

1.4.3 STATISTICA DEGLI EVENTI ESTREMI DI MOTO ONDOSO

- Partendo dai dati anemometrici più significativi ($U > 20$ nodi) registrati dalle stazioni meteorologiche costiere dell'A.M. per il ventennio 1951-73, si sono ricostruite con il Metodo dell'onda significativa di Sverdrup-Munk e Bretschneider, le caratteristiche delle onde al largo riferibili a tali perturbazioni. IL primo passo è stato dunque quello di individuare le stazioni anemometriche che per orientamento del loro settore di traversia e per la vicinanza al nostro paraggio potevano considerarsi adatte a rappresentare le condizioni anemometriche al largo della costa in esame. La più idonea da questo punto di vista è sicuramente la stazione di Pianosa. Da una prima analisi sui dati ricavati dalle registrazioni effettuate a Pianosa per il ventennio in esame, si nota come le direzioni secondo cui hanno spirato venti di intensità maggiore ai venti nodi, siano solo quelle interne ai settori: $110-180^{\circ}N$ e $270-300^{\circ}N$. Tenendo inoltre presente che il settore di traversia relativo al Golfo di Follonica risulta compreso tra $130-300^{\circ}N$ e che la distribuzione dei fetch effettivi evidenzia lunghezze maggiori per i settori compresi tra 150 e $210^{\circ}N$ con valori massimi nell'intervallo $160-180^{\circ}N$, mentre le lunghezze sono molto limitate per i settori da 230 a $300^{\circ}N$ a causa della presenza dell'Isola d'Elba e delle coste dell'Isola di Corsica, è risultato opportuno considerare i seguenti intervalli: $130-150^{\circ}N$, $160-180^{\circ}N$, $270-300^{\circ}N$. Disponendo adesso, per ogni settore parziale individuato, i venti estremi verificatesi nel ventennio in esame, sono state calcolate con il metodo S.M.B, le grandezze caratteristiche del moto ondoso generato da tali eventi (vedi Tabella 1.12). L'input per il calcolo delle caratteristiche dell'onda richiede oltre ai dati su velocità del vento U , e durata t , anche la lunghezza di fetch su cui ha ipoteticamente spirato il vento. La data di registrazione degli eventi anemometrici ha permesso una rapida ricerca delle corrispondenti carte sinottiche, sulle quali è possibile misurare l'ampiezza di generazione del moto ondoso e valutare l'omogeneità del campo di vento sul fetch. La misura di fetch così ricavata è stata assunta a base dei

nostri calcoli. I risultati di tabella 1.12 evidenziano che le mareggiate più violente provengono dal settore 130-150°N, dove sono stati trovati (nel ventennio in esame) valori di altezza d'onda massimi di 8 m. Per i settori 160-180°N e 270-300°N, i valori massimi di altezza d'onda trovati, sono stati rispettivamente di 7,3 e 5,8 m. Il numero limitato di valori disponibili, per ogni settore, rende difficoltoso stimare la distribuzione teorica che meglio approssima i valori sperimentali e ricavarne i relativi parametri. Se per ogni settore, però, si riportano i valori di altezza trovati, in funzione della relativa probabilità di superamento, si osserva che tali punti sono disposti molto bene lungo una retta. Interpolando tali punti con una retta, mediante il metodo dei minimi quadrati, ed estrapolando per tempi di ritorno maggiori, si osserva, che i valori di altezza cambiano di poco al tendere a tempi di ritorno più elevati, e si stimano onde cinquantennali di 8.8 m per il settore 130-150 °N, di 7,8 m per il settore 160-180°N e di 6,2 m per il settore 270-300°N. Tali valori sono maggiori rispetto a quelli ricavati da Galeati e Tommasino , ma è da tenere presente che il periodo di registrazione su cui ci si sono basati i due autori , per l'esame statistico, è limitato al periodo 78-80.

Tabell 1.11

La tabella riporta per le stazioni di Pianosa e Gorgona le informazioni riferibili agli eventi più significativi ($U \geq 20$ nodi) dell'arco di tempo esaminato (51-73).

