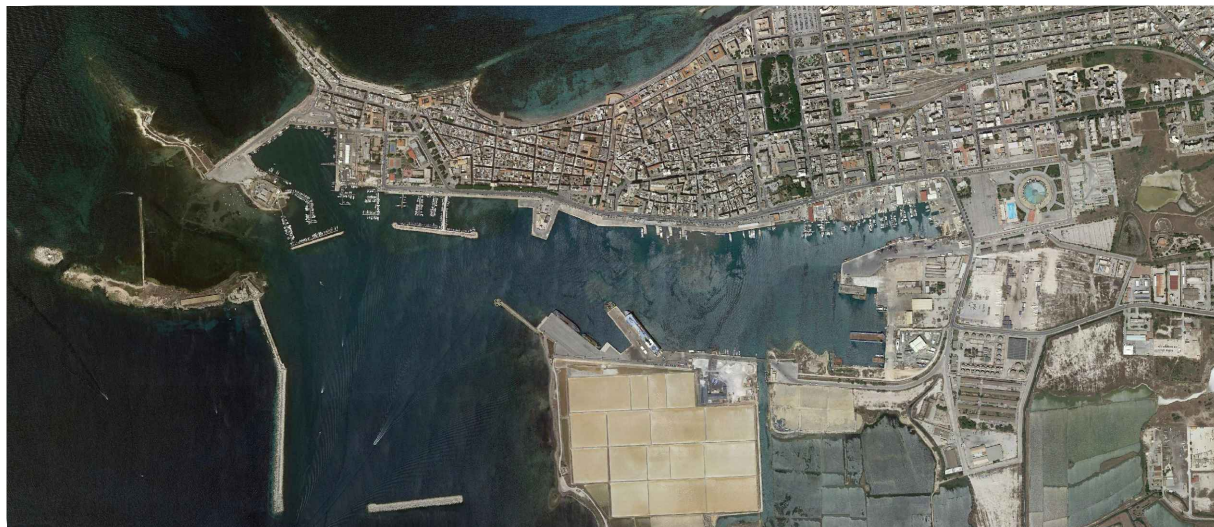




Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sicilia Occidentale  
Porto di Palermo,  
Termini Imerese, Trapani,  
Porto Empedocle

**Autorità di Sistema Portuale del  
Mar di Sicilia Occidentale**  
Via Piano dell'Ucciardone, 4 - 90100 - Palermo (PA)

**PORTO DI TRAPANI. NUOVO TERMINAL CROCIERE PRESSO IL MOLO A T DEL PORTO DI TRAPANI. AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI INGEGNERIA RELATIVO ALLA REDAZIONE DEL PROGETTO DI VARIANTE LOCALIZZATA AL VIGENTE PRP AI SENSI DELL'ART. 14 DEL D.LGS. 232/2017 CHE MODIFICA L'ART. 22 DEL D.LGS. 169/2016 - CIG: 7894990FD6; CUP: I99119000020001**



**Il Responsabile del procedimento**

*Dott. Ing. Sergio La Barbera*

**Il Presidente dell'Autorità di Sistema Portuale**

*Dott. Pasqualino Monti*

**PROGETTISTI: RTP**

*Capogruppo Mandataria*



**MODIMAR S.R.L.**

*Via Monte Zebio n°40 - CAP 00195 - Roma (RM)*

*Mandante*



**DUOMI S.r.l.**

*viale Lazio n°13- CAP 90144 - Palermo (PA)*

Progettista Responsabile Integrazione prestazioni specialistiche

*Prof. Ing. Alberto Noli*

PIANIFICAZIONE E PROGETTAZIONE DI INFRASTRUTTURE PORTUALI  
*Ing. Guglielmo Migliorino*

INFRASTRUTTURE MARITTIME  
*Ing. Fabio Capozzi*

PIANIFICAZIONE OPERE MARITTIME, TRAFFICI MARITTIMI E VAS  
*Ing. Paolo Contini*

GEOTECNICA E STRUTTURE  
*Ing. Marco Migliorino*

Rev.	Data	Descrizione	Eseguito	Controllato	Approvato
0	3 DICEMBRE 2020	EMISSIONE			

Titolo elaborato :

**Studio anemometrico**

DATA	DESCRIZIONE	REG	PROG	DOC	N°	PRI	REV	SCALA
03/12/2020	EMISS. REVISIONE	R S	0 1	R E L	1 0	A	0	-



## SOMMARIO

1	PREMESSE .....	2
2	REGIME DEI VENTI AL LARGO.....	3
2.1	Analisi dei dati vento ricostruiti dal NOAA .....	3
3	REGIME DEI VENTI SOTTOCOSTA .....	8
3.1	Inquadramento generale.....	8
3.2	Dati di vento osservati alla stazione meteorologica di Trapani .....	8
3.3	Dati di vento osservati dalla stazione anemometrica di Favignana.....	11
3.4	Conclusioni .....	11

**PROGETTISTI: RTP**

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli



## 1 PREMESSE

Lo scrivente raggruppamento temporaneo (RT) costituito da Modimar s.r.l. (mandatario) e DUOMI s.r.l. (mandante) è risultato aggiudicatario della Variante Localizzata del Piano Regolatore Portuale (PRP di seguito) del porto di Trapani finalizzata alla realizzazione di un nuovo terminal dedicato alle navi da crociera, a seguito di gara indetta dalla Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale (AdSP nel seguito).

