

I RISULTATI SULL'ANALISI DELLE MAREGGIATE STORICHE IN EMILIA-ROMAGNA

*Andrea Valentini, Paolo Ciavola
& Italian Micore Group*



micore - www.micore.eu -

Bologna, 9 febbraio 2010

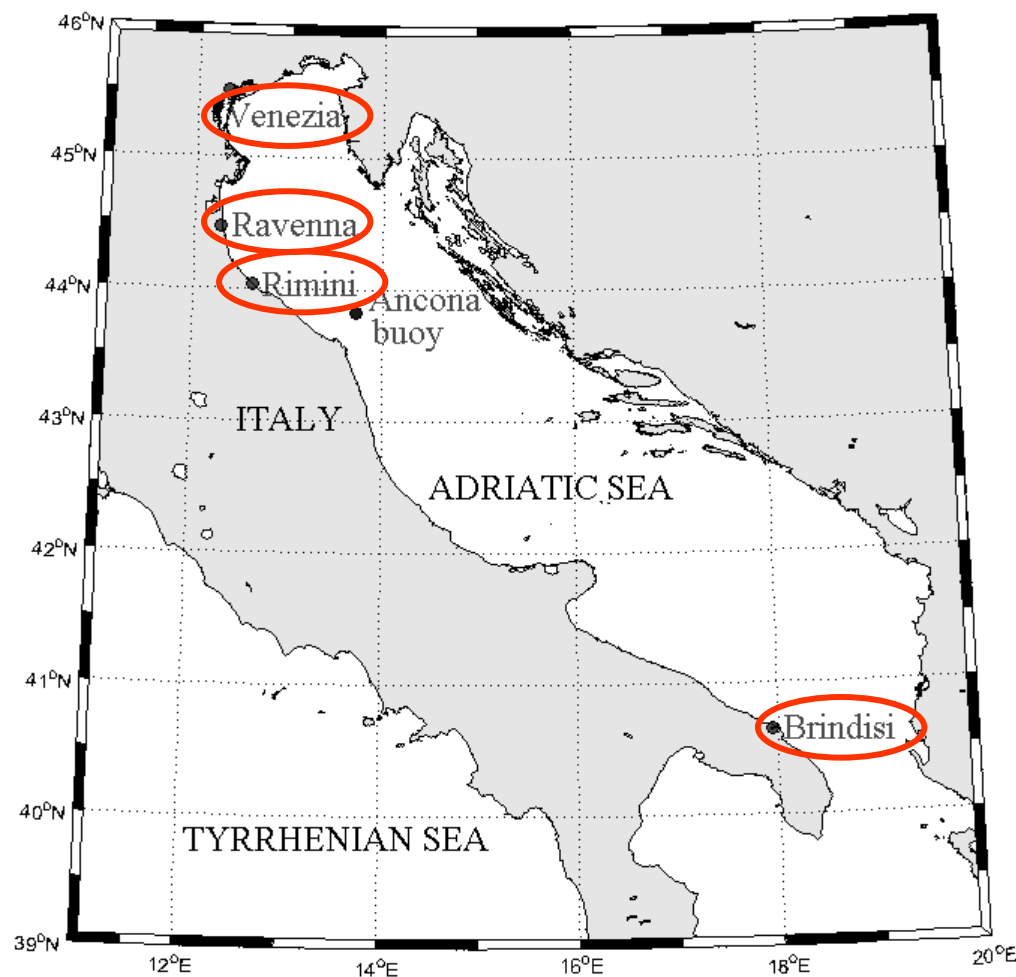


Università di Ferrara

fondata nel 1391

- ✦ Analisi climatologica (49 anni) della *storminess* nel bacino Adriatico
 - Analisi basata su dati meteorologici e non ondametrici
 - Dati SYNOP e non rianalisi (ECMWF-ERA40) per la scarsa risoluzione spaziale (100 km)

- ✦ Analisi di breve durata (16 anni) delle mareggiate in Emilia Romagna
 - Analisi basata su dati ondametrici

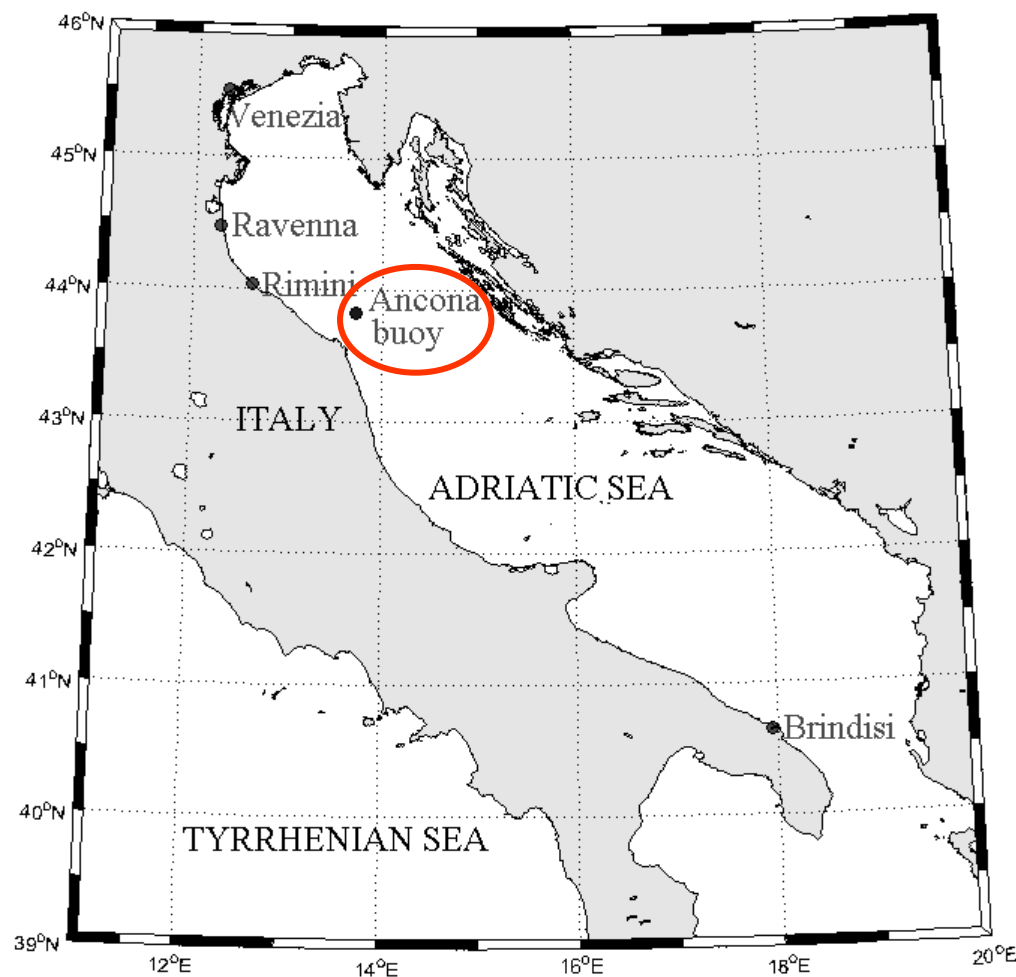


✦ Dati SYNOP (*osservazioni meteo al suolo ed in quota, rilevate alle ore sinottiche e diffusi in tutto il mondo attraverso la rete GTS (Global Telecommunication System)*)

✦ Periodo dati: 1950-2009

✦ Variabili considerate:

- Velocità del vento a 10 m dal suolo
- Direzione del vento
- Pressione atmosferica

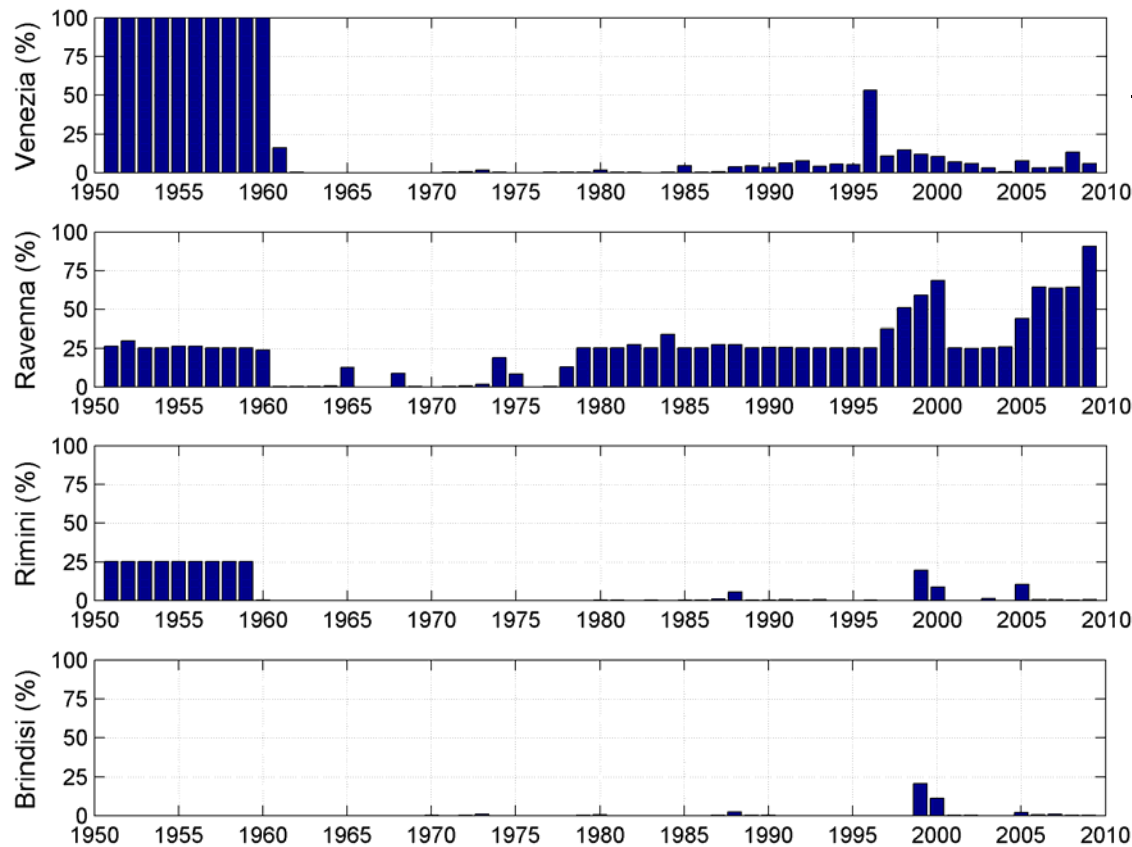


✦ Rete Ondametrica Nazionale RON-Ancona (ISPRA-APAT-)

