscontrati (Tab.20) un numero complessivo corrispondente a più di 25 giorni di mancanza dei dati ad Alghero e a Mazara del Vallo, 21 giorni ad Ortona e 12 giorni ad Ancona. Nel 2003 i problemi di trasmissione sono scesi a Mazara del Vallo a 8.5 giorni, sono rimasti pressoché stabili ad Alghero, Ortona ed Ancona, mentre sono aumentati a Ponza da 7 a 17 giorni complessivi. Nonostante la limitatezza del campione e il particolare periodo in esame, non si ritiene di poter riconoscere alcuna significativa dipendenza tra la mancanza del dato e lo stato del mare immediatamente prima del gap. Tale risultato è confermato dai risultati dell'applicazione del test di indipendenza  $\chi^2$  e dai risultati dell'analisi ANOVA. In particolare dal test F dell'ANOVA si è osservato che lo stato del mare non è influente rispetto alla lunghezza dei gap occorsi.

	2002	2003
Alghero	26.9	25.3
La Spezia	3.5	7.8
Ortona	21.3	21.2
Monopoli	9.0	7.0
Ponza	5.6	17.3
Crotone	2.1	1.9
Catania	1.3	2.5
Mazara del Vallo	27.9	8.5
Ancona	11.8	7.3
Cetraro	8.9	5.8
Chioggia	2.2	7.5
Siniscola	3.8	11.8
Civitavecchia	0.6	1.4
Palermo	5.9	3.7

Tab.20: Totale delle osservazioni mancanti per stazione ed anno espressi in giorni-gap brevi

## Gap lunghi

Il 2002 è stato l'anno in cui il sistema è stato completamente rinnovato in tutte le sue componenti.

Le operazioni sono iniziate a febbraio e si sono concluse a luglio, per cui nella prima parte dell'anno le misure sono state effettuate con il vecchio sistema, nella seconda parte dell'anno tutte le misure sono state acquisite col nuovo. Le boe sono state sostituite progressivamente, a partire dalla boa di Catania a gennaio, quindi Cetraro e Crotone a febbraio, Mazara del Vallo a marzo, Pescara ad aprile, Ancona a maggio e le altre tra giugno e luglio.

	2002.0	2003.0
Alghero	73.6	58.5
La Spezia	158.9	22.0
Ortona	95.9	67.6
Monopoli	64.3	53.9
Ponza	118.3	12.1
Crotone	52.4	33.9
Catania	66.0	33.7
Mazara del Vallo	127.8	107.5
Ancona	69.4	80.8
Cetraro	29.0	32.0
Chioggia	81.5	113.9
Siniscola	142.3	54.8
Civitavecchia	64.0	90.7
Palermo	53.5	66.8

*Tab.21: Totale delle osservazioni mancanti per stazione ed anno espressi in giorni-gap lunghi*

Dal punto di vista della quantità complessiva di dati mancanti dovuti a gap lunghi, i problemi principali (Tab.21) sono stati riscontrati a La Spezia, Mazara del Vallo, Siniscola e Ponza. In tutti questi siti si sono riscontrati seri problemi di trasmissione dei dati che hanno richiesto modifiche ed interventi straordinari rispetto al progetto di potenziamento originale. Nel caso di La Spezia e Mazara del Vallo è stato necessario cambiare il sito a terra della stazione ricevente mentre a Siniscola e a Ponza si sono avuti sia problemi di trasmissione che frequenti disormeggi accidentali. Nel 2003 la situazione è migliorata considerevolmente (Fig.14) ovunque tranne che a Mazara del Vallo, Chioggia, Civitavecchia ed Ancona. Le nuove stazioni di Siniscola, Palermo, Civitavecchia e

Chioggia sono quelle che hanno avuto periodi più lunghi di inoperatività continuativa, insieme alla boa di Ancona.