Nella presente relazione sono presentati i risultati dello studio anemometrico finalizzato alla valutazione del regime dei venti che contraddistingue il paraggio in esame.

Per valutare il regime dei venti al largo di Trapani si è fatto riferimento ai dati di vento in ricostruzione forniti dall'agenzia governativa americana NOAA che ha effettuato una ricostruzione dei venti, per tutto il bacino del Mediterraneo, tra il 1979 e il 2009.

Sottocosta sono stati presi in esame i dati di vento misurati alle stazioni anemometriche dell'aeroporto di Trapani Birgi e sull'isola di Favignana, gestite dall'Aeronautica Militare e dalla Marina Militare.

### PROGETTISTI: RTP

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli

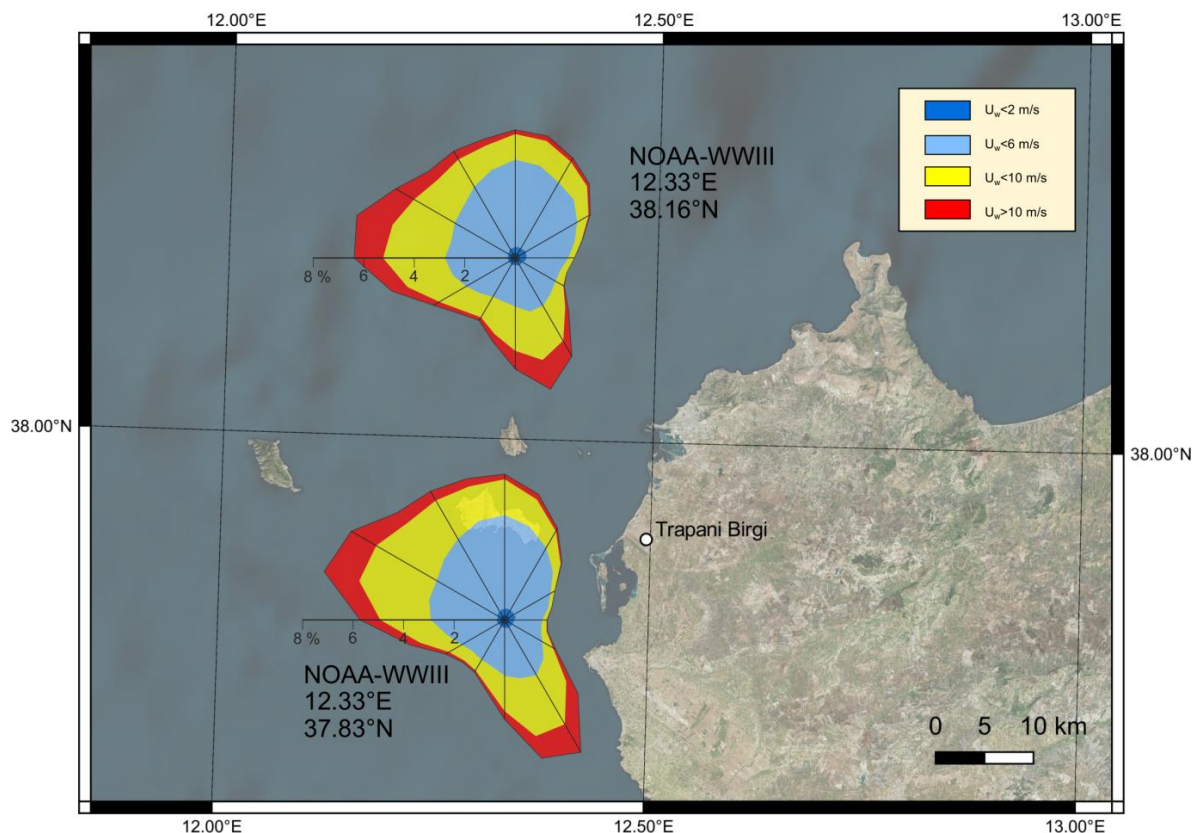
## 2 REGIME DEI VENTI AL LARGO

### 2.1 Analisi dei dati vento ricostruiti dal NOAA

L'agenzia statunitense NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) nell'ambito del progetto CFSR (Climate Forecast System Reanalysis) ha ricostruito la circolazione atmosferica per il periodo storico 1979-2009 (31 anni) a scala globale. Tali dati di vento sono stati successivamente integrati nel progetto di ricostruzione del moto ondoso a scala globale con il modello WWIII.

Dal database del NOAA-CFSR sono state estratti i dati di vento ricostruiti tra il 1979 e il 2009 nei punti di coordinate 37.833°N-12.333°E e 38.166°N-12.333°E posti rispettivamente circa 8 km a Sud di Favignana e circa 20 km NordOvest di Trapani. Le serie temporali acquisite, costituite da 90955 eventi) forniscono, ad intervalli di tre ore, la direzione di provenienza e la velocità del vento alla quota di +10 m sul l.m.m. I valori di velocità forniti possono essere equiparati a valori mediati su 10 minuti.

