

**Università degli Studi di Trieste
Dipartimento di Fisica Teorica**

**Laboratorio di Climatologia
LC**

Franco Stravisi

**CARATTERISTICHE
METEOCLIMATICHE E MARINE
DEL PORTO DI
TRIESTE**

**Rapporto Interno
LC 92/2**

Trieste 1992

INDICE

	pag.
1. PRESSIONE ATMOSFERICA, TEMPERATURA DELL'ARIA E PRECIPITAZIONI	3
2. VENTO	4
3. TEMPERATURA, SALINITA' E DENSITA' DEL MARE	5
4. LIVELLO DEL MARE	6
5. MOTO ONDOSO	7
6. CIRCOLAZIONE DELLA CORRENTE MARINA	7

Fig. 1 - 6

CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE E MARINE DEL PORTO DI TRIESTE

Franco Stravisi
*Università di Trieste, Dipartimento di Fisica Teorica
Laboratorio di Climatologia*

RIASSUNTO. In questa relazione vengono presentati, in forma di tabelle e grafici, alcuni dati statistici tratti dalla letteratura scientifica od elaborati in base ai dati contenuti nell'archivio del Laboratorio di Climatologia del Dipartimento di Fisica Teorica dell'Università di Trieste, descrittivi le caratteristiche climatiche meteomarine del porto di Trieste.

1. **PRESSIONE ATMOSFERICA, TEMPERATURA DELL'ARIA E PRECIPITAZIONI**

La seguente tabella riporta i valori medi mensili ed annuali della pressione atmosferica (ridotta al livello del mare) e della temperatura dell'aria ed i totali mensili ed annuale delle precipitazioni a Trieste (riferiti alla parte urbana marittima della città). Il periodo di riferimento è l'ultimo decennio normale 1981-1990.

1981-1990	Pressione l.m. hPa	Temperatura aria °C	Precipitazioni mm
GEN	1019.3	5.4	58
FEB	1017.6	5.8	55
MAR	1016.2	9.2	71
APR	1013.8	13.0	69
MAG	1014.4	17.6	81
GIU	1014.6	20.7	104
LUG	1015.4	24.1	48
AGO	1014.9	23.6	97
SET	1016.9	20.4	88
OTT	1018.7	15.9	90
NOV	1018.4	10.2	70
DIC	1017.8	7.3	82
Anno	1016.5	14.5	913

Dati climatici medi mensili ed annuali di Trieste (livello del mare) dell'ultimo decennio normale.

L'andamento medio (1981-1990) della pressione atmosferica giornaliera ridotta al livello del mare è rappresentato nella *Figura 1*. Si nota che la pressione è normalmente inferiore alla media annuale durante la primavera e l'estate, maggiore durante l'autunno e l'inverno. Situazioni depressionarie si verificano normalmente durante la seconda decade di febbraio, alla fine di febbraio-inizi di marzo, a fine novembre ed a metà dicembre.

L'andamento medio (1981-1990) della temperatura media giornaliera dell'aria al livello del mare (*Figura 2*) presenta un minimo inferiore a 4 °C in gennaio ed un massimo (24.5 °C) in luglio-agosto; sono presenti delle tipiche oscillazioni a cadenza mensile, con periodi alternati più caldi e più freddi di uno-due gradi. I valori estremi assoluti 1981-1990 sono rispettivamente uguali a -9.2 °C (8/1/85) e 35.5 °C (14/8/88).

Le precipitazioni normali totali (1981-1990) al livello del mare a Trieste sono pari a 913 mm/anno; il mese più piovoso è mediamente giugno con 104 mm. L'andamento delle precipitazioni totali giornaliere (ore 0-24) è rappresentato dalla *Figura 3*: il periodo meno piovoso è normalmente la seconda metà di luglio; i più piovosi sono inizio di giugno, fine agosto e metà dicembre. La massima quantità d'acqua caduta in una giornata è stata pari a 77.0 mm (24/5/82).