La data della registrazione permette una rapida ricerca delle corrispondenti carte sinottiche, sulle quali è possibile, da un lato, misurare l'ampiezza della zona di generazione del moto ondosso e, poi, dalla costanza o meno del gradiente di pressione, valutare della omogeneità del campo di vento sul fetch.

La misura del fetch così ricavata, viene anche riportata sulla tabella

Stazione di Pianosa (15 m s.l.m.): periodo di rilevamento: 1951-1973				
Data di rilevamento	Direzione del vento (gradi)	Velocità del vento (nodi)	Durata (ore)	Fetch (km)
3-1-51	180	41	6	160
3-1-51	180	40	9	160
3-1-51	180	39	12	160
3-1-51	180	38	15	160
3-1-51	180	36	18	160
11,12-11-51	130	42	6	Da terra
11,12-11-51	130	39	9	Da terra
11,12-11-51	130	35	12	Da terra
19-2-58	360	45	3	30
19-2-58	360	40	6	30
8,9-3-53	50	50	9	250
8,9-3-53	50	48	12	200
8,9-3-53	50	47	18	200
8,9-3-53	50	45	21	60
8,9-3-53	50	44	24	60
9,10-12-54	160	37	18	210
7-1-58	270	53	3	100
7-1-58	270	48	9	100
7-1-58	270	46	12	50
7-1-58	270	45	15	50
7-1-58	270	42	18	50
20-10-1960	130	48	3	450
20-10-1960	130	46	6	450
20-10-1960	130	43	12	160
18-8-63	320	52	6	150
18-8-63	310	45	15	60
18-8-63	310	43	18	60
8,9-10-63	20	46	3	30
8,9-10-63	20	43	15	30
8,9-10-63	20	41	27	50
31-10-63	160	52	3	500
1-11-63	160	47	9	200
1-11-63	180	43	21	140
1-11-63	180	42	33	120
1-11-63	180	49	6	50
6-11-63	340	48	6	150
21-11-63	150	46	9	400

3,4-12-63	150	44	24	250
3,4-12-63	300	49	3	120
16-12-63	300	45	6	120
16-12-63	300	42	9	120
16-12-63	140	50	12	500
15-2-64	140	49	15	300
15-2-64	180	49	3	150
17-2-64	180	45	6	120
17-2-64	180	41	9	120
17-2-64	140	60	15	500
24,25-2-64	140	54	27	400
24,25-2-64	110	55	3	250
8-3-64	110	53	6	250
8-3-64	110	51	12	200
8-3-64	340	48	6	50
11-7-64	170	54	3	150
8-10-64	170	59	6	130
8-10-64	290	55	6	150
9-10-64	290	54	9	150
9-10-64	290	50	12	80
14-10-64	320	54	3	100
14-10-64	320	48	6	100
14-10-64	320	43	9	100
29-11-64	180	51	9	50
29-11-64	180	50	12	30
3-12-64	360	55	3	200
3-12-64	360	50	9	200
3-12-64	360	49	12	100
3-12-64	360	47	15	100
4,5-12-64	320	57	6	120
4,5-12-64	320	53	18	120
4,5-12-64	320	51	36	100
4,5-12-64	320	48	42	100
18,19-12-64	120	53	6	500
18,19-12-64	120	51	18	500
18,19-12-64	120	49	21	450
19,20-1-65	340	55	6	220
19,20-1-65	340	52	9	200
19,20-1-65	340	51	12	200
19,20-1-65	340	50	18	200
28-1-65	160	56	3	150
28-1-65	160	54	6	150
28-1-65	160	51	9	110
28-1-65	160	49	12	110
28-1-65	160	46	18	110
8,9-2-65	20	60	3	25
8,9-2-65	20	58	6	25
8,9-2-65	20	56	15	25
8,9,10-2-65	20	54	18	Da terra
8,9,10-2-65	20	53	33	Da terra
8,9,10-2-65	20	50	51	Da terra
1,2-3-65	180	52	3	120
1,2-3-65	180	50	9	120
1,2-3-65	180	47	15	120
1,2-3-65	180	46	21	120
28-11-65	300	52	6	100
28-11-65	300	50	9	100

