

Data: 06/09/07

Versione: 00

Modifiche: Versione Originale

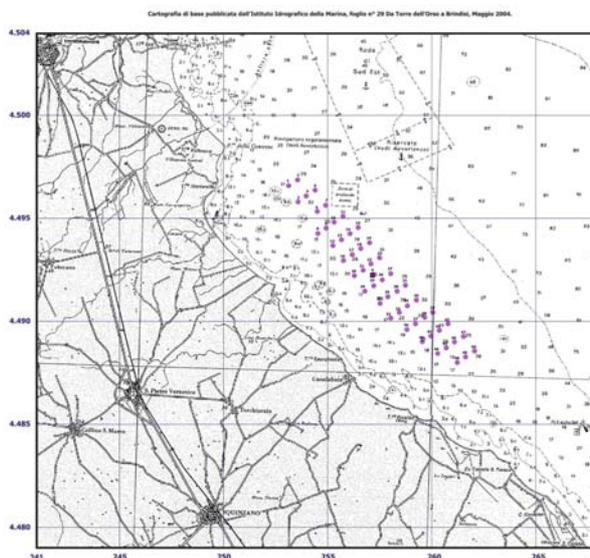
File: PR003-07 - CENTRALE EOLICA T.S.GENNARO _Allegato D.doc

Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:
Girolamo Mauro Gentile	Pallotti Fabio	Davide Trevisani

Committente: TREVI Energy S.p.A
Via Larga, 201 – 47023 CESENA (FC)

Opera: “CENTRALE EOLICA OFF-SHORE TORRE S.GENNARO (BRINDISI)”
Capitaneria di Porto di Brindisi (BR)

Oggetto: Individuazione caratteristiche moto ondoso al largo di Torre S.Gennaro (BR) - Caratteristiche onda di progetto.



Progettista: Ing. Girolamo Mauro Gentile
Sezione A Ordine degli Ingegneri
Provincia di Andria-Barletta-Trani n° 110

Revisioni

Versione	Data	Totale Pagine	Modifiche
00	06/09/2007	18	Versione Originale

Indice della Relazione.

1 Generalità	pag.	3
1.1 Dati considerati.....	pag.	3
2 Individuazione caratteristiche moto ondoso verificatosi nel 1973-2000	pag.	4
2.1 Individuazione tempeste di vento che hanno generato mareggiate in grado di raggiungere la zona al largo di Torre S.Gennaro.....	pag.	4
2.2 Calcolo delle caratteristiche del moto ondoso di tutte le mareggiate verificatesi.....	pag.	4
2.3 Diagrammi e tabelle riassuntive dello studio effettuato.....	pag.	7
3 Analisi statistica di lungo periodo delle onde estreme	pag.	14
Appendice 1	pag.	17

1 Generalità.

Le note che seguono riportano i risultati dello studio compiuto ai fini della determinazione delle caratteristiche del moto ondoso nella zona individuata dalla Trevi S.p.A. al largo di Torre S.Gennaro (Brindisi).

Nel seguito delle note sono riportate le massime caratteristiche del moto ondoso "storicamente" calcolate (massimi valori dell'altezza d'onda e relativo periodo), analiticamente dettagliate per direzione di provenienza del vento suscitatore, nonché le risultanze dell'analisi di tipo statistico che fornisce il valore dell'altezza d'onda di largo con uno stabilito tempo di ritorno.

Considerazioni ulteriori dettagliano, in analogia alla normativa relativa alla progettazione di moli, dighe ed opere a mare in genere, la relazione di rischio in modo da consentire l'adozione di un onda di progetto consona all'impianto che si vuol realizzare.

I dati contenuti in queste note hanno la definizione relativa alla stesura di un progetto di massima ed abbisognano di ulteriori elaborazioni, definizioni, integrazioni, rilievi e confronti per essere posti alla base di un progetto definitivo e/o esecutivo.

1.1 Dati considerati.

Per la determinazione delle massime caratteristiche del moto ondoso al largo di Torre S.Gennaro (Brindisi) o, come si suol dire, la determinazione del "clima ondoso", sono stati presi in considerazione i dati anemologici triorari misurati e registrati presso la stazione di Brindisi dall' A.M.I. fra il 1973 ed il 2000 mentre, la misura dei tratti di mare (fetch) sui quali il vento trasferisce energia al mare suscitando il moto ondoso che raggiunge la zona in studio, è stata effettuata sulla carta nautica dell'I.I. della Marina in scala 1:1.000.000.

Ulteriori analisi e considerazioni derivano da conoscenze pregresse sulle mareggiate verificatesi negli ultimi decenni e da considerazioni sugli effetti delle stesse sui litorali prospicienti la zona, in altre parole dalle "ore di mare" dell'autore delle note.

2 Individuazione caratteristiche moto ondoso verificatosi nel 1973-2000.

Lo studio per l'individuazione delle caratteristiche del moto ondoso verificatosi nell'intervallo di tempo per il quale erano disponibili i dati meteorologici si è articolato nelle seguenti fasi:

- Individuazione delle tempeste di vento che hanno generato mareggiate in grado di raggiungere la zona al largo di Torre S.Gennaro
- Calcolo delle caratteristiche del moto ondoso di ciascuna delle mareggiate individuate al punto precedente .
- Redazione di quadri e diagrammi sinottici.

2.1 Individuazione tempeste di vento che hanno generato mareggiate in grado di raggiungere la zona al largo di Torre S.Gennaro.

Questa prima fase dello studio, esaminati i dati anemologici su base annua, triennale e dell'intero periodo, verificate le direzioni di provenienza del vento suscitatore di ciascuna mareggiata, ha individuato nell'intero arco di tempo considerato, ben 3387 mareggiate che hanno interessato con il loro moto ondoso la zona oggetto dello studio. Si riporta di seguito, nella tabella e grafico n.1, il dettaglio del numero di mareggiate verificatosi nell'intero periodo per ogni direzione di provenienza e per ciascuna classe di altezza d'onda considerata. (Le direzioni di provenienza prese in considerazione partono dalla direzione nord e si susseguono ad intervalli di 10°).