2. VENTO

Il vento nella zona portuale di Trieste è caratterizzato da un tipico regime locale di brezza che si instaura durante le giornate di tempo stabile e sereno, in maniera più accentuata nei mesi estivi, con alternanza di *brezza di mare* proveniente da WNW durante le ore diurne e di *brezza di terra* dai settori orientali durante le ore notturne. A scala maggiore, sono presenti impulsi di *venti meridionali* da scirocco (SE) e libeccio (SW) che solitamente interessano tutto il bacino Adriatico, e le caratteristiche invasioni della *bora* (ENE) di origine continentale. Questa situazione è descritta nella *Figura 4* dalla distribuzione, secondo 16 settori di provenienza, della frequenza percentuale del vento e del vento filato (i dati medi 1987-1991 si riferiscono alla stazione meteorologica dell'Istituto Nautico, la più rappresentativa delle rive cittadine). Il *vento dominante* è da ENE, con una frequenza media annuale pari al 22.4 % (1960 ore/anno); i venti da E, ENE e NE assieme totalizzano 4367 ore/anno ed un totale annuo di vento filato di 69665 km, corrispondente ad una velocità media di 4.4 m/s (metri al secondo) pari a 16.0 km/h (chilometri all'ora). La bora è più frequente nei mesi invernali. La massima raffica annuale di questo vento è mediamente pari a 40 m/s (145 km/h); la massima assoluta dal 1987 è stata di 46 m/s (166 km/h). La massima raffica della bora registrata a Trieste durante questo secolo è stata di 171 km/h.

Episodi di groppi di vento con forti raffiche si possono verificare di preferenza nei mesi caldi: sono i cosiddetti "*neverini*", caratterizzati da un picco improvviso con velocità massima normalmente compresa tra 20 e 40 m/s, solitamente da NW-NNW, che rapidamente diminuisce per esaurirsi nel giro di un'ora.

La velocità media annuale del vento è di 3.2 m/s; il mese meno ventoso è giugno (2.5 m/s) ed il più ventoso novembre (3.7 m/s).

Dati statistici sulla velocità media oraria del vento. La *Figura 5* riporta, per le sedici direzioni di provenienza (N, NNE, ... NNW) i quantili di probabilità cumulativa 50%, 90%, 95%, 99% della velocità media oraria del vento a Trieste (Istituto Nautico, 1987-1991); la velocità in metri al secondo è riportata sull'asse delle ordinate. Da questo grafico si può desumere, per esempio, che il vento da NE, in assoluto il più veloce, ha una probabilità pari al

50% di superare una velocità media oraria di 5.6 m/s (20 km/h), probabilità 10% di superare 11.8 m/s (42 km/h), probabilità 5% di superare 13.6 m/s (49 km/h) ed infine una probabilità di 1% di superare, sempre come media oraria, i 18.4 m/s (66 km/h). La tabella seguente (dalla quale è tratto il grafico della Fig. 5) riporta, per ogni direzione del vento e per un vento di direzione qualsiasi ("Totale"), il valore di velocità media oraria avente una data probabilità, indicata in cima ad ogni colonna, di essere superata. Ad esempio, la probabilità di avere un'ora con velocità media del vento superiore a 13.0 m/s (47 km/h) è di 1 %, pari cioè a 7 ore al mese, o 88 ore all'anno.

Direzione	50 %	10 %	5 %	1 %
N	0.8	3.7	4.6	8.4
NNE	2.7	6.3	7.6	10.4
NE	5.6	11.8	13.6	18.4
ENE	4.7	10.1	11.7	15.8
E	1.8	4.3	5.1	7.0
ESE	1.7	3.2	3.9	5.3
SE	1.3	2.8	3.4	4.4
SSE	1.4	2.9	3.5	4.7
S	1.2	3.0	3.6	4.6
SSW	1.4	3.4	4.0	4.9
SW	1.5	4.0	4.8	6.5
WSW	1.9	4.0	4.6	5.8
W	1.4	2.9	3.5	4.5
WNW	1.2	2.0	2.5	3.0
NW	1.1	2.1	2.7	3.9
NNW	0.6	2.3	3.3	5.7
Totale	1.8	6.7	9.1	13.0

Velocità media oraria (m/s) con probabilità pari a 50%, 10%, 5%, 1% di essere superata per ciascuna direzione e da una direzione qualsiasi.