28,29-11-65	300	47	12	30
29,30-11-65	170	48	12	30
16,17-2-67	130	56	6	150
16,17-2-67	130	53	9	120
16,17-2-67	130	52	12	120
16,17-2-67	130	50	15	120
16,17-2-67	130	48	18	120

Stazione di Gorgona (255 m s.l.m.): periodo di rilevamento : 1966-1973

Data rilevamento	Direzione vento (gradi)	Velocità del vento (nodi)	Durata (ore)	Fetch (km)
2,3-1-66	260	50	03	130
2,3-1-66	260	47	09	100
2,3-1-66	260	45	15	100
2,3-1-66	260	40	27	100
9,10-5-66	230	42	09	110
9,10-5-66	230	38	27	110
17-2-67	160	45	09	250
17-2-67	160	42	12	200
17-2-67	160	39	15	200
20,21-2-1967	260	43	21	120
13-3-1967	250	56	6	120
13-3-1967	250	51	12	100
13-3-1967	250	48	18	100
13-3-1967	250	43	45	100
6,7-4-67	240	48	18	120
6,7-4-67	240	46	24	120
6-1-68	240	53	09	100
6-1-68	240	49	15	100
7-1-68	270	45	24	100
15-1-68	270	53	09	120
15-1-68	270	46	21	120
1-12-67	40	39	06	350
1-12-67	40	37	09	350
31-10-68	130	40	12	-
31-10-68	130	38	27	-
31-10-68	130	36	36	-
9,10-2-70	190	49	09	150
9,10-2-70	190	45	30	150
27,28-1-71	300	53	03	170
27,28-1-71	300	52	09	170
27,28-1-71	300	51	12	150
27,28-1-71	300	50	15	150
19-11-71	220	50	03	90
19-11-71	220	47	09	90
19-11-71	220	45	12	90
20-11-71	350	36	12	350

TAB. 1. 12 CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDOSO AL LARGO GENERATO DA EVENTI SIGNIFICATIVI (U > 20 NODI) REGISTRATI DALLA STAZIONE DI PIANOSA NEL VENTENNIO 51-73

DATI DI INPUT:

U= velocità del vento in m/s
 X= fetch effettivo in km
 T=durata del vento in h
 DD=direzione (°)

DATI DI OUTPUT

C*=celerità del mare a pieno sviluppo (m/s) Co=celerità del mare al largo (m/s)
 L*=lunghezza d'onda a pieno sviluppo (m) Lo=lunghezza d'onda al largo (m)
 H*= altezza d'onda a pieno sviluppo (m) Ho= altezza d'onda al largo (m)
 T*=periodo d'onda a pieno sviluppo (s) To= periodo d'onda al largo (s)

130-150°N								$\frac{g \cdot t}{U}$	$\frac{g \cdot X}{U^2}$	$f_1(\beta)$	$f_2(\beta)$	$F\left(\frac{g \cdot t}{U}\right)$	$F\left(\frac{g \cdot X}{U^2}\right)$	β_1	β_2	Min ($f_1(\beta) f_2(\beta)$)	Min ($\beta_1 \beta_2$)	To	Co	Ho	Lo
DD	U	T	X	C*	L*	T*	H*														
	20	9	173	27,4	480,4	17,54047	10,36	15892,2	4242,825	0,137088	0,150969	-0,48354	-0,52715	0,525260223	0,561308392	0,137088	0,52526	6,725044	10,5052	5,59147	70,648
	22	12	160	30,14	581,284	19,29452	12,5356	19263,27	3242,975	0,150889	0,135666	-0,52662	-0,4795	0,560878731	0,521838872	0,135666	0,521839	7,349364	11,4805	6,69547	84,374
	28,8	6	150	39,456	996,1574	25,25828	21,4825	7357,5	1774,089	0,088032	0,10382	-0,34509	-0,38859	0,399828457	0,441118898	0,088032	0,399828	7,371516	11,5151	7,44546	84,8834
	22,6	24	250	30,962	613,4228	19,82073	13,22868	37503,72	4801,668	0,198218	0,158121	-0,7176	-0,5509	0,701544294	0,580293003	0,158121	0,580293	8,395497	13,1146	8,23516	110,104