Il regime dei venti al largo del di Trapani desunto dai dati NOAA è rappresentato nei diagrammi polari di Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato.** -1. Si osserva chiaramente una prevalenza di stati di vento provenienti da Ponente, Maestrale e Tramontana, appartenenti al IV° quadrante [270 - 360°N], che presentano complessivamente una frequenza di apparizione più elevata. A questi si alternano stati di vento provenienti da Scirocco appartenenti al II° quadrante [90 - 180°N].



**Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato. -1. Distribuzione direzionale dei venti al largo di Trapani nei punti di analisi NOAA WWIII**

**PROGETTISTI: RTP**

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli

### 12.33°E - 37.83°N e 12.33°E - 38.16°N. Periodo di riferimento 1979-2009

A seguire sono riportati i risultati delle analisi condotte sui dati di vento della serie storica dei venti ricostruiti nel punto 12.33°E 38.16°N posto a NordOvest di Trapani che si ritiene più significativo per lo studio del regime dei venti presso il porto di Trapani.

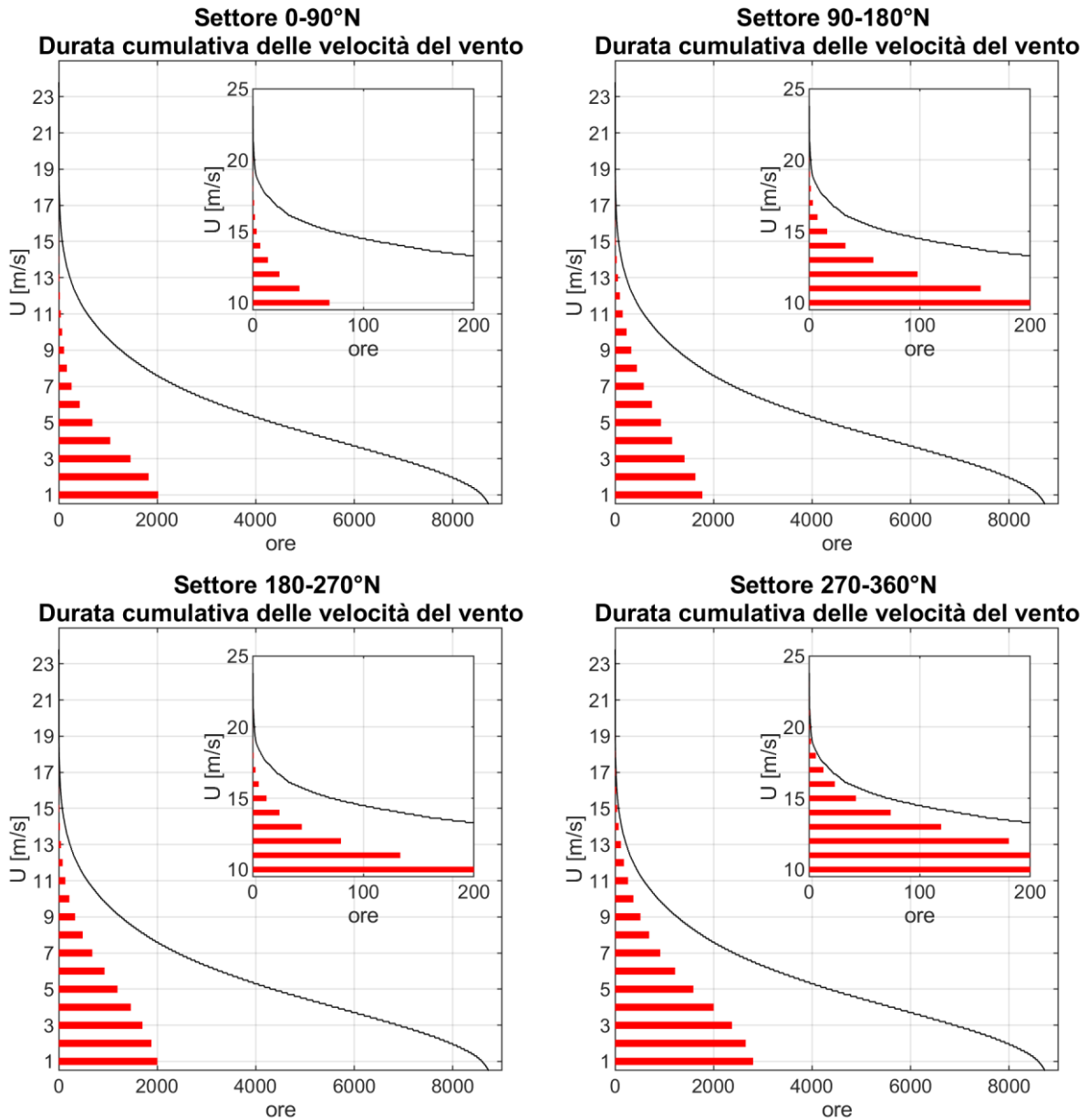
In Tabella Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**-1 è riportato il numero degli eventi appartenenti alla serie storica suddiviso per classi di direzione di provenienza e velocità del vento. Dall'analisi della frequenza di accadimento dei venti riportata in Tabella Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**-2 e rappresentata nel diagramma polare di Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**-3 è possibile evincere che:

- gli stati di calma (velocità del vento inferiore a 2 m/s) hanno una percentuale di occorrenza pari al 8.6% e si verificano in media 31 giorni/anno;
- gli stati di vento prevalenti hanno velocità compresa tra  $2 < U_w < 6$  m/s (53.4%) e  $6 < U_w < 10$  m/s (27.8%) che si verificano in media rispettivamente 195 giorni/anno e 101 giorni/anno;
- i venti dominati, aventi velocità superiori a 10 m/s, hanno una frequenza di accadimento complessiva del 10.2% (circa 890 ore/anno) e si presentano maggiormente dal settore ponente-maestrale (5.06%) e dal settore di mezzogiorno-scirocco (3.27%);
- i venti più intensi, di velocità superiore a 14 m/s, hanno complessivamente una frequenza di accadimento del 1.6% e si presentano in maggiore misura da ponente (0.51%), da maestrale (0.40%), e da mezzogiorno (0.28%).

In termini di persistenza degli stati di vento i diagrammi di Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**-2 mostrano la durata media cumulata, espressa in ore anno, per diverse soglie di superamento della velocità del vento per l'intero settore di traversia e per i quattro quadranti principali.

I venti di velocità superiore a 10 m/s hanno una persistenza media complessiva di circa 900 ore anno che si riduce a circa 80 ore/anno per il primo quadrante e si mantiene tra le 250 e le 230 ore/anno per il secondo e il terzo quadrante e che aumenta fino a 385 ore/anno per il IV° quadrante.

I diagrammi mostrano che nel IV° quadrante [270 - 360 °N] gli stati di vento sopra la soglia di 15 m/s hanno una persistenza maggiore, che risulta pari a circa 50 ore/anno.

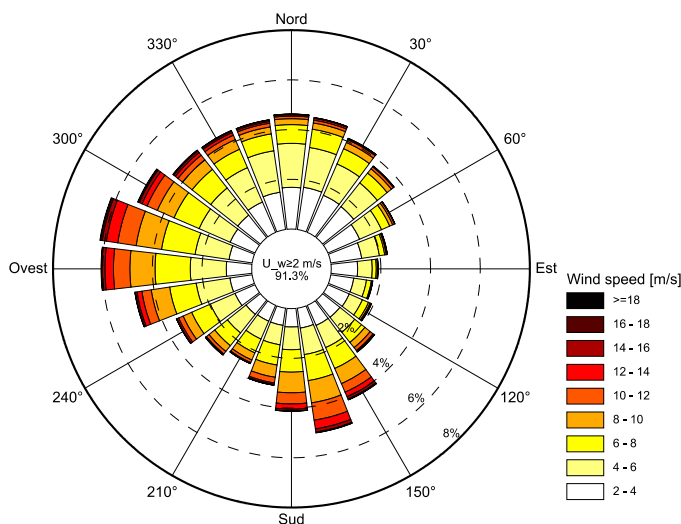


**Figura Errore.** Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-2. **Durata cumulativa media annuale della velocità del vento ricostruita dal NOAA 12.33°E - 38.16°N suddivisa per settore di provenienza. La curva nera mostra la durata cumulativa dei venti complessiva.**



**Tabella Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-1. Suddivisione per classi di direzione e velocità dei dati triorari di vento in rianalisi nel punto NOAA WWIII 12.33°E 38.16°N - Periodo di riferimento 1979-2009**

Direzione di provenienza ° N	Classi di velocità del vento [m/s]												Tot
	calm	1.00 2.00	2.00 4.00	4.00 6.00	6.00 8.00	8.00 10.00	10.00 12.00	12.00 14.00	14.00 16.00	16.00 18.00	18.00 20.00	>20.00	
0	75	328	1526	1610	685	217	95	50	19	2	1	2	4610
15	61	339	1561	1472	677	231	104	66	16	9	0	1	4537
30	53	343	1480	1250	608	249	111	35	12	5	1	0	4147
45	64	350	1456	1108	461	197	94	28	10	0	0	0	3768
60	78	360	1266	874	327	122	69	18	1	0	0	0	3115
75	81	325	1144	656	196	57	33	9	3	0	0	0	2504
90	76	329	968	535	147	50	14	7	0	0	0	0	2126
105	74	289	851	472	180	37	13	3	0	0	0	0	1919
120	66	228	854	525	242	65	44	10	1	0	0	0	2035
135	64	230	811	697	474	246	135	35	23	2	2	0	2719
150	72	227	802	884	833	606	341	186	84	30	8	3	4076
165	63	216	735	982	962	825	640	322	116	27	3	0	4891
180	60	185	673	832	819	757	406	192	64	8	1	0	3997
195	56	214	636	719	749	453	210	52	24	7	1	0	3121
210	58	212	635	709	555	284	102	34	6	1	0	0	2596
225	46	209	673	869	595	269	117	31	11	7	2	0	2829
240	60	207	802	984	744	342	176	63	23	1	0	1	3403
255	63	203	825	1249	983	682	346	179	59	18	1	0	4608
270	62	223	933	1318	1290	921	602	311	110	21	12	0	5803
285	55	214	855	1258	1245	938	683	419	156	64	15	4	5906
300	56	234	993	1241	1000	669	409	201	113	41	17	2	4976
315	70	242	1060	1267	868	445	217	125	74	29	10	0	4407
330	70	306	1212	1373	731	387	172	106	58	22	2	0	4439
345	61	305	1380	1532	625	257	138	64	49	10	1	1	4423
<b>N° di eventi</b>	<b>1544</b>	<b>6318</b>	<b>24131</b>	<b>24416</b>	<b>15996</b>	<b>9306</b>	<b>5271</b>	<b>2546</b>	<b>1032</b>	<b>304</b>	<b>77</b>	<b>14</b>	<b>90955</b>