✦ Periodo dati: 1999-2004

✦ Variabili considerate:

- Altezza significativa
- Direzione dell'onda

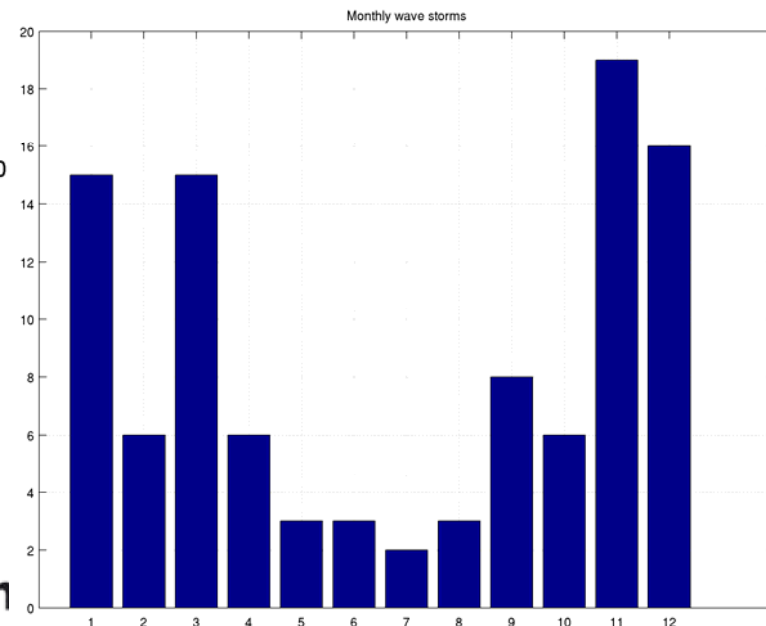


SYNOP 1950-2009

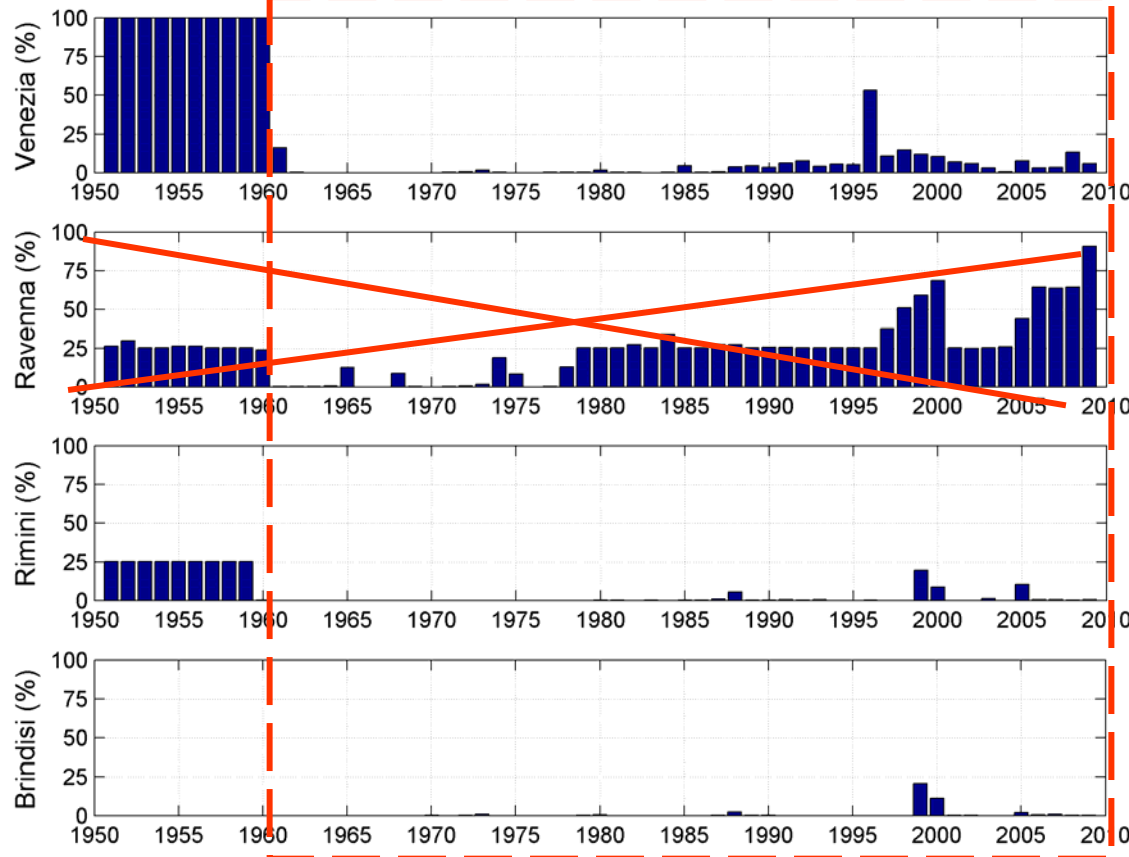
- ✧ 1950-1960 inutilizzabile
- ✧ Ravenna inutilizzabile
- ✧ Alta percentuale di dati mancanti a Venezia nel 1996 (~50%)
- ✧ Alta percentuale (~20%) dati mancanti 99-00

Onde 1999-2004

- ✧ Si esclude il periodo estivo (meteorologia Giu-Ago)



n

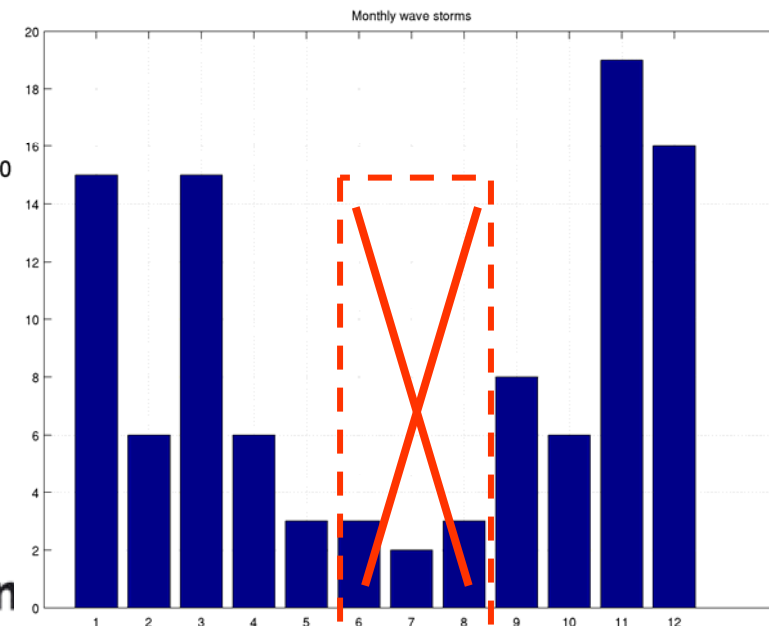


SYNOP 1950-2009

- ✧ 1950-1960 inutilizzabile
- ✧ Ravenna inutilizzabile
- ✧ Alta percentuale di dati mancanti a Venezia nel 1996 (~50%)
- ✧ Alta percentuale (~20%) dati mancanti 99-00

Onde 1999-2004

- ✧ Si esclude il periodo estivo (meteorologia Giu-Ago)