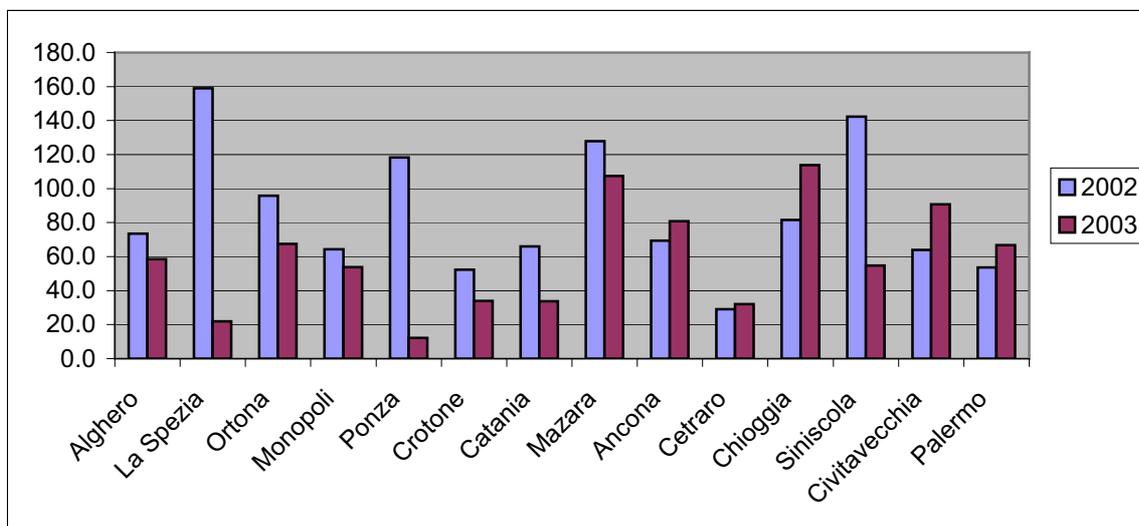


Fig.14: Totale delle osservazioni mancanti per stazione ed anno espressi in giorni-gap lunghi

	<1 giorno	<3 giorni	<6 giorni	<12 giorni	<24 giorni	<60 giorni	<120 giorni
Alghero	118	5	1	1	1	0	0
La Spezia	69	13	0	1	3	0	0
Ortona	127	31	5	3	1	0	0
Monopoli	66	6	4	1	1	0	0
Ponza	22	0	6	1	0	0	0
Crotone	25	8	0	2	1	0	0
Catania	22	4	2	4	1	0	0
Mazara del Vallo	43	9	4	2	1	2	0
Ancona	105	7	4	1	1	1	0
Cetraro	11	5	1	2	1	0	0
Chioggia	54	8	3	7	2	1	0
Siniscola	15	7	3	1	3	0	1
Civitavecchia	43	11	4	0	2	1	0
Palermo	25	6	2	0	3	1	0

Tab.22: distribuzione gap lunghi periodo II

I gap più lunghi (più di due mesi continuativi) sono stati riscontrati presso le nuove stazioni di Siniscola, Civitavecchia, Palermo e Chioggia, sebbene anche Mazara del Vallo ed Ancona presentino gap dell'ordine del mese.