**Figura Errore.** Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-3. **Distribuzione direzionale dei venti in rianalisi nel punto NOAA WWIII 12.33°E 38.16°N. Periodo di riferimento 1979-2009**

Direzione di provenienza ° N	Velocità del Vento [m/s]												Tot	>2 m/s
	calm	1.00 2.00	2.00 4.00	4.00 6.00	6.00 8.00	8.00 10.00	10.00 12.00	12.00 14.00	14.00 16.00	16.00 18.00	18.00 20.00	>20.00		
0	0.08	0.36	1.68	1.77	0.75	0.24	0.10	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	5.1	4.6
15	0.07	0.37	1.72	1.62	0.74	0.25	0.11	0.07	0.02	0.01		0.00	5.0	4.5
30	0.06	0.38	1.63	1.37	0.67	0.27	0.12	0.04	0.01	0.01	0.00		4.6	4.1
45	0.07	0.38	1.60	1.22	0.51	0.22	0.10	0.03	0.01				4.1	3.7
60	0.09	0.40	1.39	0.96	0.36	0.13	0.08	0.02	0.00				3.4	2.9
75	0.09	0.36	1.26	0.72	0.22	0.06	0.04	0.01	0.00				2.8	2.3
90	0.08	0.36	1.06	0.59	0.16	0.05	0.02	0.01					2.3	1.9
105	0.08	0.32	0.94	0.52	0.20	0.04	0.01	0.00					2.1	1.7
120	0.07	0.25	0.94	0.58	0.27	0.07	0.05	0.01	0.00				2.2	1.9
135	0.07	0.25	0.89	0.77	0.52	0.27	0.15	0.04	0.03	0.00	0.00		3.0	2.7
150	0.08	0.25	0.88	0.97	0.92	0.67	0.37	0.20	0.09	0.03	0.01	0.00	4.5	4.2
165	0.07	0.24	0.81	1.08	1.06	0.91	0.70	0.35	0.13	0.03	0.00		5.4	5.1
180	0.07	0.20	0.74	0.91	0.90	0.83	0.45	0.21	0.07	0.01	0.00		4.4	4.1
195	0.06	0.24	0.70	0.79	0.82	0.50	0.23	0.06	0.03	0.01	0.00		3.4	3.1
210	0.06	0.23	0.70	0.78	0.61	0.31	0.11	0.04	0.01	0.00			2.9	2.6
225	0.05	0.23	0.74	0.96	0.65	0.30	0.13	0.03	0.01	0.01	0.00		3.1	2.8
240	0.07	0.23	0.88	1.08	0.82	0.38	0.19	0.07	0.03	0.00		0.00	3.7	3.4
255	0.07	0.22	0.91	1.37	1.08	0.75	0.38	0.20	0.06	0.02	0.00		5.1	4.8
270	0.07	0.25	1.03	1.45	1.42	1.01	0.66	0.34	0.12	0.02	0.01		6.4	6.1
285	0.06	0.24	0.94	1.38	1.37	1.03	0.75	0.46	0.17	0.07	0.02	0.00	6.5	6.2
300	0.06	0.26	1.09	1.36	1.10	0.74	0.45	0.22	0.12	0.05	0.02	0.00	5.5	5.2
315	0.08	0.27	1.17	1.39	0.95	0.49	0.24	0.14	0.08	0.03	0.01		4.8	4.5
330	0.08	0.34	1.33	1.51	0.80	0.43	0.19	0.12	0.06	0.02	0.00		4.9	4.5
345	0.07	0.34	1.52	1.68	0.69	0.28	0.15	0.07	0.05	0.01	0.00	0.00	4.9	4.5
<b>Tot</b>	1.70	6.95	26.53	26.84	17.59	10.23	5.80	2.80	1.13	0.33	0.08	0.02	100	91.4
<b>Tot. Cumulato</b>		8.64	35.17	62.02	79.61	89.84	95.63	98.43	99.57	99.90	99.98	100.00		

**Tabella Errore.** Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-2. **Frequenza di accadimento dei venti**

PROGETTISTI: RTP

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli





Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sicilia Occidentale  
Porto di Palermo,  
Termini Imerese, Trapani,  
Porto Empedocle