3. TEMPERATURA, SALINITA' E DENSITA' DEL MARE

I valori medi mensili della temperatura, della salinità e della densità dell'acqua marina alla *profondità di un metro* nella rada di Trieste sono riportati nella tabella seguente. Nel mese di febbraio si ha la minima temperatura (7.0 °C), la massima salinità (37.7 psu, "unità di salinità pratica"; 1 psu equivale ad un grammo di sali in un chilogrammo di acqua marina) e di conseguenza la massima densità dell'acqua (1029.6 kg/m³). I mesi più caldi sono luglio e agosto, mentre in giugno, in corrispondenza al massimo apporto di acqua dolce, si ha il minimo della salinità e della densità. Il gradiente termico verticale medio mensile è praticamente nullo durante l'autunno e l'inverno, e massimo in giugno (-0.4 °C/m); mediamente nell'anno la temperatura diminuisce con la profondità di un grado ogni sette metri.

	Temperatura °C	Salinità psu	Densità kg/m ³
GEN	8.0	37.5	1029.3
FEB	7.0	37.7	1029.6
MAR	8.5	36.8	1028.7
APR	12.3	35.1	1026.7
MAG	17.2	33.6	1024.4
GIU	21.4	33.4	1023.2
LUG	23.7	34.6	1023.4
AGO	23.6	36.2	1024.6
SET	21.6	37.1	1025.9
OTT	18.4	37.1	1026.8
NOV	14.6	36.8	1027.5
DIC	10.9	37.0	1028.3
Anno	15.6	36.1	1026.5

Valori medi mensili ed annuali della temperatura, salinità e densità dell'acqua di mare nel porto di Trieste alla profondità di un metro.

4. LIVELLO DEL MARE

Per livello del mare si intende l'altezza, mediata nel un tempo di circa un minuto per eliminare le variazioni del moto ondoso, raggiunta dall'acqua marina rispetto ad un piano convenzionale di riferimento.

Il livello del mare a Trieste è misurato al mareografo (Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste del C.N.R.) situato alla base del molo Sartorio. Il caposaldo orizzontale di riferimento è il n. 39 I.G.M., situato circa 46 cm al di sotto del piano del molo. Nel seguito, prendiamo come riferimento il livello medio del mare 1939-1986: esso si colloca circa 119 cm al di sotto del piano del molo Sartorio presso la cabina mareografica, e 73.3 cm al di sotto della quota IGM n. 39.

L'istogramma delle altezze orarie del livello del mare a Trieste, riferite al livello medio sopra specificato, è rappresentato nella *Figura 6*. L'ampiezza di ogni classe di frequenza è di 1 cm; la barra verticale corrispondente ha un'altezza proporzionale alla probabilità di occorrenza di quel livello, secondo la scala percentuale indicata a sinistra. La massima probabilità è per un livello di 3 cm superiore al livello medio. In base al corrispondente istogramma cumulativo si calcolano le seguenti probabilità:

20 % :	livello >	26 cm	e livello <	-27 cm
10 % :	livello >	38 cm	e livello <	-42 cm
5 % :	livello >	47 cm	e livello <	-53 cm
1 % :	livello >	66 cm	e livello <	-71 cm
0.1 % :	livello >	94 cm	e livello <	-89 cm
0.01 % :	livello >	124 cm	e livello <	-108 cm

I livelli estremi registrati a Trieste sono rispettivamente 131 cm al di sotto e 200 cm al di sopra del livello medio (acqua alta del 26/11/69).