## **2) Settori di Costa**

La catalogazione delle linee di costa qui proposta parte dal criterio di uniformità del clima ondoso e dalla copertura dei dati ondometrici a disposizione. Il problema di attribuire una valenza di rappresentatività geografica ai dati misurati da boe al largo non è di facile soluzione. In questa sede si è scelto di suddividere le linee di costa in tratti grosso modo omogenei in lunghezza e corrispondenti alla distribuzione delle boe della RON. Il criterio per la definizione dei 'tratti costieri' corrispondenti alle boe è che il clima ondoso misurato al largo possa essere utilmente trasportato a costa con metodi numerici che correggano la geometria della propagazione considerando fenomeni come lo shoaling, la rifrazione, la riflessione, etc. Considerando l'orientamento geografico delle coste in relazione alle posizioni delle boe appare evidente che esistono tratti per i quali il criterio descritto non è applicabile; ad esempio tutto il lato nord della Sardegna è completamente schermato rispetto alle direzioni di provenienza delle onde che vengono osservate nelle due boe di Alghero e Capo Comino. In tali tratti ci si può aspettare di dover ricorrere a metodi puramente numerici (es. modelli numerici tipo WAVE Model o Wavewatch) per stimare il clima sia al largo che a costa. Tutta la costa italiana è stata suddivisa in tratti costieri (Fig.15): i tratti monitorati sono: Lig-2, Laz-21, Laz-2, sar-2, Sar-4, Cal-1, Sic-1, Sic-3, Sic-5, Cal-3, Pug-2, Abr-1, Mar-1, Emi-1. I restanti tratti, non coperti da boe, sono: Lig-1, Tos-1, Cam-1, Cal-2, Sic-6, Sic-2, Pug-1, Ven-1.

Mentre quasi tutto l'Adriatico è coperto in modo uniforme, molte zone scoperte sono presenti nel Mare Tirreno, e nello Ionio.

Dall'analisi dei climi ondosi emerge tuttavia la presenza di notevoli affinità nelle caratteristiche direzionali di diversi tratti costieri non necessariamente vicini. E' stata dunque introdotta una categoria di elementi costieri più grandi, chiamati 'settori costieri', all'interno dei quali è possibile confrontare i climi ondosi di tratti differenti. L'idea è che dalle caratteristiche climatiche comuni a due tratti di costa coperti da una boa, separati da un tratto non rappresentabile da nessuno strumento vicino, si possano in qualche modo trarre delle informazioni utili per fare ipotesi sul possibile clima ondoso nel tratto scoperto. Sono stati definiti 13 settori costieri codificati da C1 a C13, rappresentati in Fig. 16. La

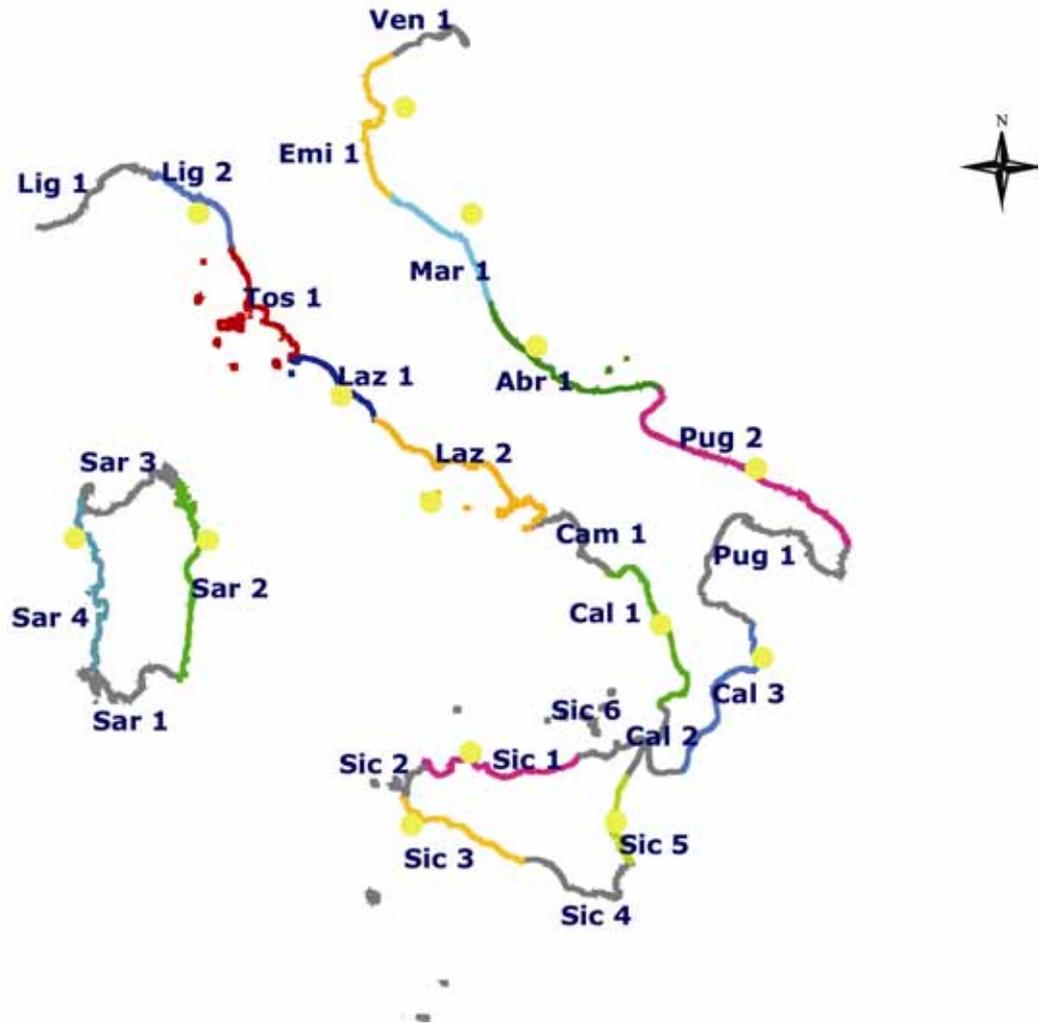
descrizione dei 13 elementi in termini di delimitazione geografica, codice identificativo, presenza di boe ondametriche e tratti costieri corrispondenti è presentata nella tab. 23.