2.2 Calcolo delle caratteristiche del moto ondoso di tutte le mareggiate verificatesi.

Il calcolo delle caratteristiche del moto ondoso associato a tutte le 3387 mareggiate verificatesi nell'intervallo di tempo per il quale erano disponibili dati anemologici è stato eseguito con il metodo SMB (Sverdrup-Munk- Bretschneider) risolvendo, con un codice di calcolo, le equazioni di seguito riportate:

$$\frac{gH}{U^2} = 0.283 \tanh \left[0.0125 \left(\frac{gF}{U^2} \right)^{0.42} \right],$$

$$\frac{gT}{2\pi U} = 1.20 \tanh \left[0.077 \left(\frac{gF}{U^2} \right)^{0.25} \right],$$

$$\frac{gt}{U} = K \exp \left\{ \left[A \left(\ln \left(\frac{gF}{U^2} \right) \right)^2 - B \ln \left(\frac{gF}{U^2} \right) + C \right]^{\frac{1}{2}} + D \ln \left(\frac{gF}{U^2} \right) \right\},$$

Ove: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ (accelerazione di gravità)

U = velocità del vento [nodi]

H = altezza d'onda [m]

T = periodo [sec]

t = durata dell'evento [ore]

F = fetches length [nautical miles]

A, B, C, D = costanti

exp = esponenziale

tanh = tangente iperbolica

Occorre precisare che nelle relazioni precedentemente riportate si conoscono, per ogni tempesta i parametri U, t, A, B, C, D, F (Fetch); un codice di calcolo, ideato e di proprietà dell'autore delle note, ha fornito per ognuna delle 3387 mareggiate l'altezza d'onda significativa ($H_{1/3}$) ed il suo periodo (T).

La già citata tabella n. 1 riporta, per ogni direzione di provenienza del vento suscitatore delle mareggiate, i valori delle altezze d'onda verificatesi raggruppati per campi significativi. Dalla tabella n. 1 si evince che:

- 1270 mareggiate hanno presentato altezze d'onda inferiori ad 1 metro.
- 1762 mareggiate hanno presentato altezze d'onda comprese fra 1 metro e 2 metri.
- 320 mareggiate hanno raggiunto altezze d'onda comprese fra 2 metri e 3 metri.
- 31 mareggiate hanno presentato altezze d'onda comprese fra 3 metri e 4 metri.
- 4 mareggiate hanno raggiunto altezze d'onda superiori a 4 metri.

Individuazione caratteristiche moto ondoso al largo di Torre S.Gennaro - Caratteristiche onda di progetto

	$H \leq 1$	$1 < H \leq 2$	$2 < H \leq 3$	$3 < H \leq 4$	$H > 4$	Tot
10	0	54	20	1	0	75
20	3	24	9	1	0	37
30	7	37	6	2	0	52
40	9	27	0	0	0	36
50	6	20	2	1	0	29
60	5	11	1	0	0	17
70	5	9	0	0	0	14
80	9	8	1	0	0	18
90	6	7	2	0	0	15
100	9	7	4	0	0	20
110	12	13	2	0	0	27
120	21	17	5	1	0	44
130	15	26	8	0	0	49
140	16	40	8	0	0	64
150	22	64	23	0	0	109
160	32	82	21	0	0	135
170	35	93	11	0	0	139
180	67	174	5	1	0	247
190	169	0	0	0	0	169
200	120	1	0	0	0	121
210	110	0	0	0	0	110
220	62	0	0	0	0	62
230	25	0	0	0	0	25
240	32	0	0	0	0	32
250	17	0	0	0	0	17
260	23	2	0	0	0	25
270	16	35	1	0	0	52
280	16	51	5	1	0	73
290	24	80	12	1	0	117
300	68	165	13	3	0	249
310	83	198	28	3	0	312
320	92	172	38	4	1	307
330	71	174	29	5	1	280
340	34	78	32	4	0	148
350	14	52	23	2	1	92
360	15	41	11	1	1	69
Tot	1270	1762	320	31	4	3387

Tabella n. 1 Distribuzione delle mareggiate per classi di altezza d'onda significativa $H_{(1/3)}$ e direzione di provenienza