**PORTO DI TRAPANI. NUOVO TERMINAL CROCIERE PRESSO IL MOLO A T DEL PORTO  
DI TRAPANI. AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI INGEGNERIA RELATIVO ALLA REDAZIONE  
DEL PROGETTO DI VARIANTE LOCALIZZATA AL VIGENTE PRP AI SENSI DELL'ART. 14  
DEL D.LGS. 232/2017 CHE MODIFICA L'ART. 22 DEL D.LGS. 169/2016 - CIG: 7894990FD6;  
CUP: I99I19000020001**

- Studio anemometrico -

**in rianalisi al largo di Trapani forniti dal NOAA per il punto di coordinate 12.33°E 38.16°N - Periodo di  
riferimento 1979-2009.**

**PROGETTISTI: RTP**

Capogruppo Mandataria



Mandante



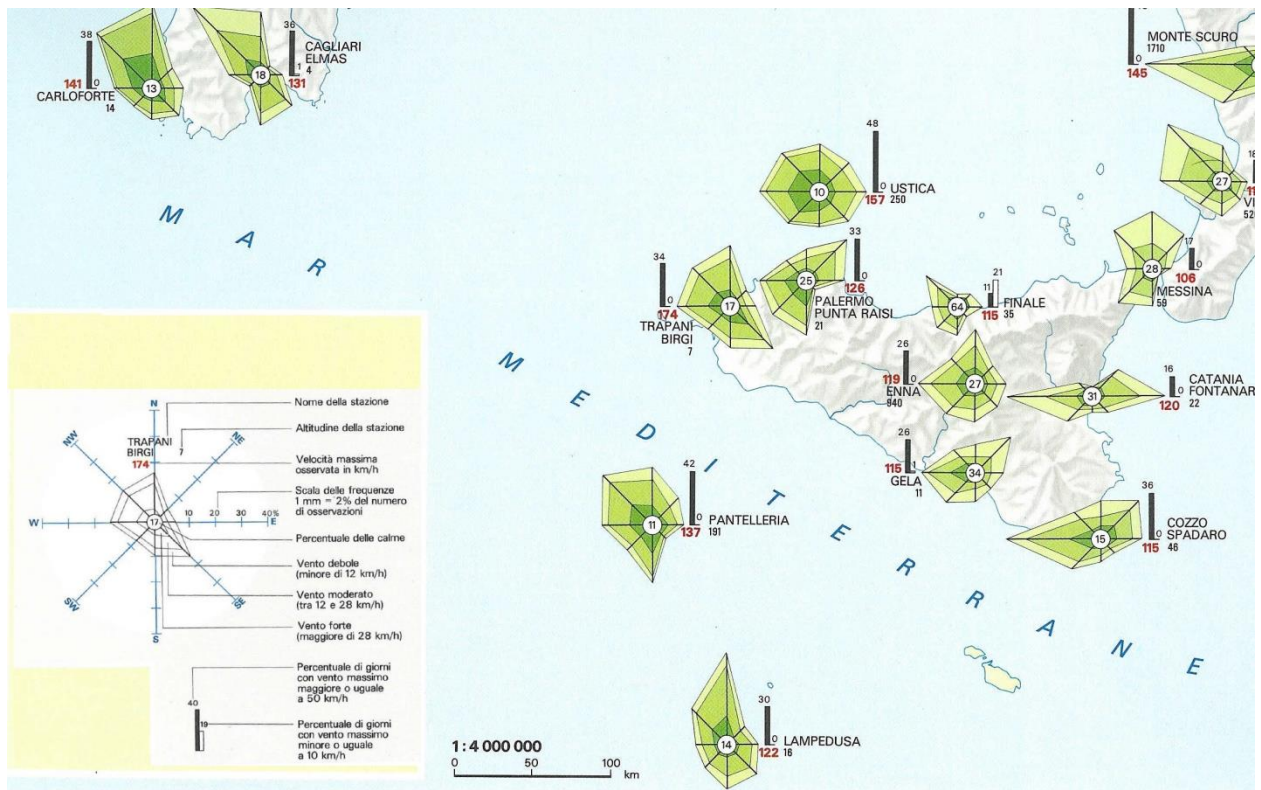
Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

*Prof. Ing. Alberto Noli*

### 3 REGIME DEI VENTI SOTTOCOSTA

#### 3.1 Inquadramento generale

Un inquadramento generale del regime dei venti a terra è rappresentato nella tavola tematica pubblicata dal TCI-CNR mostrata in Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-4, dove sono mostrate le "rose dei venti" delle stazioni gestite dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (CNMCA).



**Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-4. Regime di esposizione ai venti per il mar tirreno centro-meridionale (Fonte: Touring Club Italiano - Centro Nazionale Ricerche)**

#### 3.2 Dati di vento osservati alla stazione meteorologica di Trapani

Per valutare i venti sottocosta si è fatto riferimento ai dati della Stazione Meteo di Trapani gestita dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare installata in prossimità dell'aeroporto di Trapani Birgi (latitudine 37.92°N e longitudine 12.50°E).