5. MOTO ONDOSO

Le onde gravitazionali di superficie presenti nel Golfo di Trieste sono originate dalla brezza di mare, dai venti meridionali e dalla bora. Le onde di brezza provengono generalmente da ponente, con una lunghezza tipica di 5 m ed un'ampiezza di 40 cm. Nella zona portuale in esame le onde da bora non sono ancora formate, anche se durante episodi di forte intensità il mare può essere notevolmente agitato anche a breve distanza dalla riva. Le onde prodotte dai venti meridionali possono entrare nel bacino portuale deviando la loro traiettoria per rifrazione, raggiungendo altezze dell'ordine di un metro sopra il livello medio del momento durante situazioni particolarmente violente; la combinazione più pericolosa si manifesta in concomitanza a forti libecciate sul bacino Adriatico, se il vento sul golfo gira da ponente: in casi simili le onde hanno raggiunto ampiezze superiori ai due metri. I groppi di vento da NW-NNW (neverini) producono onde dalla stessa direzione che possono raggiungere lunghezze di 8 m ed ampiezze di 50-100 cm.

6. CIRCOLAZIONE DELLA CORRENTE MARINA

La circolazione marina nel Golfo di Trieste è caratterizzata dalla presenza di due strati. Lo strato di fondo (dai 5 m al fondo, appena superiore a 20 m di fronte a Trieste), percorre il golfo ruotando normalmente in senso antiorario, con correnti di debole intensità (circa 5 cm/s). Lo strato superficiale è fortemente influenzato dal vento: la circolazione ruota nel golfo in senso orario in presenza di venti occidentali (brezze di mare) con velocità di circa 10 cm/s; la velocità si riduce in presenza di venti orientali (brezze di terra) di debole intensità, ed inverte il verso di rotazione con venti orientali di intensità maggiore o in presenza di bora. In caso di bora, l'acqua nel golfo tende quindi a circolare in senso antiorario su tutta la colonna, dalla superficie al fondo, con velocità crescente in funzione della velocità del vento; questa situazione è la più efficace per il ricambio dell'acqua marina.

La circolazione nella zona portuale è influenzata dalla circolazione generale nel golfo. La corrente superficiale è quindi normalmente diretta verso le rive in caso di venti occidentali o di assenza di vento; è diretta verso il largo in caso di venti orientali. La circolazione locale, alla scala di poche decine di metri presso le rive e tra i moli, presenta comunque una grande variabilità, sia per quanto riguarda la direzione che l'intensità della corrente; quest'ultima normalmente rimane limitata a valori bassi, non superiori a circa 10 cm/s.