Periodo di riferimento: 1973 - 2000

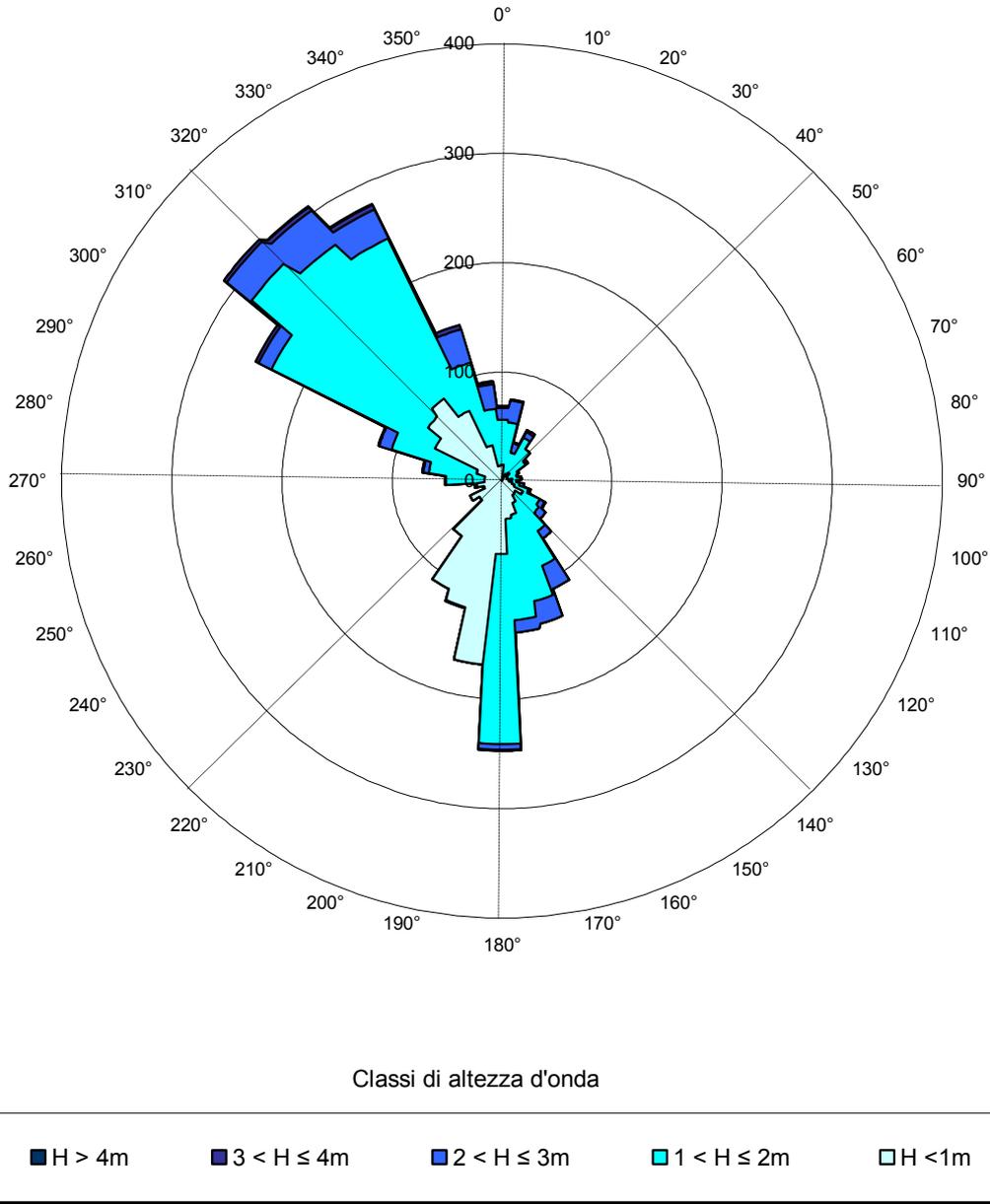


Grafico n. 1 Distribuzione delle mareggiate per classi di altezza d'onda e direzione di provenienza

2.3 Diagrammi e tabelle riassuntive dello studio effettuato.

In questo paragrafo vengono presentate alcune delle tabelle e diagrammi realizzati durante le varie fasi dello studio ritenute particolarmente interessanti al fine della presentazione del "clima ondoso" del paraggio.

Analiticamente la tabella n. 2 presenta per ogni singola direzione del vento suscitatore delle mareggiate la lunghezza del Fetch geografico e la lunghezza del Fetch efficace presi in considerazione per il calcolo del moto ondoso di ognuna delle 3397 mareggiate. In modo ancor

più immediato l'appendice n.1 mostra l'entità dei fetch geografici ed il grafico n. 2 presenta la comparazione tra fetch geografici ed efficaci.

Direzione [°N]	Fetch geografico [Km]	Fetch efficace [Km]
10	204	199,90
20	191	177,04
30	172	161,48
40	178	147,57
50	137	134,75
60	127	124,70
70	122	116,42
80	104	115,38
90	102	123,43
100	114	190,12
110	115	204,54
120	185	212,22
130	280	212,38
140	1000	203,25
150	30	184,48
160	17	158,46
170	13	123,97
180	12	84,15
190	11	12,00
200	11	10,34
210	10	9,80
220	10	9,68
230	10	9,63
240	10	9,67
250	11	9,95
260	12	25,25
270	11	65,34
280	11	130,82
290	14	182,37
300	220	227,07
310	505	263,89
320	730	303,29
330	380	319,04
340	280	320,74
350	242	297,02
360	227	249,26