N° anni di osservazione : N = 20

Y = probabilità di superamento = n/N+1
 Tr = 1/Y

DD	ordinamento		n	Y	Tr
	decescente	decescente			
130-150°N	5,591	8,235	1	0,047619	21
	6,695	7,445	2	0,095238	10,5
	7,445	6,695	3	0,142857	7
	8,235	5,591	4	0,190476	5,25

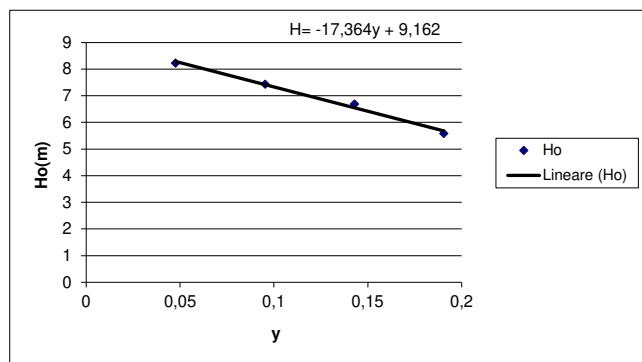
Y	Ho
0,047619	8,235
0,095238	7,445
0,142857	6,695
0,190476	5,591

Calcolo con il metodo dei minimi quadrati, la retta che meglio interpola i punti sperimentali

H	Y	Y^2	HxY	a	b
8,235	0,047619048	0,002268	0,392143	9,162	
7,445	0,095238095	0,00907	0,709048		-18,2322
6,695	0,142857143	0,020408	0,956429		
5,591	0,19047619	0,036281	1,064952		
Somma	27,966	0,476190476	3,122571		

Estrapola la retta interpolatrice dei valori sperimentali per Tr più elevati

Tr	y	H(tr)
10	0,1	7,33878
15	0,06667	7,94652
20	0,05	8,25039
25	0,04	8,43271
50	0,02	8,79736



160-180°N

DD	U	T	X	C*	L*	T*	H*	$\frac{g \cdot t}{U}$	$\frac{g \cdot X}{U^2}$	$F_1(\beta)$	$f_2(\beta)$	$F\left(\frac{g \cdot t}{U}\right)$	$F\left(\frac{g \cdot X}{U^2}\right)$	β_1	β_2	Min ($f_1(\beta) f_2(\beta)$)	Min ($\beta_1 \beta_2$)	To	Co	Ho	Lo
27,7	6	150	37,949	921,5153	24,29355	19,87281	7649,675	1917,789	0,090196	0,107674	-0,35102	-0,39925	0,405564165	0,450969172	0,090196	0,405564	7,191674	11,2341	7,05688	80,7922	
19	18	210	26,03	433,561	16,66345	9,3499	33457,26	5706,648	0,190528	0,168115	-0,67888	-0,58625	0,675156213	0,607718087	0,168115	0,607718	7,391735	11,5466	6,18844	85,3497	
26,7	3	359	36,579	856,1809	23,41653	18,46385	3968,09	4940,159	0,058719	0,159768	-0,2631	-0,55654	0,316927986	0,584732588	0,058719	0,316928	5,417046	8,46198	4,26843	45,8389	
24,1	9	200	33,017	697,5528	21,13627	15,04298	13188,55	3378,041	0,12414	0,137959	-0,44546	-0,48641	0,492470955	0,52768353	0,12414	0,492471	7,597808	11,8686	7,35211	90,175	
27,7	3	150	37,949	921,5153	24,29355	19,87281	3824,838	1917,789	0,057262	0,107674	-0,25886	-0,39925	0,312455031	0,450969172	0,057262	0,312455	5,540614	8,655	4,48017	47,954	
25,7	6	130	35,209	793,2485	22,5395	17,10669	8244,981	1930,839	0,094465	0,108013	-0,36272	-0,40019	0,416776521	0,451834659	0,094465	0,416777	6,856887	10,7112	6,36212	73,4452	
24,7	12	30	33,839	732,7181	21,66248	15,80133	17157,57	482,3878	0,142543	0,053069	-0,5002	-0,2466	0,539218476	0,299411044	0,053069	0,299411	4,734296	7,39545	3,30145	35,0123	
20	12	160	27,4	480,4	17,54047	10,36	21189,6	3924	0,157819	0,146478	-0,54959	-0,51277	0,57925262	0,549593257	0,146478	0,549593	7,036586	10,9919	5,97447	77,3452	
22,1	21	140	30,277	586,5804	19,38222	12,64982	33558,19	2811,982	0,190734	0,127765	-0,67986	-0,45616	0,67583828	0,501811281	0,127765	0,501811	7,099428	11,09	6,363	78,7329	
25,2	3	150	34,524	762,683	22,10099	16,44754	4204,286	2317,177	0,061073	0,117379	-0,2699	-0,4264	0,324064812	0,475584834	0,061073	0,324065	5,227849	8,16643	3,95474	42,6929	
21	9	120	28,77	529,641	18,41749	11,4219	15135,43	2669,388	0,133651	0,124931	-0,47325	-0,44795	0,516521519	0,494653072	0,124931	0,494653	6,649832	10,3877	5,61791	69,0766	
26,2	9	50	35,894	824,4144	22,97801	17,7788	12131,45	714,5563	0,118526	0,065649	-0,42944	-0,28307	0,478303585	0,337749597	0,065649	0,33775	5,664829	8,84904	4,5951	50,1283	
25,7	9	120	35,209	793,2485	22,5395	17,10669	12367,47	1782,313	0,119809	0,104046	-0,43308	-0,38921	0,481543026	0,441699292	0,104046	0,441699	7,266921	11,3517	7,00742	82,4917	