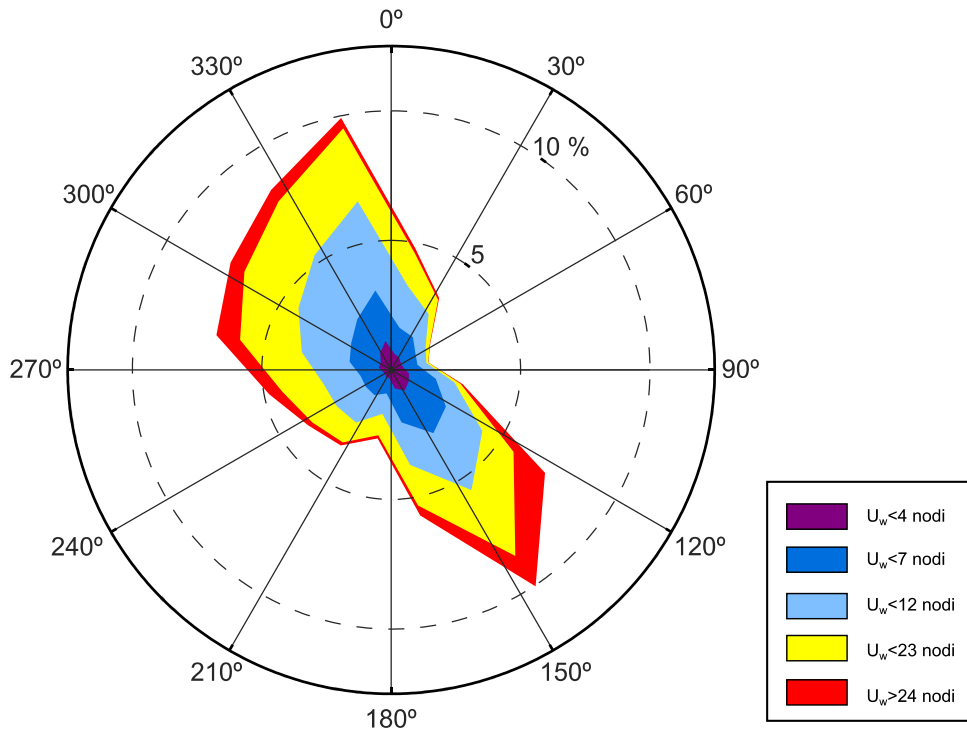
I valori delle frequenze di accadimento annuali ripartite per classi di velocità e direzione di provenienza, per il periodo 1961-1977, sono riportati in Tabella Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-3 e nel diagramma di Figura Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-5.



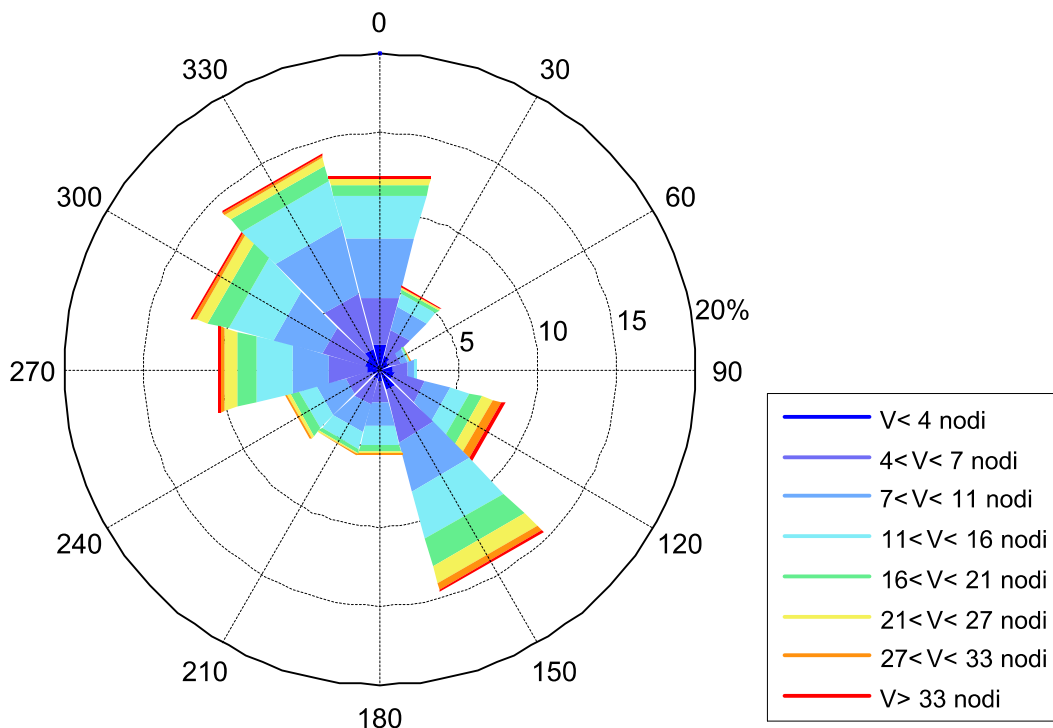
Nell'ambito dello Studio Idraulico Marittimo, redatto per la variante localizzata di PRP, l'analisi del regime dei venti osservato dalla stazione di Trapani è stato aggiornato sulla base dei dati relativi al periodo 1962 – 2003. In Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-6** è mostrata la distribuzione direzionale dei venti derivata dall'analisi dei dati relativi al periodo 1962-2003.