Tabella n. 2 Fetch geografici ed efficaci per il paraggio oggetto di studio

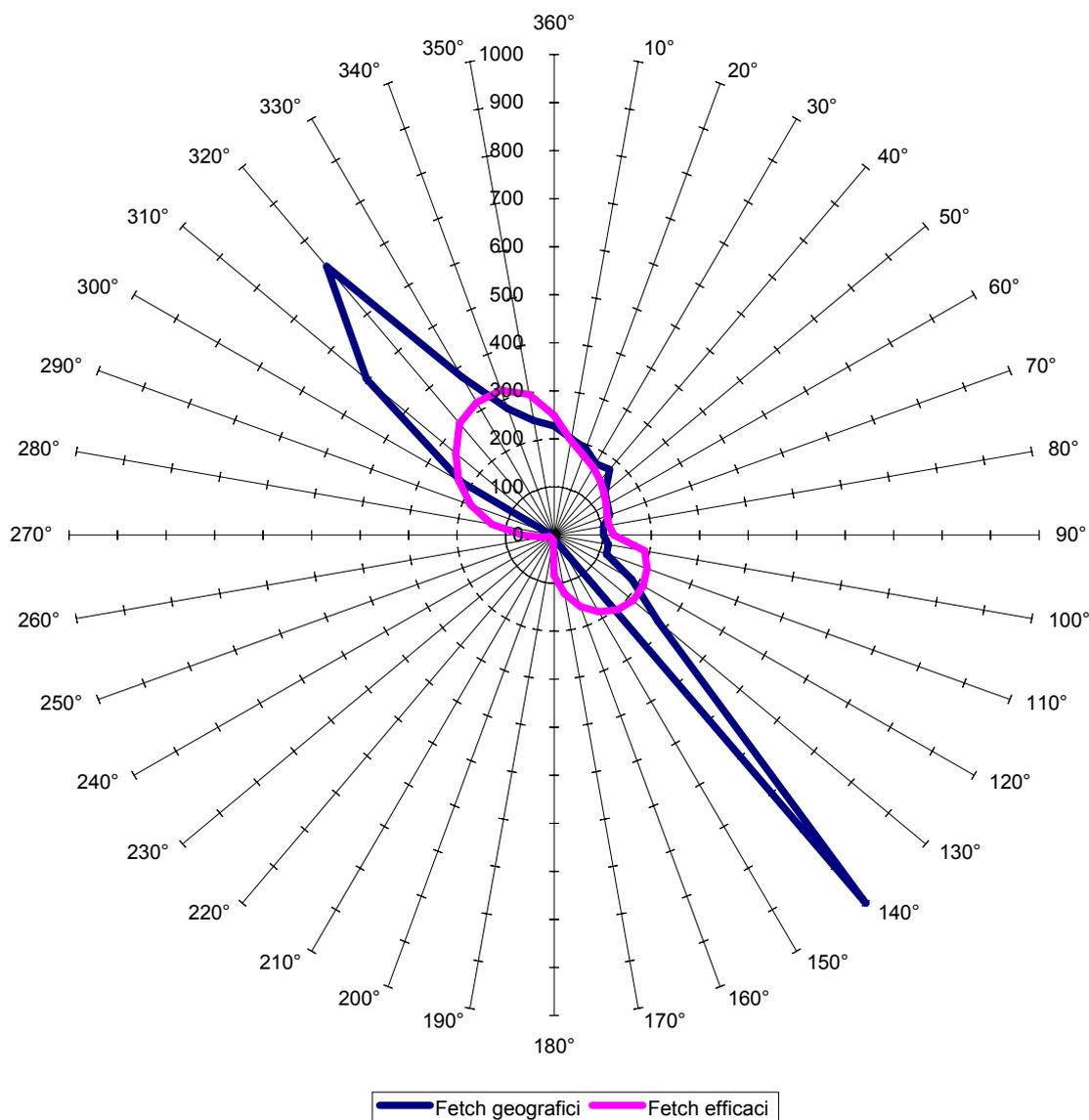


Grafico n. 2 Fetch geografici ed efficaci per il paraggio oggetto di studio

Si è giudicato particolarmente interessante presentare nella tabella n. 3 la distribuzione dei valori massimi dell'altezza d'onda significativa $H_{(1/3)}$ calcolata per i diversi anni e per le diverse direzioni di provenienza del vento suscitatore. Per una migliore sintesi e comprensione degli eventi meteo-marini calcolati per l'intervallo temporale in esame, le tabelle n. 4 e 5 mostrano rispettivamente i valori di $H_{(1/3)}$ max nei diversi anni e per le diverse direzioni di provenienza

Individuazione caratteristiche moto ondoso al largo di Torre S.Gennaro - Caratteristiche onda di progetto