N° anni di osservazione = 20

Y = probabilità di superamento = n/N+1
Tr= 1/Y

Calcolo con il metodo dei minimi quadrati, la retta che meglio interpola i punti sperimentali

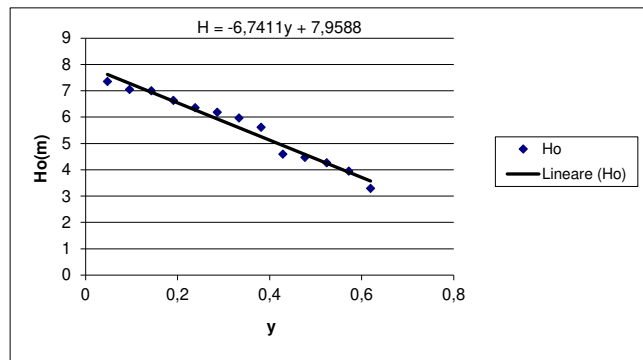
Estrapolo la retta interpolatrice dei valori sperimentali per Tr più elevati

DD	Ho	ordinamento decrescente	n	Y	Tr
160-180°N	7,057	7,352	1	0,047619	21
	6,188	7,057	2	0,095238	10,5
	4,268	7,007	3	0,142857	7
	7,352	6,636	4	0,190476	5,25
	4,48	6,362	5	0,238095	4,2
	6,362	6,188	6	0,285714	3,5
	3,301	5,974	7	0,333333	3
	5,974	5,618	8	0,380952	2,625
	6,363	4,595	9	0,428571	2,333333
	3,955	4,48	10	0,47619	2,1
	5,618	4,268	11	0,52381	1,909091
	4,595	3,955	12	0,571429	1,75
	7,007	3,301	13	0,619048	1,615385

Y	Ho
0,047619	7,352
0,095238	7,057
0,142857	7,007
0,190476	6,636
0,238095	6,362
0,285714	6,188
0,333333	5,974
0,380952	5,618
0,428571	4,595
0,47619	4,48
0,52381	4,268
0,571429	3,955
0,619048	3,301