n

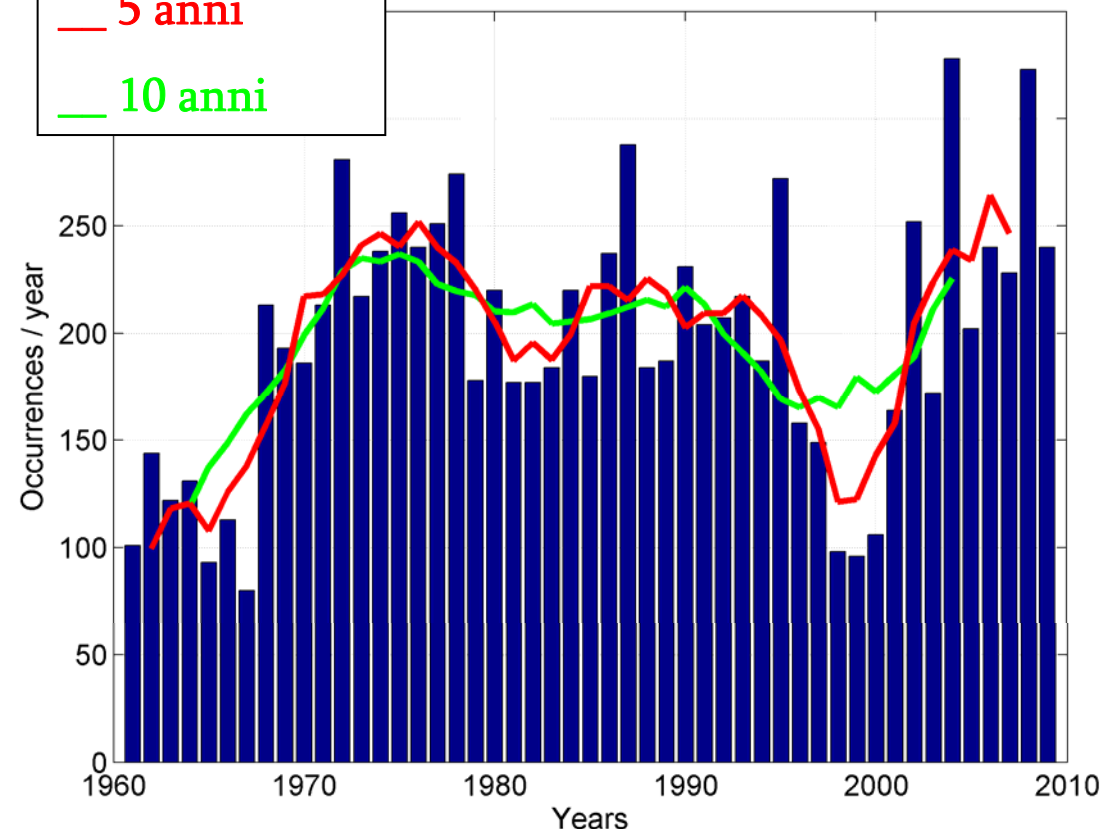
- ✦ Mareggiata selezionata usando una finestra mobile di 48 ore, selezionando come evento la misura che uguaglia il massimo della finestra (Smits *et al.*, 2003, Palutikof *et al.*, 1999).
- ✦ Una volta costruito il dataset degli eventi si è tenuto conto di quelli superiori al 90mo percentile per tenere in considerazione solo gli eventi estremi (una limitazione di questo metodo sta nel fatto che in questo modo non si hanno indicazioni sulla durata dell'evento)
- ✦ Selezionati gli eventi si sono usati i dati SYNOP per ricercare le tipiche situazioni “avverse”, cioè le condizioni meteorologiche prima e durante le mareggiate selezionate.
- ✦ Le grandezze prese in considerazione sono state
 - Pressione al livello del mare
 - Velocità del vento
 - Direzione del vento
 - Esclusi mesi estivi (giugno, luglio, agosto)
- ✦ Condizioni avverse identificate:
 - MSLP compresa tra 950 e 1050
 - Differenza di MSLP tra Venezia e Brindisi < 2 mb (proxy di Scirocco)
 - Condizioni verificatesi 12 ore prima dell'evento
 - Intensità del vento compresa tra i 4 ed i 50 nodi
 - Direzione vento a Brindisi compresa tra i 30° (NE) ed i 210° (SW)
 - Direzione vento a Venezia: compresa tra 0° (N) e 180° (S) → solo venti da EST

Medie mobili:

— 5 anni

— 10 anni

Meteorological storminess



✧ Nessun trend climatologico definito per la storminess negli ultimi 50 anni

✧ 1998-2000 significativa diminuzione della storminess

✧ Andamenti variabili a gruppi di 5-8 anni nell'ultima parte del periodo

Parte del dataset (1950-2000) è stato investigato da Pirazzoli e Tomasin (1999, 2003) arrivando a conclusioni in merito ai trend di regimi di vento:

- Diminuzione dei venti di Bora
- Diminuzione collegata alla variabilità climatica interannuale (NAO e temperature)

→ al 2000!!



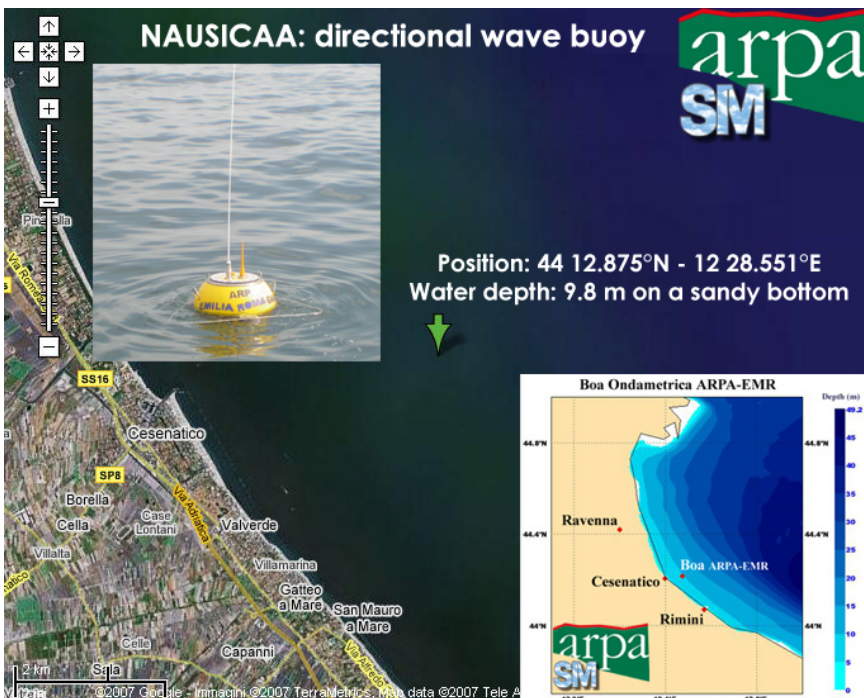
PIATTAFORMA ACQUA ALTA

Periodo disponibilità dati: 2001-2006/03

Grandezze: altezza, periodi, NO direzioni

Disponibilità dato: 3 ore

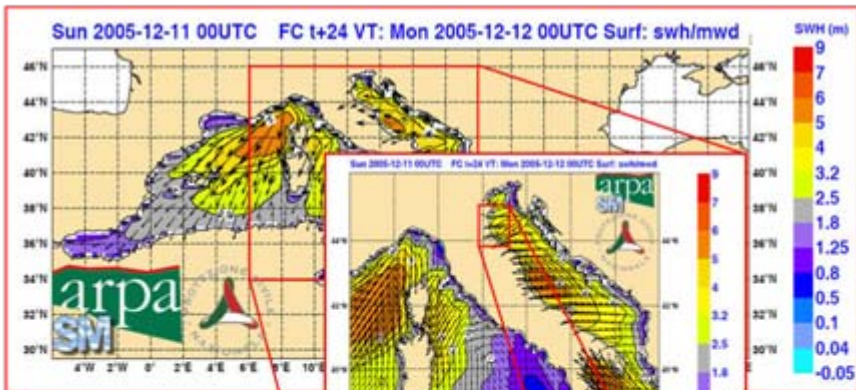




NAUSICAA – EMILIA ROMAGNA
Periodo disponibilità dati: 2007/06 - oggi
Grandezze: altezza, periodi, direzione
Disponibilità dato: 30 minuti



Disponibilità dati ondametrici



MEDITARE – SWAN ARPA-SIM
Periodo disponibilità dati: 2004/9 - oggi
Grandezze: altezza, periodi, direzione
Disponibilità dato: 1 ora

Image © 2009 DigitalGlobe
 Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
 © 2009 Cnes/Spot Image