Direz	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	MAX	Direz
10	2,28	2,08	2,19	0,00	2,18	2,27	2,42	3,05	2,65	2,09	2,69	1,71	2,44	2,60	2,89	1,37	1,54	1,49	2,33	1,87	2,18	1,73	0,00	2,54	2,32	1,74	1,83	1,67	3,05	10
20	1,41	0,00	1,85	2,10	1,43	2,83	0,00	3,08	2,11	2,76	1,89	2,58	0,78	1,71	1,61	1,51	1,53	0,00	1,45	1,84	0,00	2,33	1,34	1,29	1,75	2,14	0,00	3,08	20	
30	1,44	0,97	2,00	3,29	1,90	1,44	1,85	1,56	3,29	1,85	2,75	1,53	0,00	0,91	1,80	2,20	1,13	0,00	0,66	1,47	1,87	1,38	0,00	1,89	1,39	1,47	1,60	3,29	30	
40	1,25	0,00	0,00	1,80	0,00	0,00	1,06	1,06	0,00	1,88	1,59	0,00	1,12	0,00	0,96	1,69	1,15	0,00	0,88	1,42	1,32	1,55	1,77	1,33	1,40	1,06	1,88	1,88	40	
50	1,31	1,39	2,25	0,00	1,25	1,24	1,69	0,00	1,24	1,21	3,04	1,41	0,00	0,00	1,27	0,00	0,77	1,06	0,00	0,66	1,07	0,00	0,00	1,86	1,92	0,00	3,04	50		
60	0,00	0,00	1,40	0,00	1,23	1,94	0,00	1,19	1,19	0,00	1,09	0,00	1,09	0,00	0,91	0,00	1,00	1,29	0,00	1,55	0,72	2,27	0,00	1,12	0,00	0,66	0,00	3,04	60	
70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00	1,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	0,00	1,44	0,00	1,25	0,00	1,06	1,52	1,87	1,13	0,00	1,87	70	
80	0,94	1,12	2,00	2,32	0,66	0,00	1,05	0,87	0,00	1,23	1,10	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,78	0,00	1,62	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	2,32	80	
90	0,66	0,00	0,86	1,94	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	0,77	0,88	0,00	1,00	1,09	2,42	1,40	0,00	2,42	90	
100	0,00	0,00	2,03	1,65	0,77	2,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,00	2,09	1,29	0,00	0,00	0,00	0,77	1,93	0,00	1,18	1,63	0,00	0,00	1,21	0,00	0,00	2,61	100	
110	0,00	0,00	0,00	1,63	0,00	0,00	2,93	0,00	0,77	1,06	0,00	1,99	0,00	0,77	1,42	0,00	0,72	1,42	1,39	1,15	1,71	1,95	0,00	0,00	2,03	0,66	0,00	2,93	110	
120	2,55	0,00	3,08	2,45	1,78	1,50	0,00	1,36	1,06	0,00	2,38	1,19	0,00	0,00	1,05	1,19	0,88	2,74	1,39	1,79	1,94	0,00	0,66	1,05	1,25	0,94	0,00	3,08	120	
130	1,70	2,09	0,00	2,26	1,06	1,05	0,00	1,24	1,06	0,72	1,00	1,96	0,00	0,83	0,00	0,71	0,00	1,79	2,99	2,55	2,08	1,62	2,35	1,53	2,39	1,98	2,29	2,99	130	
140	0,66	2,90	1,92	1,99	2,15	2,34	0,94	2,17	0,00	1,48	0,00	1,70	1,73	0,00	1,40	1,00	1,00	1,99	1,89	2,28	1,93	2,25	2,47	1,70	0,00	1,00	1,58	0,00	2,90	140
150	2,63	2,05	2,65	2,38	2,41	1,72	1,96	1,54	2,38	2,50	2,53	1,72	1,24	1,75	2,53	1,70	1,24	1,62	2,04	0,94	2,85	1,71	1,75	2,19	2,28	1,91	1,83	0,94	2,85	150
160	2,25	2,71	2,60	2,29	1,68	1,75	2,20	2,12	1,46	1,70	1,68	2,98	1,46	1,89	2,17	2,25	1,48	1,59	1,96	2,08	1,62	2,35	1,53	2,39	2,39	1,98	2,29	1,77	2,98	160
170	1,45	1,46	2,08	1,49	1,58	2,34	2,50	2,18	1,51	1,05	1,61	1,05	1,71	0,00	2,16	1,51	1,52	1,69	1,65	2,06	1,69	1,12	2,23	2,28	1,61	1,64	1,37	2,50	170	
180	1,26	1,58	1,97	2,07	1,53	2,53	2,54	1,75	1,86	1,99	2,13	1,45	1,60	1,49	1,64	1,78	3,51	1,14	1,37	1,38	1,58	1,48	1,79	1,54	1,81	1,54	1,92	2,04	3,51	180
190	0,52	0,72	0,63	0,71	0,58	0,78	0,98	0,61	0,73	0,91	0,64	0,85	0,87	0,55	0,76	0,58	0,52	0,66	0,75	0,54	0,79	0,74	0,81	0,60	0,81	0,60	0,62	0,75	0,98	190
200	0,73	0,55	0,58	0,00	0,59	1,00	0,66	0,71	0,70	0,77	0,88	0,61	0,40	0,53	0,49	0,63	0,59	0,00	0,48	0,48	0,62	0,64	0,65	0,59	0,62	0,62	0,80	0,49	1,00	200
210	0,63	0,67	0,46	0,61	0,63	0,67	0,63	0,67	0,83	0,68	0,80	0,71	0,64	0,94	0,53	0,49	0,57	0,00	0,58	0,48	0,68	0,68	0,68	0,68	0,89	0,61	0,59	0,80	0,94	210
220	0,43	0,65	0,58	0,41	0,00	0,67	0,55	0,46	0,81	0,65	0,74	0,58	0,65	0,64	0,50	0,00	0,53	0,67	0,00	0,00	0,00	0,68	0,83	0,86	0,61	0,59	0,00	0,86	220	
230	0,00	0,56	0,00	0,65	0,00	0,00	0,50	0,69	0,43	0,48	0,61	0,65	0,00	0,50	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,77	0,00	0,58	0,48	0,00	0,00	0,69	0,64	0,46	0,77	230
240	0,81	0,82	0,63	0,68	0,65	0,00	0,73	0,00	0,93	0,63	0,00	0,00	0,50	0,62	0,00	0,39	0,71	0,59	0,00	0,00	0,54	0,00	0,48	0,44	0,00	0,64	0,67	0,00	0,93	240
250	0,65	0,44	0,49	0,00	0,45	0,63	0,51	0,70	0,89	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,53	0,00	0,00	0,60	0,00	0,60	0,49	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,58	0,89	250	
260	0,79	0,70	0,00	0,81	0,00	0,79	0,70	1,04	0,84	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00	0,86	0,00	0,84	0,71	1,04	0,66	0,83	0,00	1,04	260	
270	1,73	1,12	1,06	1,99	1,14	1,40	0,00	0,00	1,35	0,00	1,01	0,00	1,92	1,11	0,00	2,00	0,00	1,11	1,31	1,44	1,46	1,14	1,33	1,20	0,00	0,00	1,54	2,00	270	
280	1,46	1,21	1,83	3,51	2,10	1,68	1,50	0,00	1,38	0,00	2,80	1,98	1,47	0,00	1,41	0,00	0,83	1,26	2,11	1,67	0,00	0,00	1,46	2,11	0,00	1,59	1,68	0,87	3,51	280
290	2,38	1,65	2,21	2,63	1,75	1,42	1,83	1,97	0,00	3,07	2,08	1,65	1,26	2,28	2,09	2,14	2,03	1,64	1,97	1,58	2,65	1,89	1,72	1,96	1,62	2,43	2,11	1,18	3,07	290
300	2,00	1,44	2,42	3,31	0,97	1,63	2,46	2,80	3,70	3,02	1,48	1,85	2,30	1,72	1,63	1,81	1,89	1,72	0,00	0,81	2,32	1,60	2,34	1,46	1,97	1,94	1,60	3,70	300	
310	1,34	1,72	2,36	2,30	1,50	3,28	3,22	2,15	2,26	2,27	2,22	2,09	2,02	2,15	3,46	2,02	1,78	1,85	1,62	1,80	1,93	2,22	2,00	2,40	1,99	2,22	2,93	3,46	310	
320	4,08	2,41	1,77	2,43	2,72	2,66	3,79	2,61	3,83	2,55	2,88	2,25	2,87	1,99	1,66	2,70	1,96	2,10	1,39	1,59	2,10	2,21	2,27	2,66	2,01	2,09	1,51	4,08	320	
330	2,03	1,53	2,13	2,22	3,01	2,19	2,63	3,57	3,16	3,08	4,09	1,90	2,02	1,51	2,20	1,88	2,12	1,84	2,68	2,38	2,04	2,51	2,13	2,19	2,03	2,36	2,00	2,67	4,09	330
340	2,28	2,19	2,45	2,94	2,02	2,74	2,76	3,79	2,85	3,51	3,10	1,84	2,03	1,44	2,27	1,67	2,03	2,28	1,94	1,92	1,99	1,84	2,15	0,00	3,02	1,91	1,52	3,79	340	
350	1,51	2,24	2,75	2,33	3,07	2,71	1,98	2,75	4,50	2,45	2,32	2,10	0,78	1,61	2,06	2,14	1,55	1,33	1,42	2,53	2,03	0,00	2,33	1,77	2,36	1,52	1,91	4,50	350	
360	1,56	0,00	2,24	2,83	2,82	2,66	1,87	2,11	4,78	2,12	0,66	0,00	0,78	1,92	1,92	1,63	1,81	2,23	2,01	0,00	3,05	0,00	0,00	0,00	0,94	1,64	0,00	4,78	360	
MAX	4,08	2,90	3,08	3,51	3,07	3,28	3,79	3,79	4,78	3,51	4,09	2,98	2,87	2,60	3,46	2,70	3,51	2,74	2,99	2,55	2,85	3,05	2,47	2,66	3,02	2,43	2,93	2,76	4,78	MAX

Tabella n. 3 Distribuzione dei valori massimi delle altezze d'onda H_(1/10) nei diversi anni e per le diverse direzioni di provenienza

Anno	H max [m]	Anno	H max [m]
1951	0,00	1976	3,51
1952	0,00	1977	3,07
1953	0,00	1978	3,28
1954	0,00	1979	3,79
1955	0,00	1980	3,79
1956	0,00	1981	4,78
1957	0,00	1982	3,51
1958	0,00	1983	4,09
1959	0,00	1984	2,98
1960	0,00	1985	2,87
1961	0,00	1986	2,60
1962	0,00	1987	3,46
1963	0,00	1988	2,70
1964	0,00	1989	3,51
1965	0,00	1990	2,74
1966	0,00	1991	2,99
1967	0,00	1992	2,55
1968	0,00	1993	2,85
1969	0,00	1994	3,05
1970	0,00	1995	2,47
1971	0,00	1996	2,66
1972	0,00	1997	3,02
1973	4,08	1998	2,43
1974	2,90	1999	2,93
1975	3,08	2000	2,76
H max osservata: 4,78			