**Tabella Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-3. Stazione A.M. 429 Trapani Birgi - Direzione e velocità del vento. Distribuzione delle frequenze annuali (periodo 1961-1977)**

Direzione di provenienza ° N	Classi di velocità del vento [NODI]						Tot
	calme	2.0÷ 4.0	5.0÷ 7.0	8.0÷ 12.0	13.0÷ 23.0	24.0÷ 99.0	
0.0÷22.5		6.38	10.20	16.49	13.08	1.69	47.84
22.5÷45.0		5.57	9.59	10.83	6.57	0.81	33.37
45.0÷67.5		4.56	6.74	4.72	1.93	0.17	18.12
67.5÷90.0		4.77	5.59	3.53	0.73	0.05	14.67
90.0÷112.5		7.02	10.59	7.33	2.43	0.82	28.19
112.5÷135.0		8.12	17.27	17.00	14.51	14.63	71.53
135.0÷157.5		9.46	19.87	26.51	30.55	14.14	100.53
157.5÷180.0		7.29	13.37	16.71	15.97	3.96	57.3
180.0÷202.5		3.33	5.94	8.04	8.40	1.26	26.97
202.5÷225.0		3.25	8.39	12.81	9.19	1.43	35.07
225.0÷247.5		2.85	8.88	13.54	11.31	1.96	38.54
247.5÷270.0		3.23	8.84	14.75	16.13	5.16	48.11
270.0÷292.5		4.83	11.59	18.79	24.38	9.33	68.92
292.5÷315.0		4.87	13.73	24.55	25.14	6.37	74.66
315.0÷337.5		7.68	15.87	29.76	25.04	5.26	83.61
337.5÷360.0		11.40	19.87	35.11	28.76	4.10	99.24
variabili		0.35	0.56	0.71	0.78	0.17	2.57
calme	150.75						150.75
<b>Freq. %</b>	74.76	82.9	203.62	323.61	259.77	55.35	999.99
<b>Freq. Cumulate</b>		157.7	361.3	684.9	944.7	1000	
Numero totale eventi:	46374.0		Rendimento (%):	93.4	Quota (m):	9	



**Figura Errore.** Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-5. **Stazione A.M. 429 Trapani Birgi. Frequenza di apparizione annuale dei venti per il paraglio in esame nel periodo 1961–1977 (stazione di Trapani).**



**Figura Errore.** Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-6. **Stazione A.M. 429 Trapani Birgi.**

**PROGETTISTI: RTP**

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli

**Frequenza di apparizione annuale dei venti per il paraggio in esame nel periodo 1962–2003 (stazione di Trapani).**

### 3.3 Dati di vento osservati dalla stazione anemometrica di Favignana

Sono stati esaminati anche i dati relativi alle osservazioni sugli stati di vento effettuate dalla stazione semaforica della Marina Militare posta sull'Isola di Favignana (dati archiviati dall'Istituto Idrografico della Marina Militare e pubblicati in "Il vento e lo stato del Mare", 1978). La stazione semaforica di Favignana fornisce indicazioni analoghe a quelle delle stazioni meteo di Trapani anche se riferite a tre osservazioni giornaliere a vista.

Stazione semaforica di Isola Favignana (Marina Militare)

Periodo di osservazione 1930-42 1947-60

Distribuzione delle frequenze annuali(\*)

Forza vento (Beaufort)	Direzioni di provenienza degli stati di vento osservati (°Nord)								Totale
	337.5	22.5	67.5	112.5	157.5	202.5	247.5	292.5	
1 ÷ 2	1.75	2.25	1.00	1.05	2.20	1.65	1.80	2.85	14.55
3 ÷ 4	4.50	5.60	1.35	3.35	6.70	4.30	4.95	10.35	41.10
5 ÷ 6	3.05	3.65	0.70	3.20	5.25	2.40	3.40	7.05	28.70
7 ÷ 12	0.80	1.10	0.20	1.85	2.85	0.70	0.90	2.25	10.65
	10.10	12.60	3.25	9.45	17.00	9.05	11.05	22.50	95.00

Coordinate geografiche della stazione: 37° 56' Lat.N ; 12° 19' Long E

Stazione posta ad un'altezza di 328 m sul livello del mare

(\*) Valori percentuali

### 3.4 Conclusioni

I dati di vento sottocosta analizzati mostrano che:

- i venti regnanti (associati a maggiori frequenze di accadimento) provengono da scirocco e mezzogiorno (per la stazione di Trapani Birgi si ha oltre il 20% dal settore 112.5÷180 °N) e dal settore compreso tra ponente e tramontana (sempre per la stazione di Trapani Birgi si ha oltre il 30% dal settore 270÷360 °N);
- i venti dominanti (più intensi con classi di velocità superiori a 24 nodi o forza vento in scala Beaufort superiore a 6) sono quelli provenienti da scirocco (circa il 2% dal settore 112.5÷157.5 °N) anche se il settore tra ponente e tramontana, corrispondente all'area di generazione delle mareggiate che possono interessare il litorale in esame, fornisce nell'insieme un contributo cumulato di stati di vento estremi pari al 3%.