Ancona-RON, directional wave buoy

©2009 Google



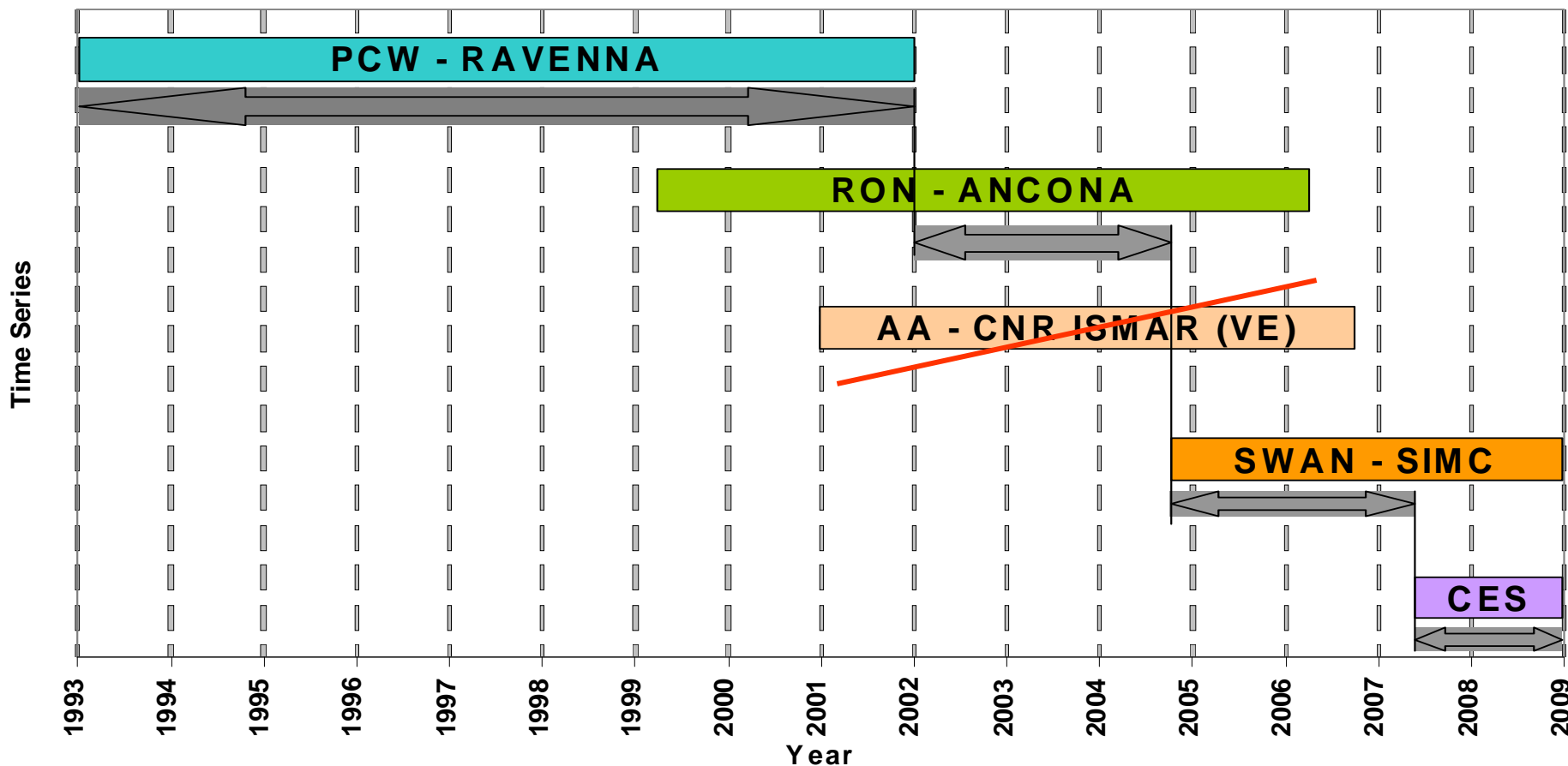
RON ANCONA - ISPRA

Periodo disponibilità dati: 1999/03 – 2006/03

Grandezze: altezza, periodi, direzione

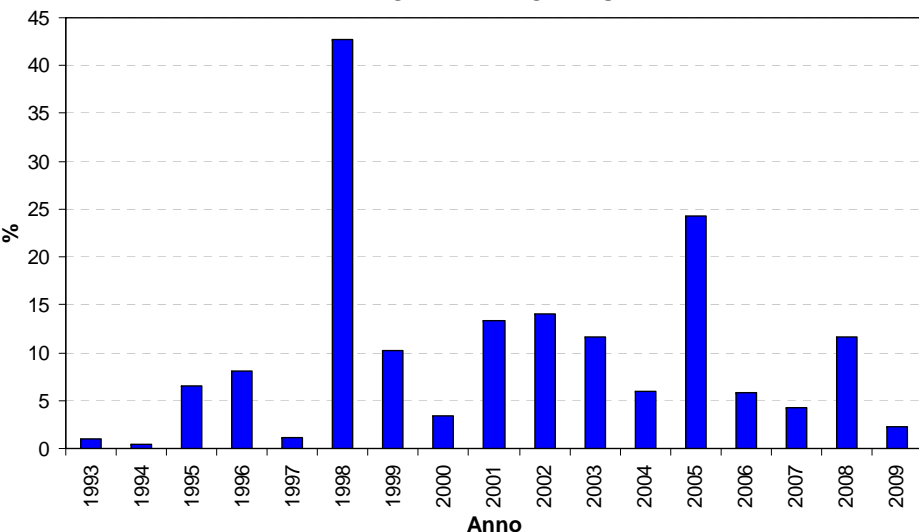
Disponibilità dato: 30 minuti

DATASETS



- ✦ PCW non direzionali per le onde (vento)
- ✦ RON Ancona trasposta (metodo del fetch efficace)
- ✦ Dati ACQUA ALTA CNR-ISMAR trionfari

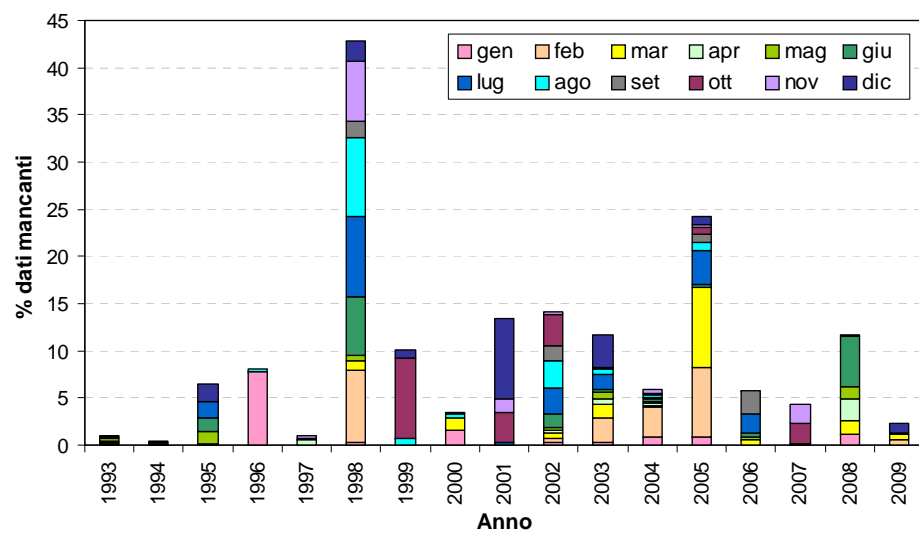
DATI MANCANTI PRECENTUALE



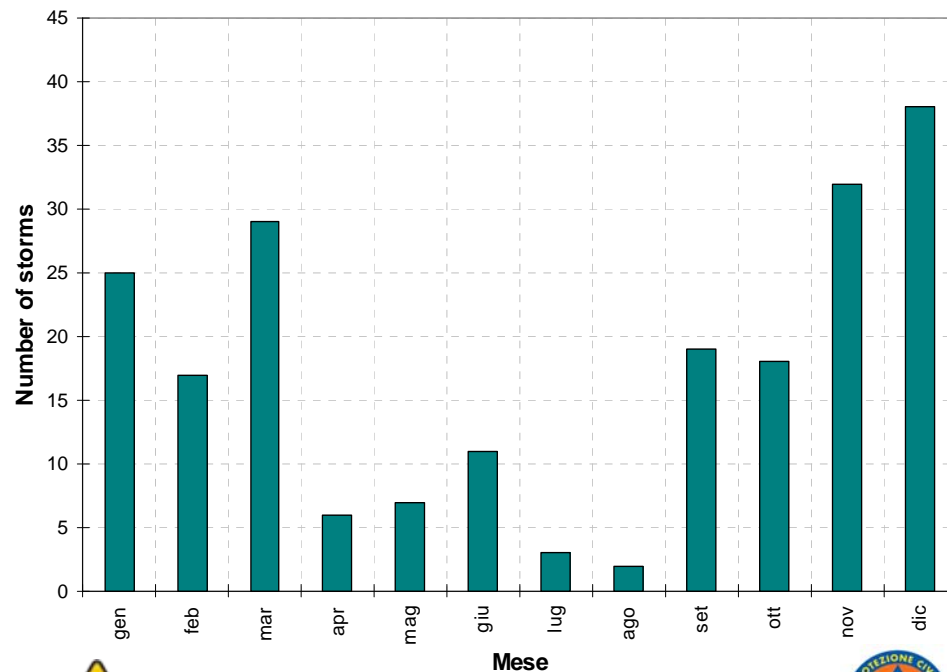
✧ Alta percentuale di dati mancanti 1998 (>40%)

✧ 2006 → ~25%

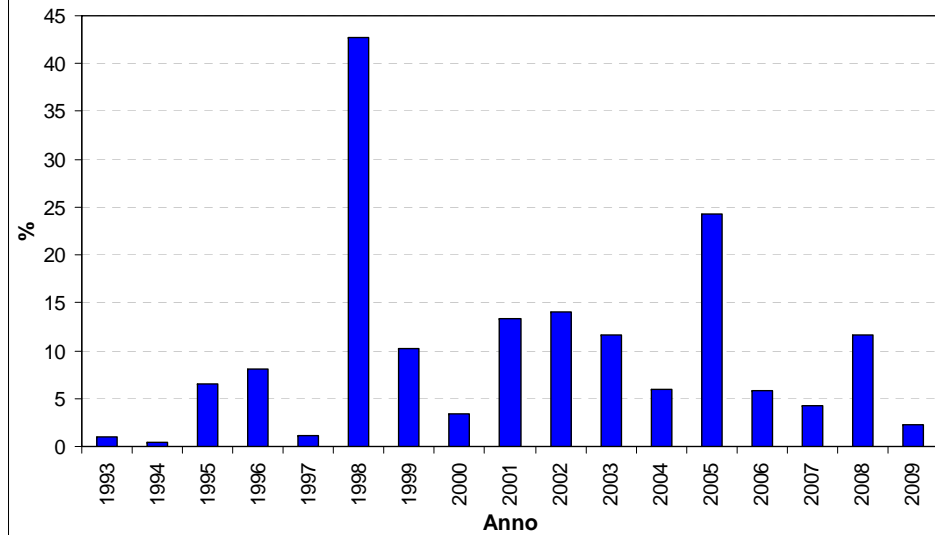
PERCENTUALE ANNUALE DATI MANCANTI



Distribuzione annuale mareggiate 1993-2009



DATI MANCANTI PRECENTUALE

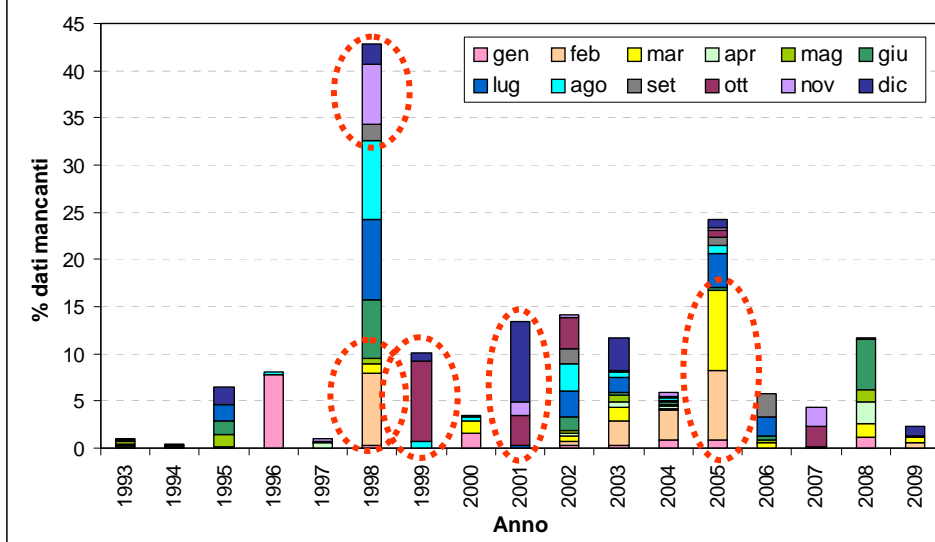


✦ Mareggiate concentrate nei periodi:

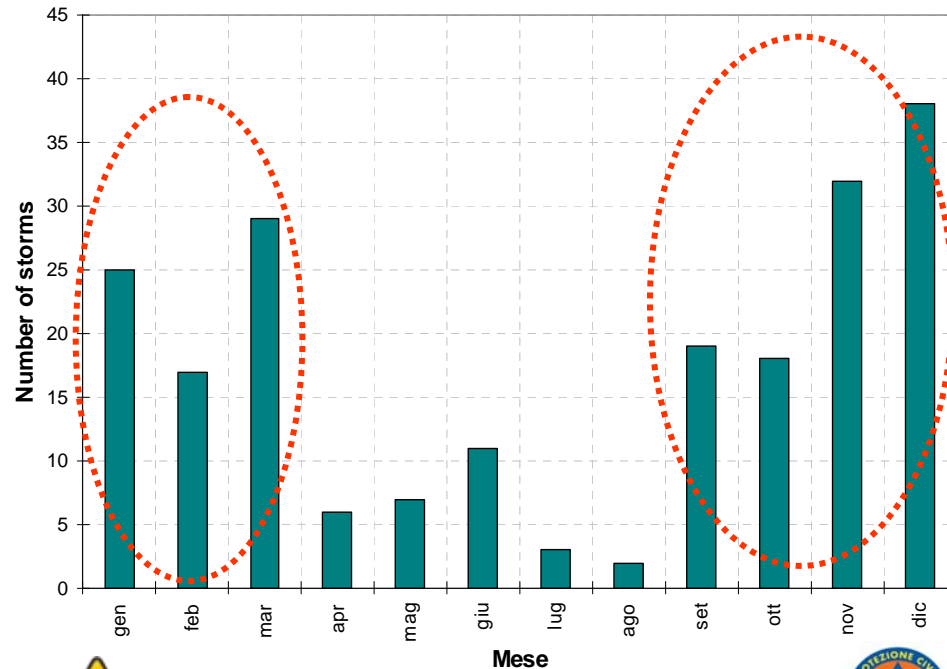
- Gennaio-Marzo
- Settembre-Dicembre

✦ Importanza dei dati mancanti: '98-'99-'01-'05

PERCENTUALE ANNUALE DATI MANCANTI



Distribuzione annuale mareggiate 1993-2009



Successione temporale degli stati di mare caratterizzati da...

✧ *APAT: “Italian Wave Atlas” – 2004*

- persistenza dell'altezza d'onda soprasoglia di **1 m** maggiore di **12 ore** consecutive;
- attenuazione dell'altezza d'onda sotto la soglia di 1 m per meno di **6 ore** consecutive;
- appartenenza della direzione di provenienza $\pm 30^\circ$ rispetto alla direzione iniziale.
- La mareggiata viene identificata assegnandole i valori di altezza d'onda, periodo e direzione corrispondenti al culmine d'intensità della successione di stati di mare

✧ *CNR-ISMAR: “Wind and Waves in the Northern Adriatic Sea” (Cavaleri et al., 1996)*

- Altezza significativa massima superiore a **2 m**;
- Intervallo tra due picchi successivi di almeno **24 ore**;
- Tra due picchi successivi, l'altezza significativa si abbassa a meno del 50% del primo picco.

✧ *E. Mendoza and J. Jiménez : “Factors controlling vulnerability to storm impacts along the Catalan Coast” - International Coastal Engineering Conference, 2004.*

- Altezza significativa minima di **1.5 m** e durata minima di **6 ore**;
- Periodo medio di **7–8 secondi**
- Intervallo minimo tra due successivi eventi di **12 ore** caratterizzazione dell'intensità della mareggiata attraverso l'utilizzo del suo contenuto energetico

✧ *ARPA-SIMC*

- Altezza significativa superiore a **1.5 m** per un tempo di almeno **6 ore**;
- Due eventi sono separati se l'altezza significativa rimane inferiore a 1,5 m per almeno **3 ore**;
- Nessun filtro sulla direzione

E. Mendoza and J. Jiménez : “Factors controlling vulnerability to storm impacts along the Catalan Coast” - International Coastal Engineering Conference, 2004.

L'altezza significativa viene integrata nel tempo:

$$E^* = \int_{t_1}^{t_2} H_s^2 dt \quad [m^2 \cdot hr]$$

In questo modo possiamo classificare le mareggiate in base al suo contenuto energetico che è in grado di trasferire al sistema costa.

CLASS	Energy Density [m ² hr]
I weak	$E^* \leq 58.4$
II moderate	$58.4 < E^* \leq 127.9$
III significant	$127.9 < E^* \leq 389.7$
IV intense	$389.7 < E^* \leq 706.9$
V very intense	$E^* > 706.9$

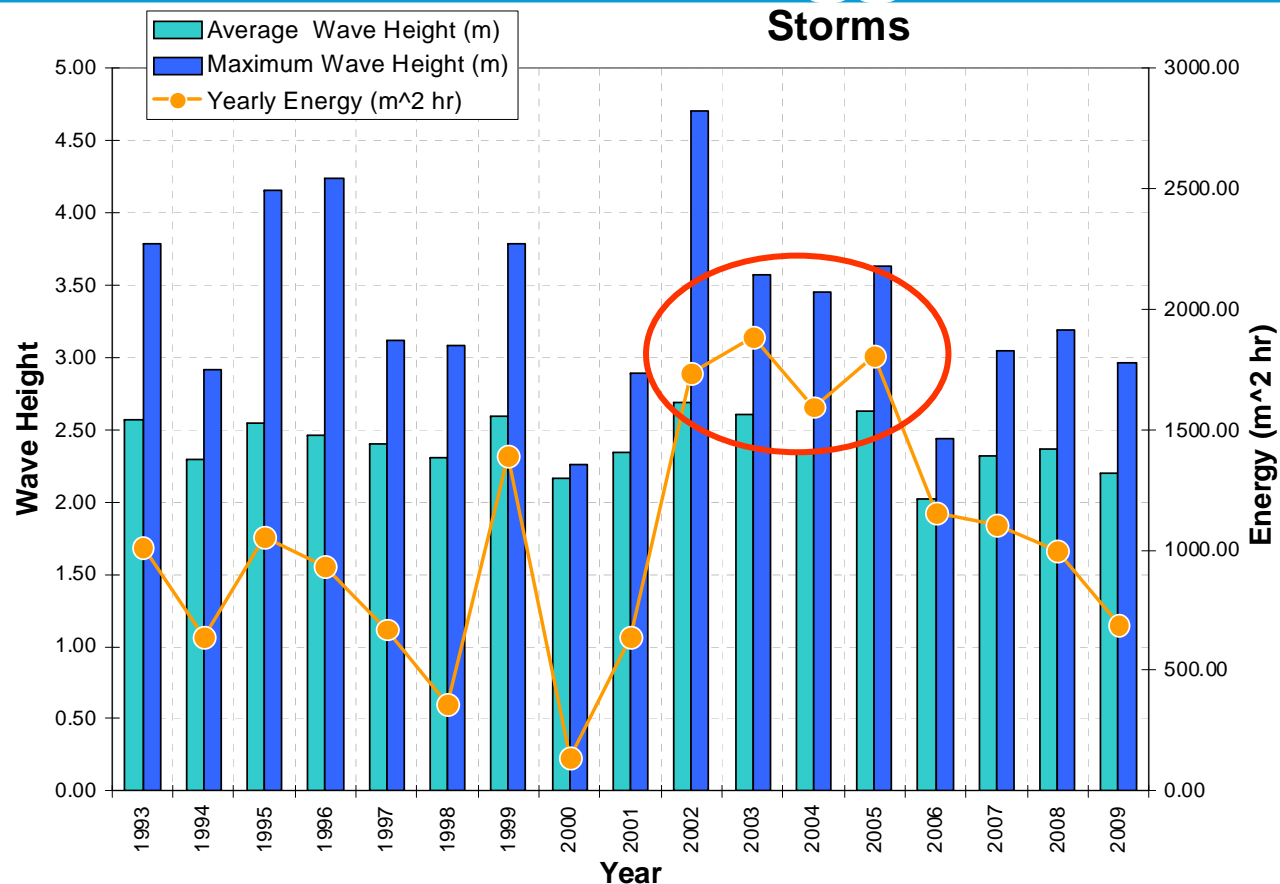
Event	DAY	MONTH	YEAR	HOOR	MINUTE	ENERGY*	CLASS	DURATION [hr]	DIRECTION max E*	Hs max	Wave Dataset
1- 93	1	1	1993	11	30	384.8	3	66.5	57	3.79	PCW
2- 93	28	2	1993	17	0	187.5	3	37.0	69	3.19	PCW
3- 93	8	3	1993	6	0	36.4	1	8.0	62	2.55	PCW
4- 93	25	3	1993	8	0	115.8	2	22.0	34	3.14	PCW
5- 93	26	3	1993	13	30	96.9	2	25.0	23	2.61	PCW
6- 93	6	7	1993	14	30	40.9	1	10.5	49	2.66	PCW
7- 93	24	9	1993	14	0	39.1	1	10.5	NaN	2.33	PCW
8- 93	2	10	1993	10	30	31.4	1	13.0	NaN	1.74	PCW
9- 93	30	11	1993	1	0	34.1	1	12.5	316	1.87	PCW
10- 93	26	12	1993	10	30	42.7	1	16.5	323	1.86	PCW
1- 94	20	1	1994	21	30	78.6	2	22.0	29	2.36	PCW
2- 94	12	2	1994	12	0	127.5	2	41.5	19	2.26	PCW
3- 94	27	3	1994	1	30	21.8	1	6.5	97	2.23	PCW
4- 94	11	6	1994	21	0	71.7	2	20.0	78	2.51	PCW
5- 94	5	10	1994	7	0	19.3	1	7.0	80	1.82	PCW
6- 94	6	10	1994	19	0	48.1	1	12.0	48	2.46	PCW
7- 94	6	11	1994	7	0	36.0	1	15.0	161	1.78	PCW
8- 94	21	12	1994	10	30	65.3	2	16.5	19	2.29	PCW
9- 94	22	12	1994	21	30	169.2	3	35.0	52	2.91	PCW
1- 95	3	1	1995	11	30	228.8	3	48.0	32	2.77	PCW
2- 95	13	1	1995	20	0	170.1	3	48.0	66	2.46	PCW

		ENERGY*	CLASS	DURATION [hr]	DIRECTION max E*	Hs max
1993-2009	AVERAGES	86	2	21	64	2.42
	MAXIMUM	463	4	93	344	4.70
	MINIMUM	17	1	6	3	1.59

- ✧ 1993-2009: 205 eventi, con una durata media di 21 ore ed un massimo di 93 ore.
- ✧ Mediamente gli eventi sono di provenienza ENE (64°) con un'altezza significativa massima mediamente di 2.43 m.