Tabella n. 4 Serie storica dei valori $H_{(1/3)}$ max nel periodo 1973-2000

Direzione [°N]	H max [m]
10	3,05
20	3,08
30	3,29
40	1,88
50	3,04
60	2,27
70	1,87
80	2,32
90	2,42
100	2,61
110	2,93
120	3,08
130	2,99
140	2,90
150	2,85
160	2,98
170	2,50
180	3,51
190	0,98
200	1,00
210	0,94
220	0,86
230	0,77
240	0,93
250	0,89
260	1,04
270	2,00
280	3,51
290	3,07
300	3,70
310	3,46
320	4,08
330	4,09
340	3,79
350	4,50
360	4,78
MAX	4,78

Tabella n. 5 Distribuzione, per direzione di provenienza, dei valori di $H_{(1/3)}$ max calcolati nel periodo 1973-2000

I successivi grafici n. 3 e 4 mostrano in maniera esplicita quanto riportato nelle tabelle n. 4 e 5.

Individuazione caratteristiche moto ondoso al largo di Torre S.Gennaro - Caratteristiche onda di progetto

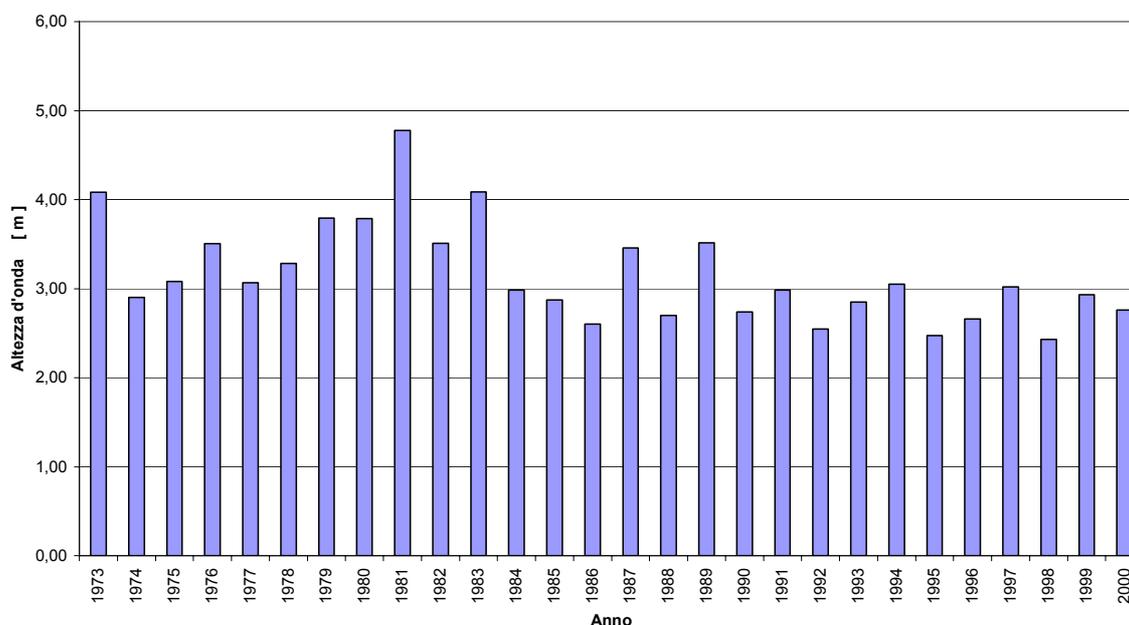


Grafico n. 3 Distribuzione, su base annuale, dei valori massimi dell'altezza d'onda $H_{(1/3)}$