<b>Settore Costiero</b>	<b>Boe rappresentative</b>	<b>Sigla</b>	<b>Tratti costieri</b>
Portofino - C.po Linaro	La Spezia - Civitavecchia	C1	Lig2-Tos1-Laz1
Capo d'Uomo - Acquamorta	Civitavecchia - Ponza	C2	Laz1-Laz2
Anzio - C.po Vaticano	Ponza - Cetraro	C3	Laz2-Cam1-Cal1
C.po Palinuro - C.po S.Vito	Cetraro - Palermo	C4	Cal1-Cal2-Sic1-Sic6
C.po Gallo - C.po Granitola	Palermo - Mazara del Vallo	C5	Sic1-Sic2-Sic3
Marsala - C.po S.Alessio	Mazara del Vallo - Catania	C6	Sic3-Sic4-Sic5
C.po Murro di Porco - P.ta Alice	Catania - Crotone	C7	Sic5-Sic6-Cal3
C.po Rizzuto - Bari	Crotone - Monopoli	C8	Cal3-Pug1-Pug2
Brindisi - Foce del Saline	Monopoli - Ortona	C9	Pug2-Abr1
P.ta Penna - Pesaro	Ortona - Ancona	C10	Abr1-Mar1
Numana - Grado	Ancona - Chioggia	C11	Mar1-Emi1-Ven1
C.po Carbonara - C.po Ferro	Siniscola	C12	Sar1-Sar2
C.po Ferro – C.po Spartivento Sardo	Alghero	C13	Sar3-Sar4-Sar5

*Tab. 23 Limiti geografici dei settori costieri*

I limiti geografici di ciascun settore sono stati scelti a partire dalla sovrapposizione di tratti di costa monitorati da ondometro RON e da criteri di omogeneità e orientamento del litorale.