DB mareggiate ed impatti costieri

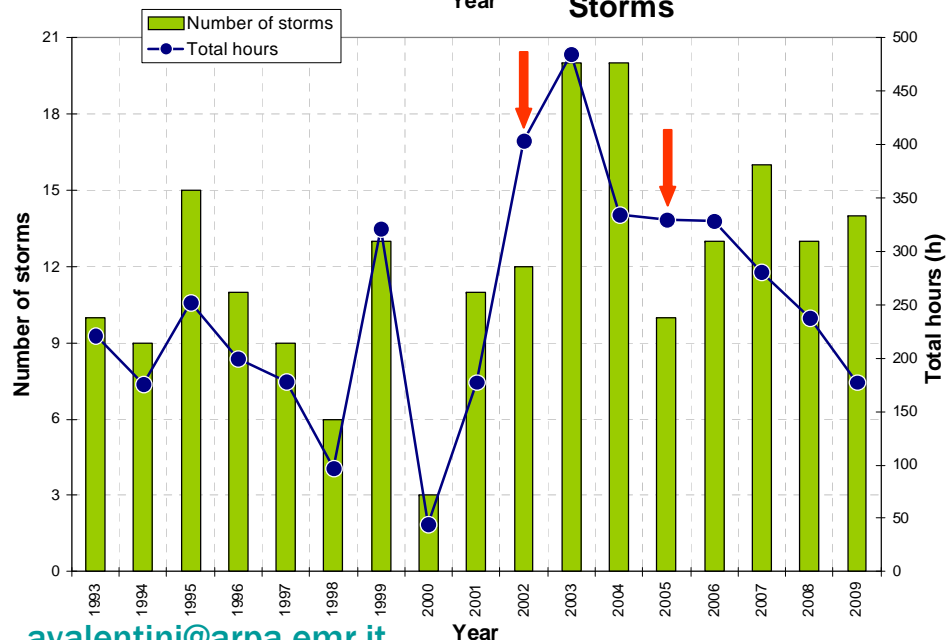
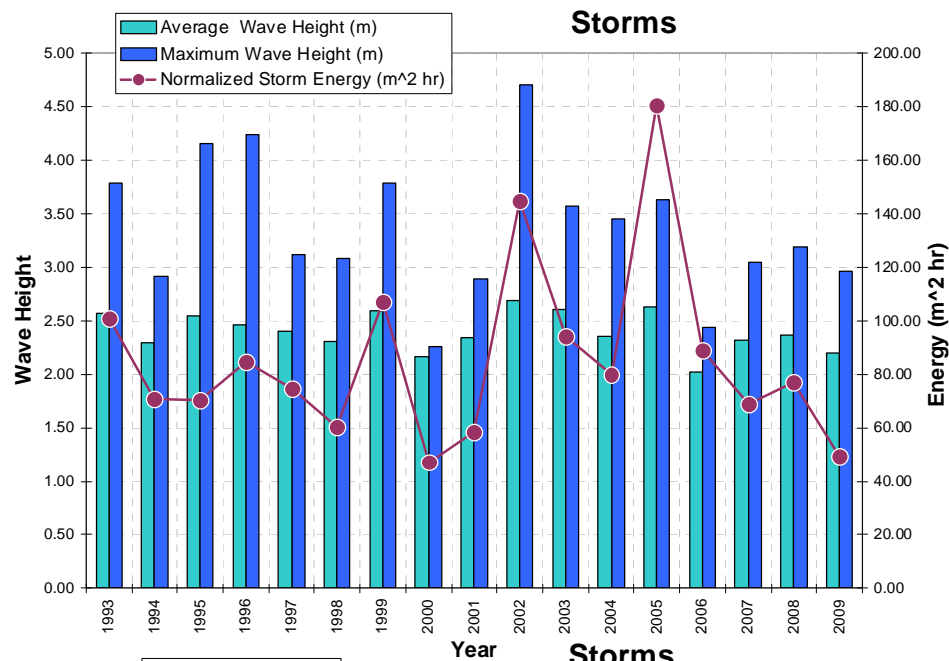
Event date	Damaged Adriatic Regions	Emilia Romagna Critical Sites documented	Information Source	Information type	Marine dataset	Storm characteristics
<i>November 5th 1966</i>	Veneto, Emilia-Romagna	Ferrara Province	STB FE	Cartography	Storminess Synops	E-250 yr surge coupled with 6 m waves
			On-line newspaper archive	Event description		
<i>December 22th 1979</i>	Emilia-Romagna	Cesenatico,...	Idroser _ARPA DT	Event description	Storminess Synops	
<i>December 8-10th 1992</i>	Emilia-Romagna Veneto Friuli Venezia Giulia Marche	Cesenatico	On-line newspaper archives: Corriere della Sera and La Repubblica	Newspaper article	Storminess Synops VE - tidal gauge Eni's data	Duration: 37.5hrs Hmax: 3.94m Hav:2.29m Dir:NE Surge:?
			Emilia -Romagna info	Aerial photoes Coastal geomorphology		
			Venezia Tidal-centre	Tidal data		
<i>September 24th 2004</i>	Emilia-Romagna Veneto Marche, Abruzzo	Regional coastline	RER Technical services + SGSS	Lidar survey Damages reports	RON ARPA-SIM VE - tidal gauge	Duration: 68hrs Hmax: 5.65m Hav:2.13m Dir:NE Surge:yes
			Civil Protection			
			Coast guard			
			Newspaper	Damages report		
			RER Technical services	Event description		
<i>December 10-13th 2008</i>	Emilia-Romagna Veneto Friuli Venezia Giulia, Marche	Regional coastline	Meteo info (ARPA-SIM)	Sea-state	RON ARPA-SIM VE - tidal gauge	Cluster: 43.5hrs Hmax: 2.17m Surge:yes Dir: NE
			RER Technical services	Damages reports		
			Newspaper	Event description		



- ✧ Altezze d'onda medie e massime si mantengono sostanzialmente invariate
- ✧ Il contenuto energetico annuale totale, invece, raggiunge valori massimi nel periodo **2002-2005**.

Il dataset 02-04 si riferisce alla boa di Ancona (acque profonde) trasposti sulla nostra costa, mentre i successivi si riferiscono a condizioni in cui il fondale comincia ad influenzare la dinamica ondosa.

Analisi mareggiate – Risultati 2



L'energia normalizzata e le ore totali forniscono indicazioni più precise

✦ 2002 e 2005 molto energetici

- 2002: cluster di 5 eventi tra il 14/11 ed il 6/12 di classe 3 e 4 e con altezze massime di 4.70 m con direzione NNE
- 2005: l'anno con maggior numero di mareggiate ad elevata classe energetica; 4 di classe 3 e 2 di classe 4 (nessun anno ha 2 eventi di classe 4!)

✦ Gli ultimi 3 anni mostrano un calo non tanto del numero delle mareggiate, quanto nel loro contenuto energetico

La disomogeneità delle fonti di dati, comunque, e la brevità delle serie temporali disponibili non permettono di attestare con chiarezza un trend di lungo periodo