H	Y	Y^2	HxY	a	b
7,352	0,047619048	0,002267574	0,350095	7,958846	
7,057	0,095238095	0,009070295	0,672095		-7,078154
7,007	0,142857143	0,020408163	1,001		
6,636	0,19047619	0,036281179	1,264		
6,362	0,238095238	0,056689342	1,514762		
6,188	0,285714286	0,081632653	1,768		
5,974	0,333333333	0,111111111	1,991333		
5,618	0,380952381	0,145124717	2,14019		
4,595	0,428571429	0,183673469	1,969286		
4,48	0,476190476	0,22675737	2,133333		
4,268	0,523809524	0,274376417	2,235619		
3,955	0,571428571	0,326530612	2,26		
3,301	0,619047619	0,383219955	2,043476		
Somma	72,793	4,333333333	1,857142857	21,34319	

Tr	y	H(tr)
5	0,2	6,54322
10	0,1	7,25103
15	0,066667	7,48697
20	0,05	7,60494
25	0,04	7,67572
50	0,02	7,81728



270-300°N

DD	U	T	X	C*	L*	T*	H*	$\frac{g \cdot t}{U}$	$\frac{g \cdot X}{U^2}$	$f_1(\beta)$	$f_2(\beta)$	$F\left(\frac{g \cdot t}{U}\right)$	$F\left(\frac{g \cdot X}{U^2}\right)$	β_1	β_2	Min ($f_1(\beta) f_2(\beta)$)	Min ($\beta_1 \beta_2$)	To	Co	Ho	Lo
24,7	9	63	33,839	732,7181	21,66248	15,80133	12868,18	1013,014	0,122474	0,078776	-0,44068	-0,31977	0,488268082	0,374947076	0,078776	0,374947	5,928674	9,26119	4,90064	54,9066	
27,7	9	69	37,949	921,5153	24,29355	19,87281	11474,51	882,1827	0,114858	0,073348	-0,4191	-0,30471	0,469036688	0,359848637	0,073348	0,359849	6,381022	9,96781	5,73872	63,6048	
25,7	12	69	35,209	793,2485	22,5395	17,10669	16489,96	1024,83	0,139709	0,079245	-0,49149	-0,32107	0,531950982	0,376234928	0,079245	0,376235	6,189889	9,66924	5,33706	59,8515	
21,6	9	63	29,592	560,3386	18,94371	12,0839	14715	1324,653	0,131682	0,090159	-0,46741	-0,35107	0,511528164	0,405607501	0,090159	0,405608	5,608547	8,76112	4,28927	49,1372	
26,7	6	63	36,579	856,1809	23,41653	18,46385	7936,18	866,936	0,092273	0,072685	-0,35671	-0,30286	0,411036512	0,357978928	0,072685	0,357979	6,118703	9,55804	5,28365	58,4828	
24,1	12	30	33,017	697,5528	21,13627	15,04298	17584,73	506,7062	0,144307	0,054522	-0,50568	-0,25091	0,543761599	0,3040097	0,054522	0,30401	4,690241	7,32663	3,22905	34,3637	

N° anni di osservazione = 20

Y = probabilità di superamento = n/N+1
Tr = 1/Y

Calcolo con il metodo dei minimi quadrati, la retta che meglio interpola i punti sperimentali

Estrapola la retta interpolatrice dei valori sperimentali per Tr più elevati

DD	Ho	ordinamento decrescente	n	Y	Tr
270-300°N	4,9006375	5,738	1	0,047619	21
	5,7387158	5,337	2	0,095238	10,5
	5,3370551	5,283	3	0,142857	7
	4,2892689	4,9	4	0,190476	5,25
	5,2836499	4,289	5	0,238095	4,2
	3,2290482	3,22	6	0,285714	3,5

Y	Ho
0,047619	5,738
0,095238	5,337
0,142857	5,283
0,190476	4,9
0,238095	4,289
0,285714	3,22

H	Y	y^2	HxY	a	b
5,738	0,047619048	0,002268	0,273238	6,4062	
5,337	0,095238095	0,00907	0,508286		
5,283	0,142857143	0,020408	0,754714		-9,6702
4,9	0,19047619	0,036281	0,933333		
4,289	0,238095238	0,056689	1,02119		
3,22	0,285714286	0,081633	0,92		
Somma	28,767	1	0,206349	4,410762	

Tr	y	H(tr)
5	0,2	4,47216
10	0,1	5,43918
15	0,06667	5,76152
20	0,05	5,92269
25	0,04	6,01939
50	0,02	6,2128