- Costa presumibilmente non coperta da osservazioni
- Boe ondametriche



*Fig 15 Tratti di costa individuati in base alla posizione geografica di ciascun ondometro e di criteri di omogeneità e orientamento del litorale*

Sigle dei settori costieri "allargati"

- C1
- C2
- C3
- C4
- C5
- C6
- C7
- C8
- C9
- C10
- C11
- C12
- C13

Costa presumibilmente non coperta da osservazioni

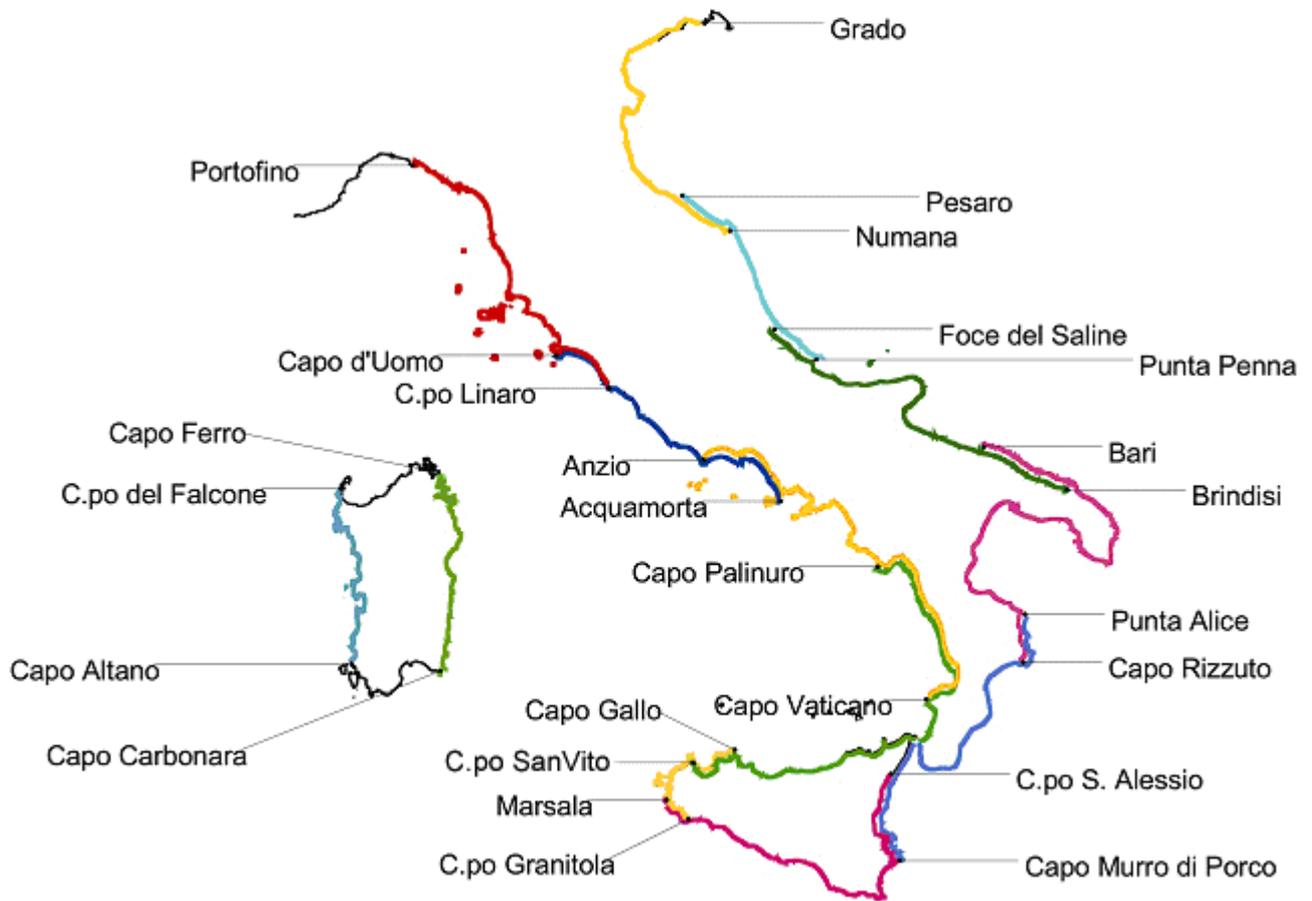


Fig. 16 Settori di costa estesi