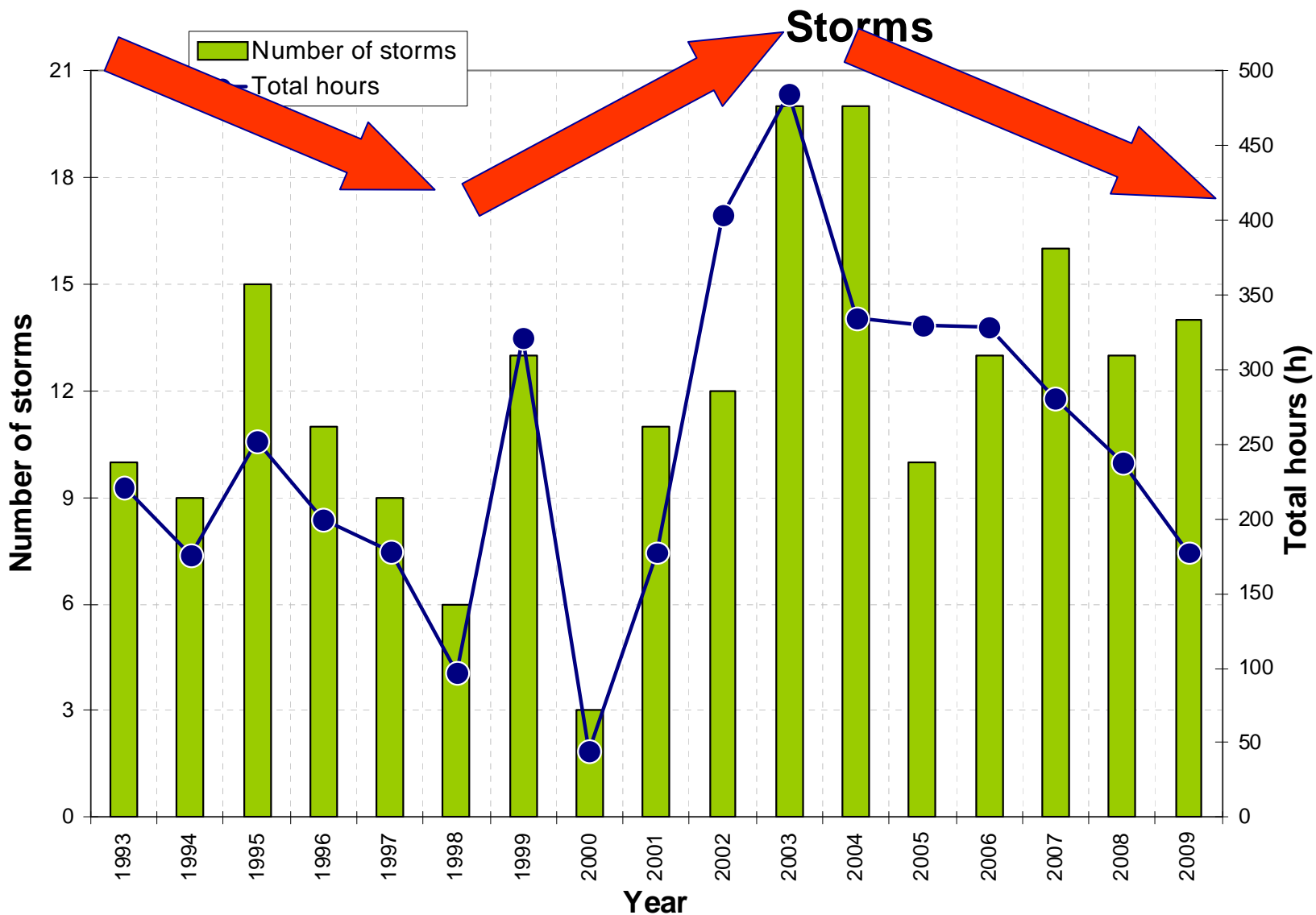
micore

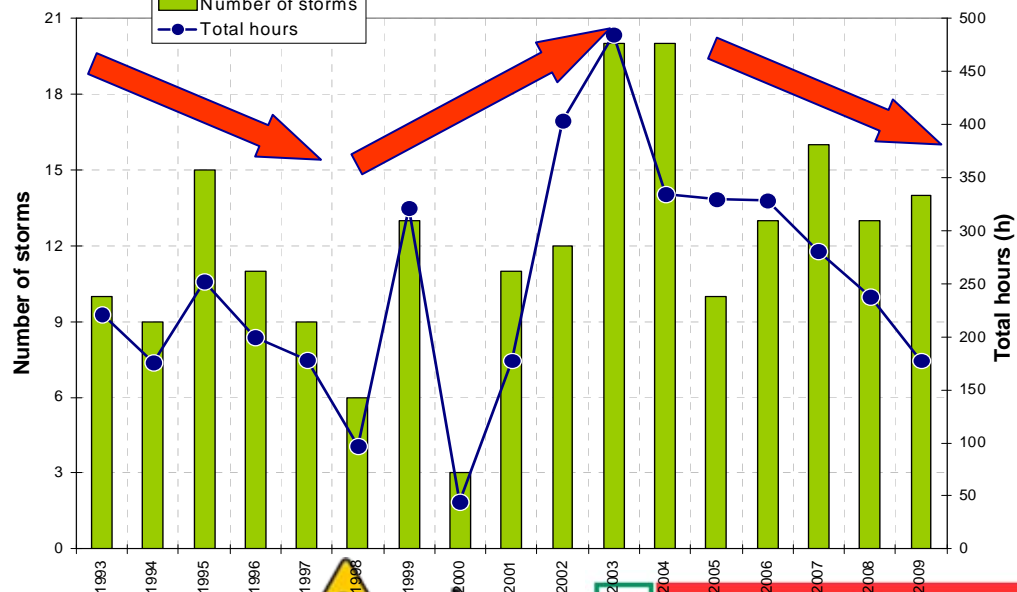
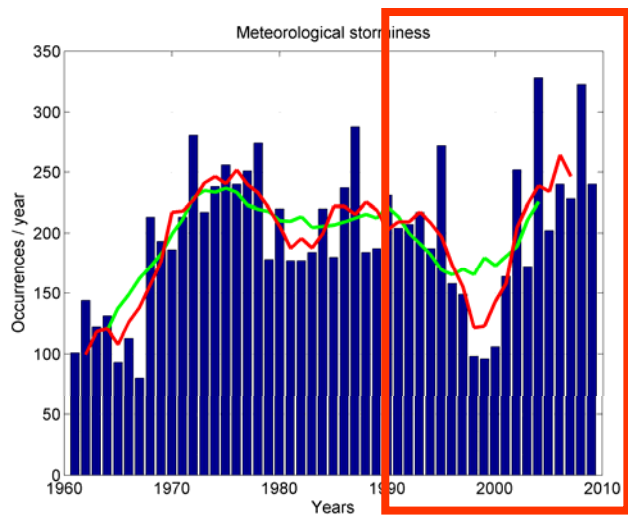
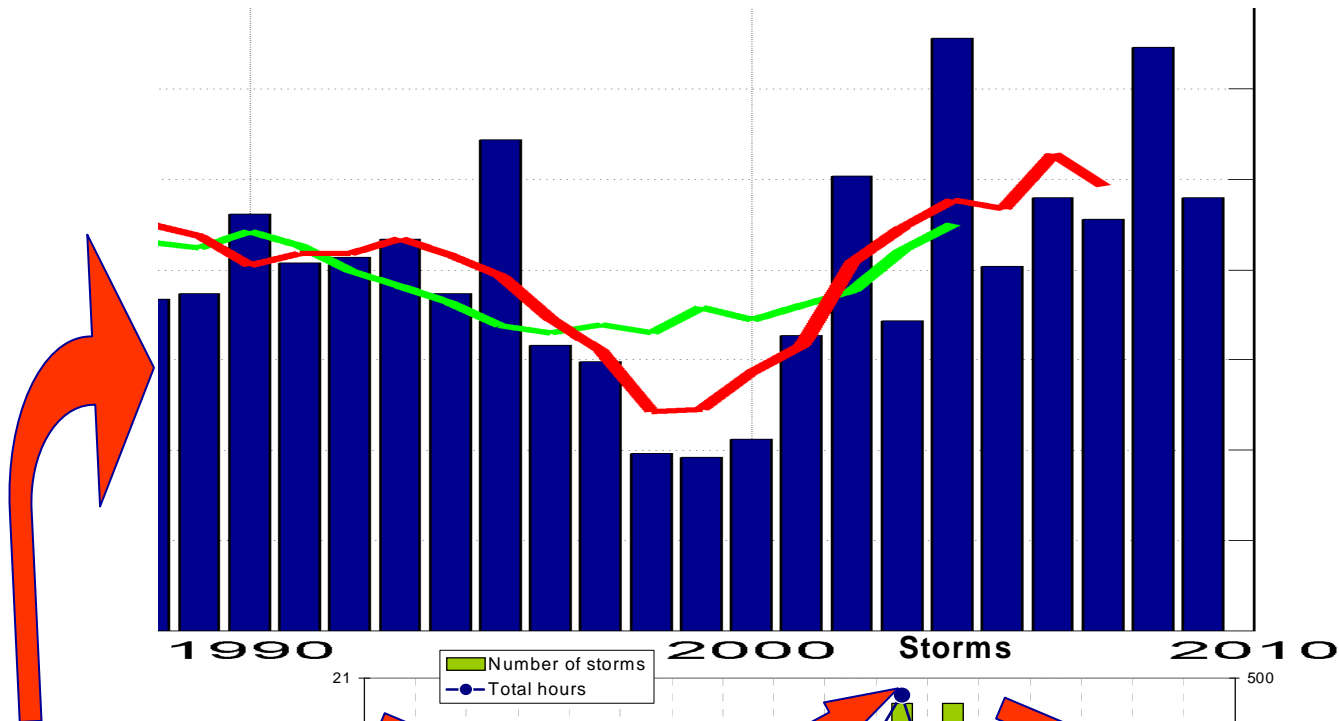