**Fig. 1.- Pressione atmosferica al livello del mare a Trieste
(valori medi 1981-1990)**

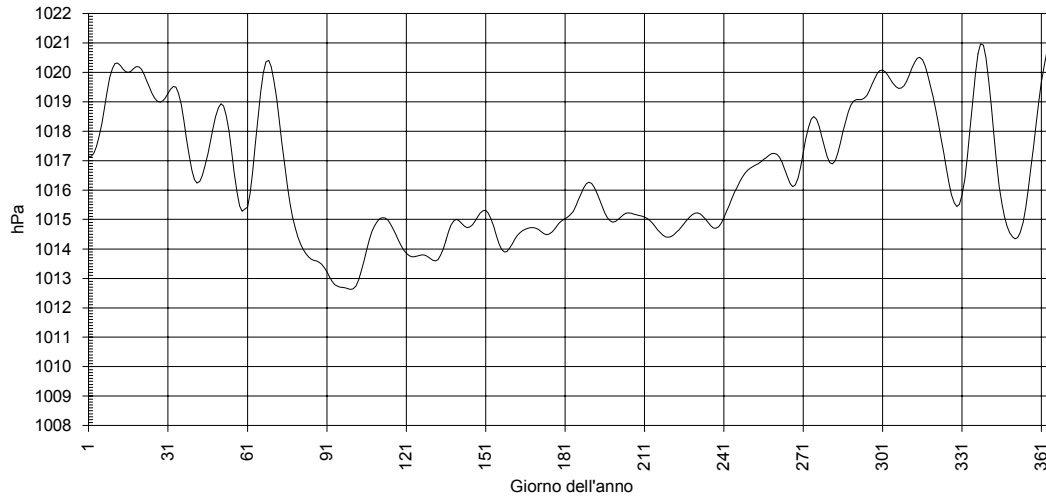


Fig. 2.- Temperatura dell'aria a Trieste (valori medi 1981 - 1990)

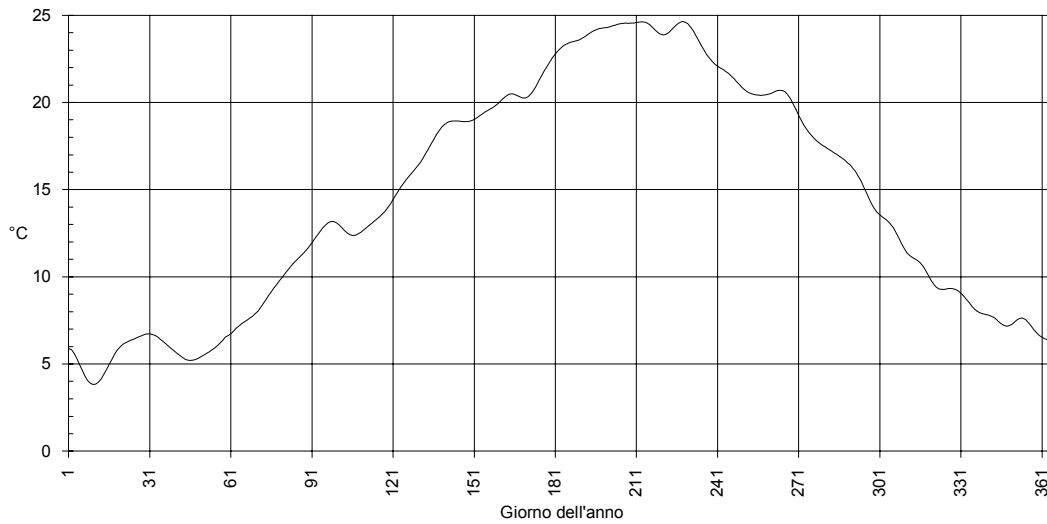
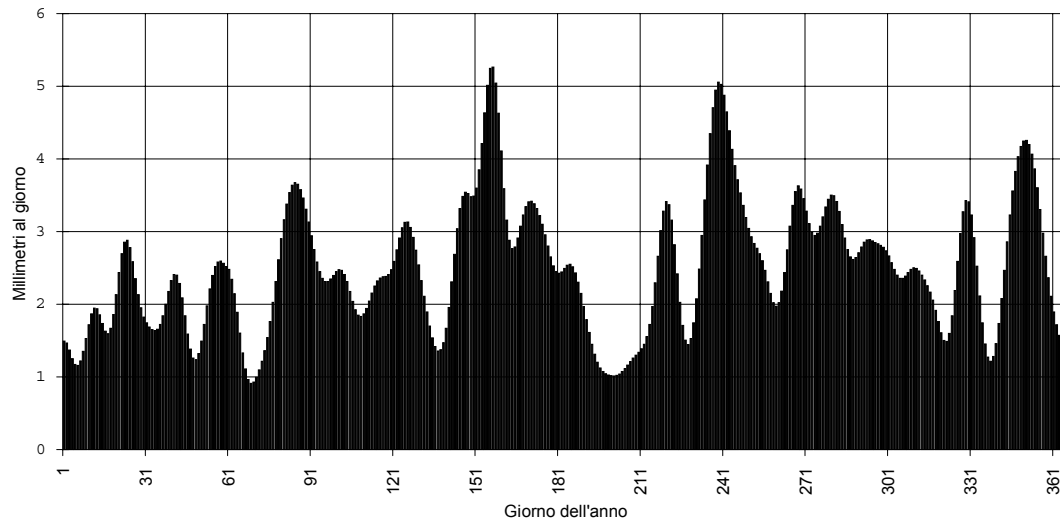