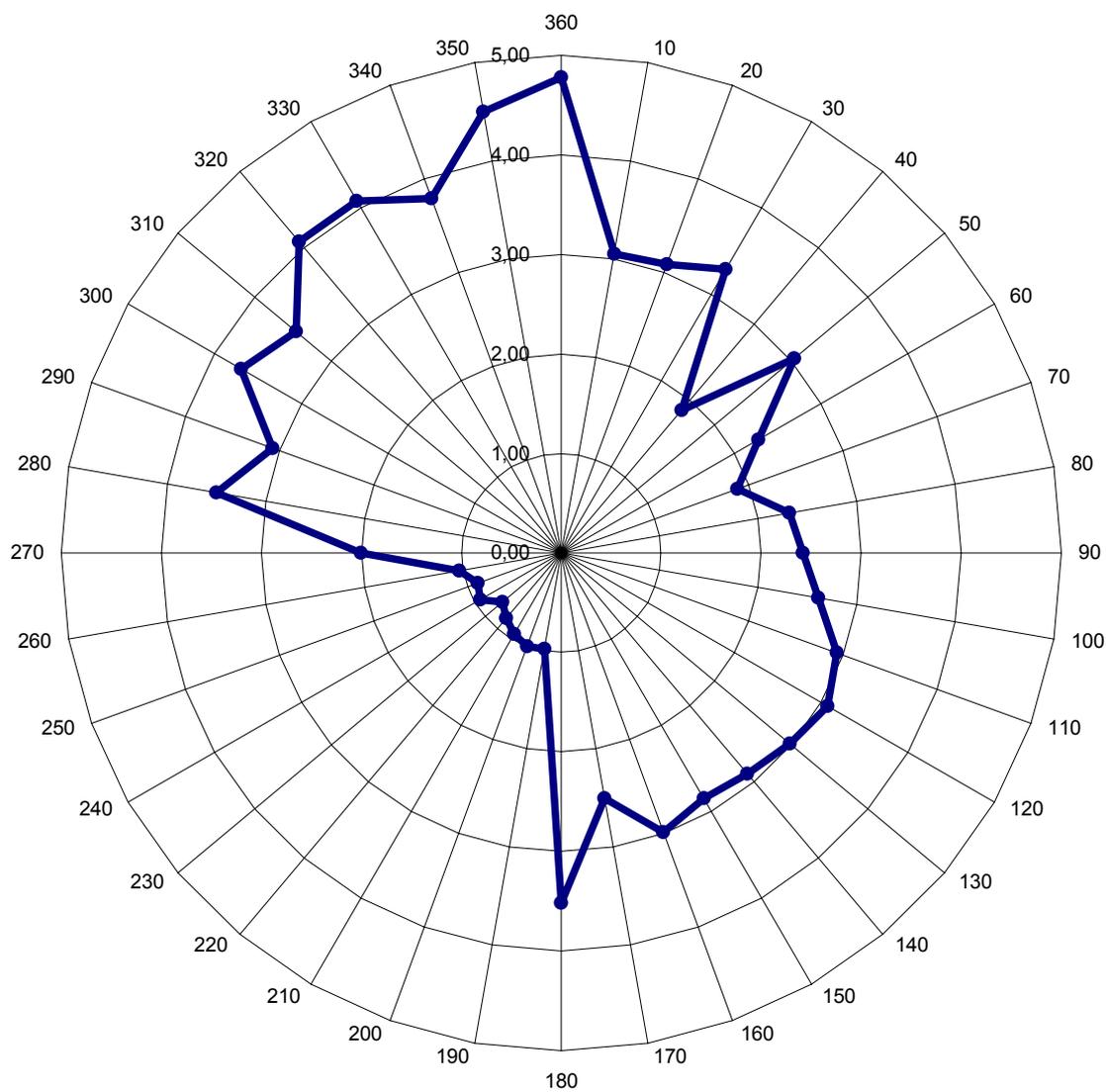


Grafico n. 4 Distribuzione, per direzione di provenienza, dei valori massimi dell'altezza d'onda $H_{(1/3)}$

A conclusione di questo paragrafo si è ritenuto indispensabile presentare nel grafico n. 5 la relazione intercorrente tra periodo ed altezza d'onda.

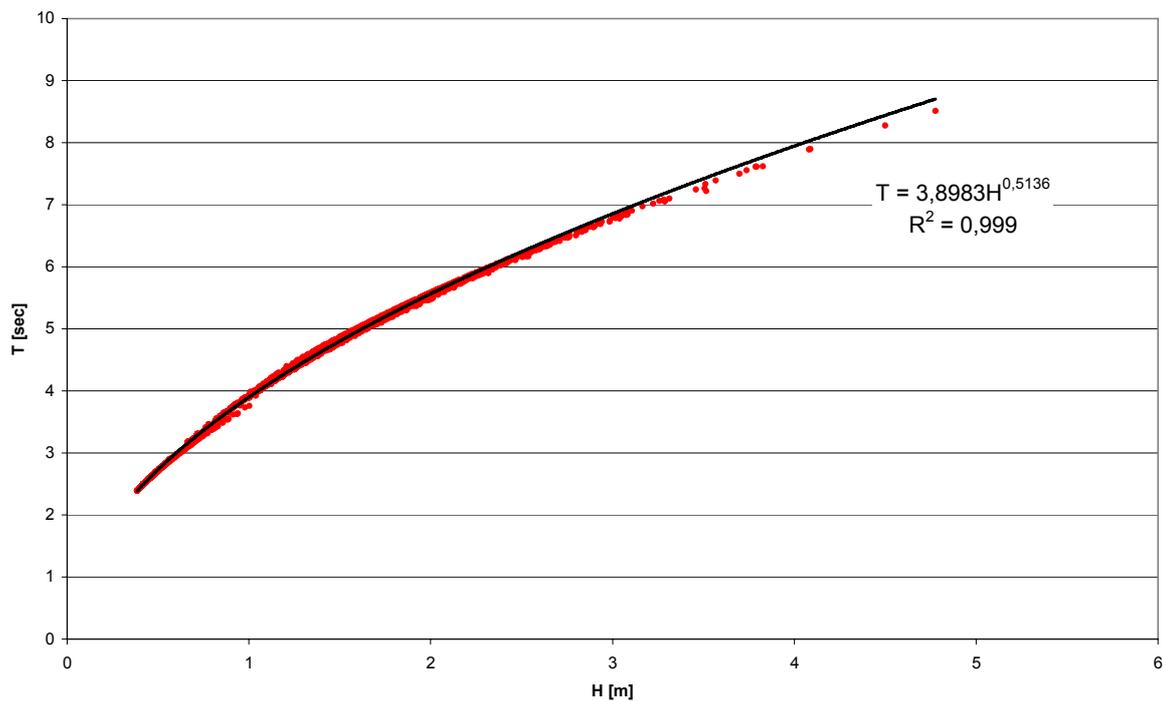


Grafico n. 5 Legge di correlazione tra periodo ed altezza d'onda.

3 Analisi statistica di lungo periodo delle onde estreme.

Attuali considerazioni sulla vita di un'opera marittima, sul costo della stessa e sul rischio insito nell'intero intervento, hanno suscitato approcci statistici alla soluzione della "vexata quaestio" dell'individuazione dell'onda di progetto. In effetti reca gran conforto alla progettazione un'analisi tendente a stabilire le caratteristiche di un'onda che, pur storicamente mai presentatasi nel paraggio (dai dati a disposizione), può presentarsi ed essere superata almeno una volta in un periodo di tempo stabilito (Tempo di ritorno).

Essendo, considerazioni di tale tipo, ormai stabilmente introdotte sia nella pratica progettuale che nelle norme per la realizzazione di opere marittime è sembrato opportuno, anche alla conclusione di queste note, calcolare e riportare le massime altezze d'onda, per direzione di provenienza del vento suscitatore, con tempi di ritorno pari a 50, 100, 200, 500 anni.

L'approccio seguito in questo studio per la determinazione del binomio altezza d'onda – tempo di ritorno [$H(Tr)$] ha ipotizzato –come da prassi consolidata- e successivamente verificato, che la distribuzione del valore delle altezze d'onda storicamente calcolate possa essere convenientemente rappresentata dalla distribuzione di Gumbel.

La tabella ed il grafico n. 6 riportano, per ciascuna direzione di provenienza del vento suscitatore e per i predetti valori del tempo di ritorno, le varie $H(Tr)$ calcolate.