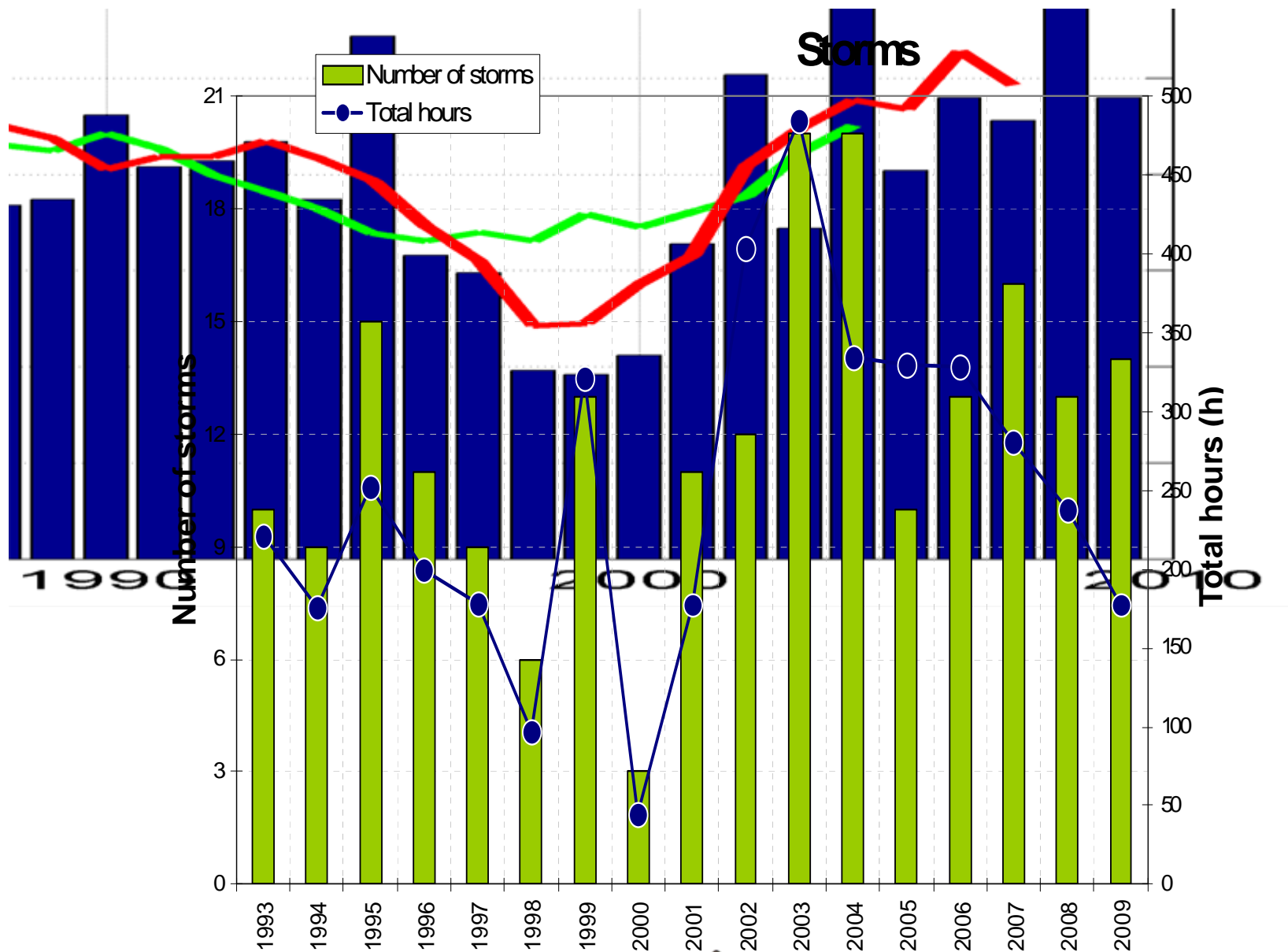
Regione Emilia-Romagna



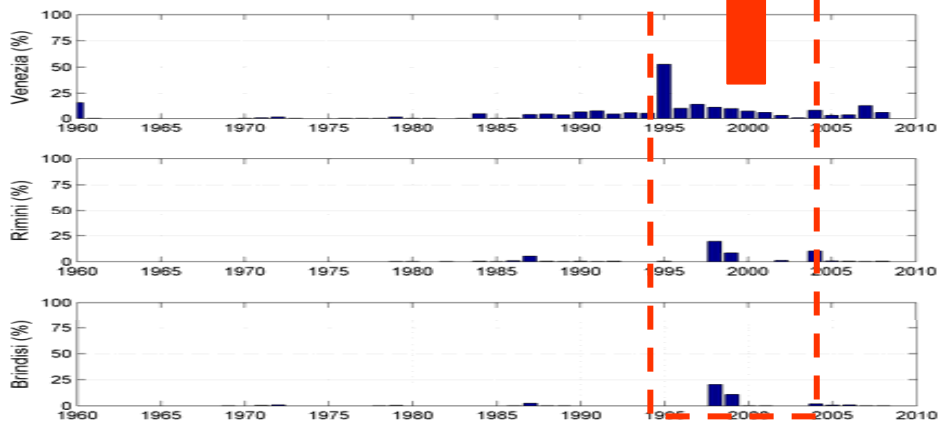
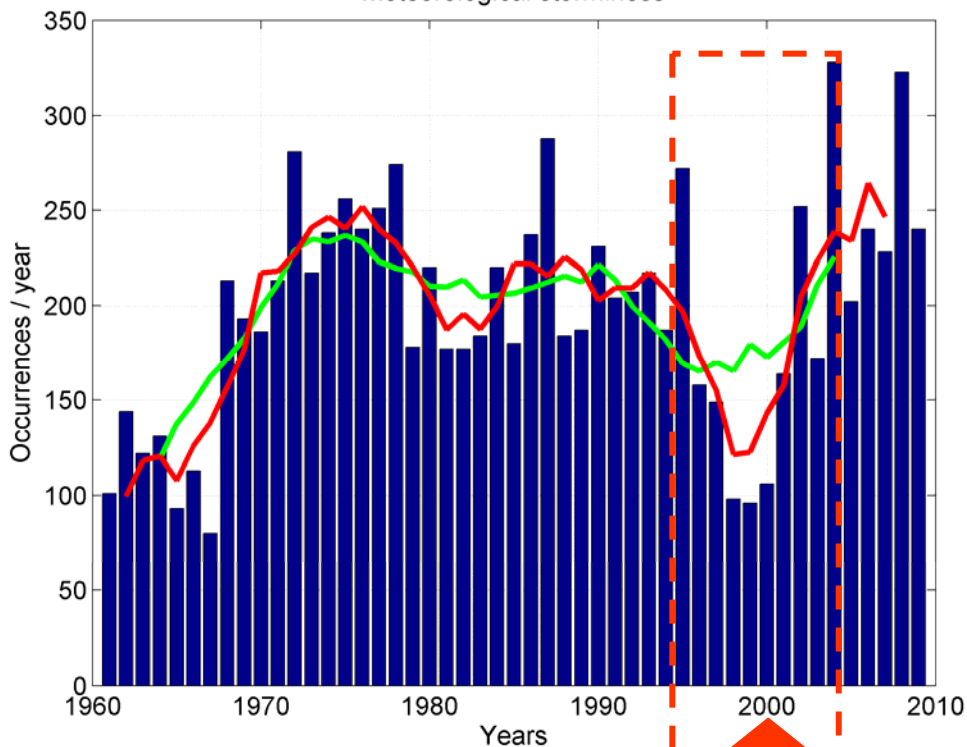
Analisi mareggiate – Risultati 3



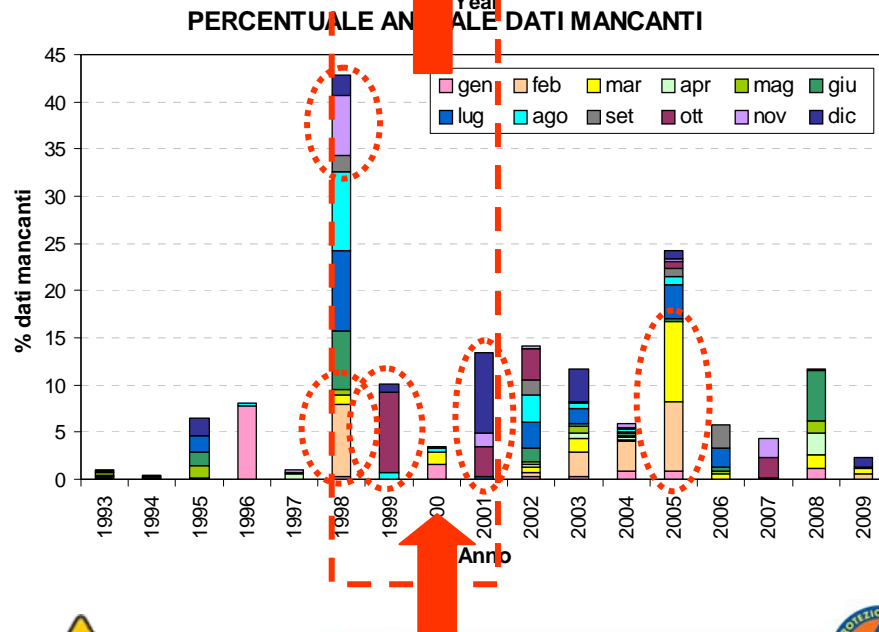
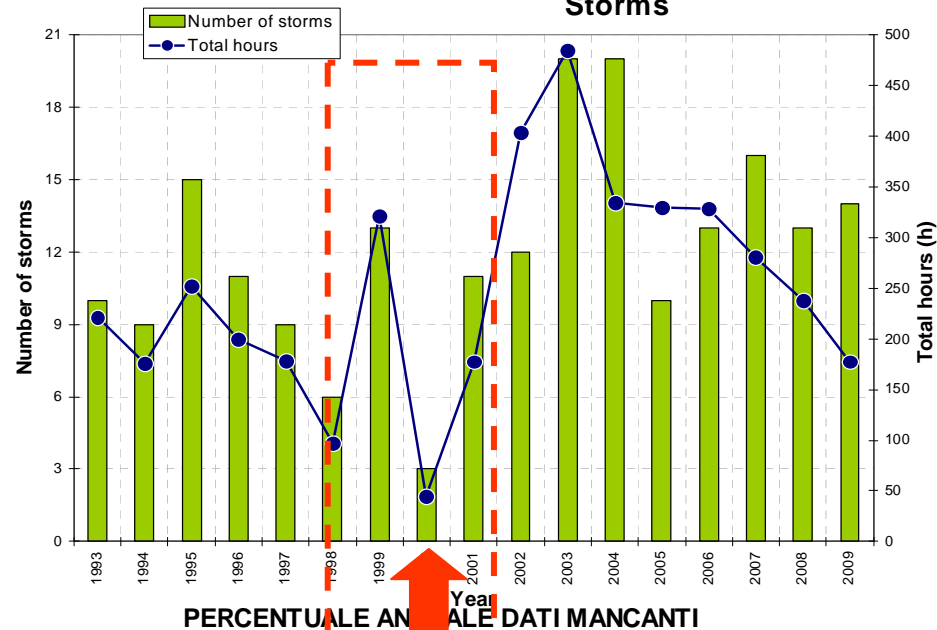




Meteorological storminess



Storms



Assunto che i dataset sono molto eterogenei e discontinui

- ✦ Non è evidente un trend climatologico (di lungo periodo, 50 anni)
 - ✦ Si possono però identificare dei trend di breve periodo che potrebbero essere correlati con variazioni interannuali degli indici climatologici
 - ✦ L'anno 2000 rappresenta un minimo dal punto di vista energetico
 - Sia dall'analisi di lungo periodo 1960-2009 (49 anni) della *storminess*
 - Sia dall'analisi di breve periodo 1993-2009 (16 anni) delle mareggiate
- NB: i due dataset sono completamente scorrelati ed indipendenti tra loro
- ✦ Gli anni più energetici, come contenute energetico normalizzato, risultano essere il 1999, 2002, e 2005
 - ✦ Gli ultimi 4-5 anni manifestano un trend discendente dell'energia delle mareggiate (non un trend discendente del numero di mareggiate)
 - Stesso numero di mareggiate ma meno energetiche (Hs o durate inferiori)



Grazie!