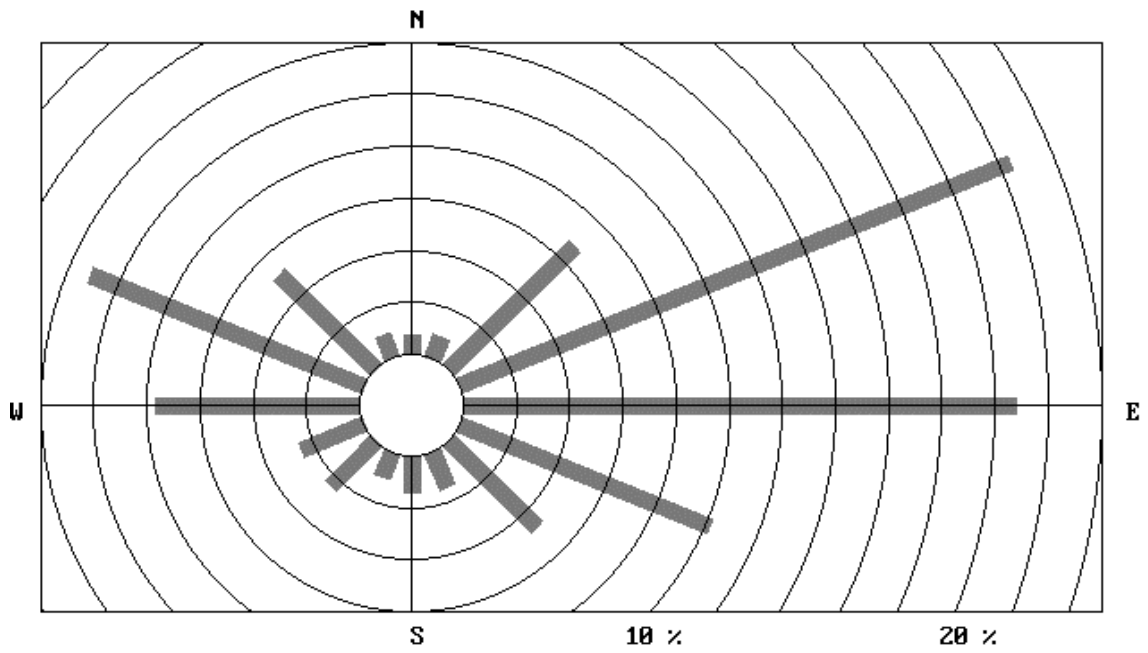
Fig. 3.- Precipitazioni totali giornaliere a Trieste (valori medi 1981 - 1990)