	Tempo di ritorno			
	50	100	200	500
360	4,42	4,92	5,41	6,06
10	3,31	3,55	3,79	4,10
20	3,35	3,66	3,97	4,38
30	3,41	3,77	4,12	4,58
40	2,21	2,38	2,56	2,78
50	2,89	3,20	3,50	3,91
60	2,35	2,59	2,82	3,13
70	2,16	2,35	2,53	2,78
80	2,43	2,69	2,95	3,29
90	2,92	3,25	3,57	4,00
100	3,12	3,45	3,78	4,22
110	3,04	3,38	3,73	4,18
120	3,37	3,75	4,12	4,61
130	3,28	3,64	3,99	4,46
140	3,22	3,53	3,82	4,22
150	3,30	3,58	3,86	4,22
160	3,08	3,30	3,52	3,81
170	2,79	3,01	3,23	3,52
180	3,03	3,29	3,55	3,89
190	1,02	1,09	1,15	1,24
200	0,97	1,04	1,11	1,21
210	0,96	1,02	1,09	1,17
220	0,94	1,01	1,07	1,16
230	0,85	0,91	0,96	1,04
240	0,99	1,07	1,14	1,24
250	0,88	0,94	1,01	1,09
260	1,11	1,18	1,24	1,33
270	2,19	2,36	2,53	2,75
280	3,28	3,61	3,94	4,38
290	3,09	3,33	3,57	3,88
300	3,65	3,99	4,32	4,76
310	3,55	3,83	4,11	4,38
320	4,13	4,50	4,86	5,34
330	3,88	4,20	4,51	4,93
340	3,84	4,16	4,48	4,91
350	3,95	4,33	4,71	5,21
MAX	4,42	4,92	5,41	6,06

Tabella n. 6 Valore delle altezze d'onda, con assegnati tempi di ritorno, secondo la legge di distribuzione di Gumbel

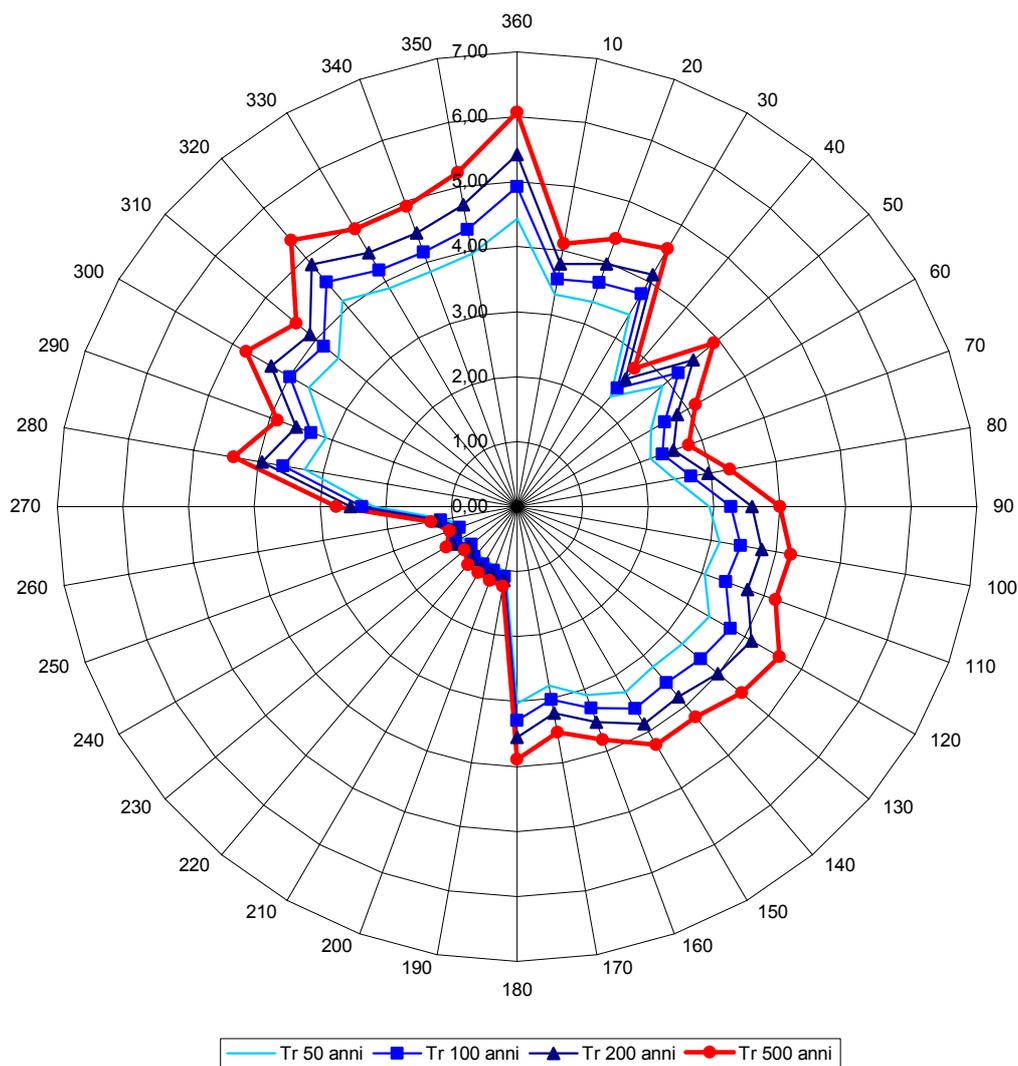


Grafico n. 6 Valore delle altezze d'onda, con assegnati tempi di ritorno, secondo la legge di distribuzione di Gumbel

Per la valutazione del tempo di ritorno da adottare, può essere conveniente far riferimento alla classica relazione $Tr = \frac{T_v}{-\ln(1-E)}$ che fornisce il tempo di ritorno Tr dell'evento

di progetto in funzione della vita utile di quanto previsto in progetto T_v e della massima probabilità di danneggiamento ammissibile E nel periodo di vita utile dell'opera.

Si riportano di seguito i valori del tempo di ritorno Tr da adottare in funzione dei prima definiti parametri T_v ed E .

T_v	E	Tr
25 anni	0.10	237 anni
25 anni	0.20	112 anni
50 anni	0.10	475 anni
50 anni	0.20	224 anni

Appendice 1