TRIESTE - ITN

Frequenza percentuale del vento

ANNI 1987 - 1991



TRIESTE - ITN

Vento annuo filato (Totale: 100868 km) ANNI 1987 - 1991

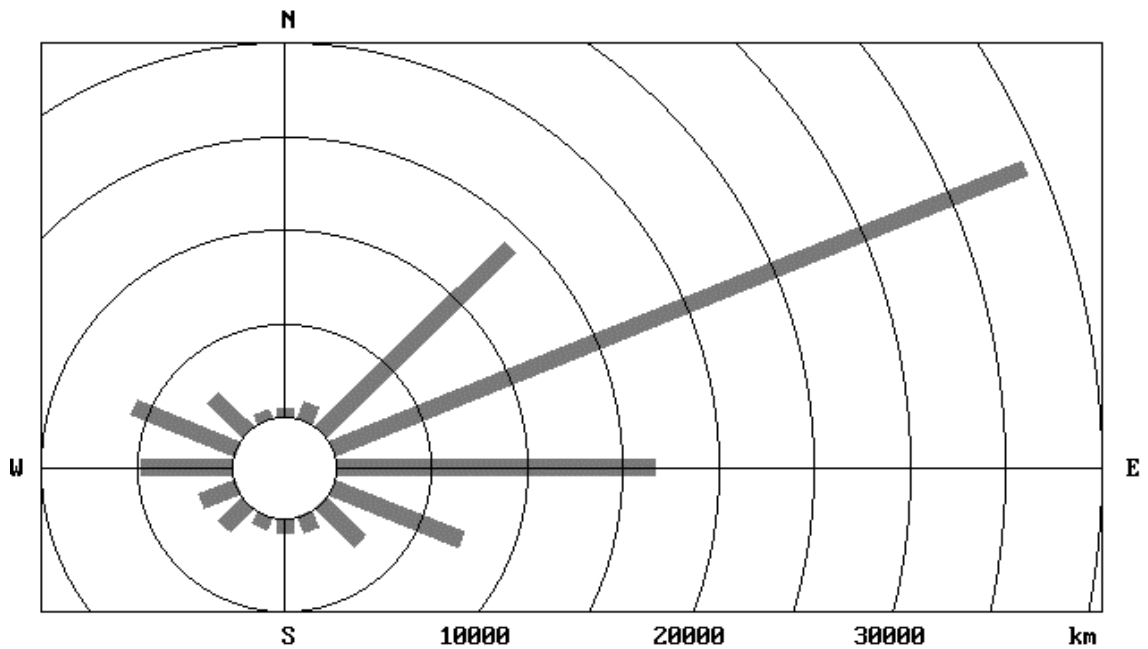


Fig. 4.- Distribuzione direzionale annuale media (1987-1991) del vento a Trieste.

Fig. 5.- Velocità del vento a Trieste: quantili 50 %, 90 %, 95 %, 99 % in funzione della direzione

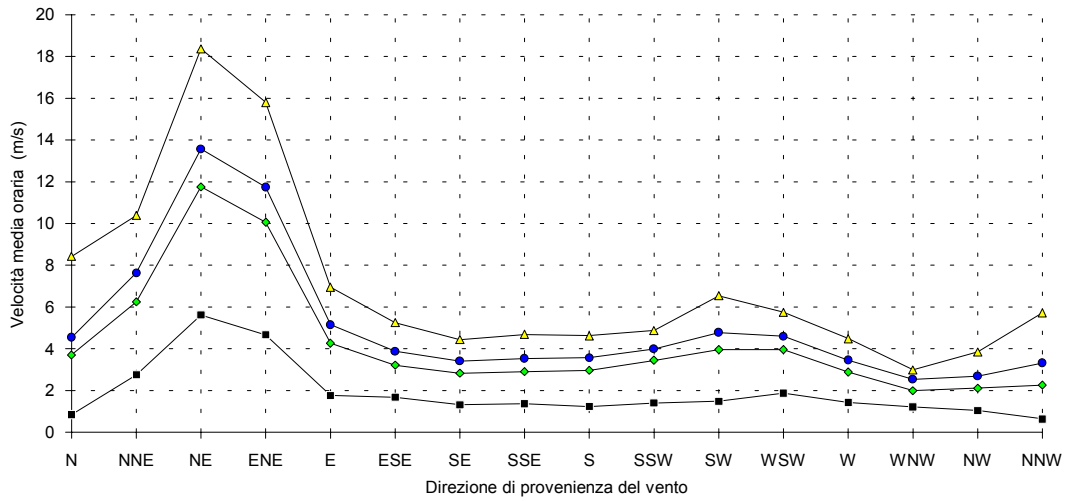


Fig. 6.- Probabilità di occorrenza del livello del mare a TRIESTE

