



PROVIDUNE (LIFE07NAT/IT/000519)

Conservazione e ripristino di habitat dunali nei siti delle Province di Cagliari, Matera, Caserta

SIC “Porto Campana” (ITB042230)

ACTION A.4

Avviamento e funzionamento del sistema di telecontrollo degli eventi estremi e loro impatto

*1° rapporto su eventi estremi attraverso l'analisi climatica delle serie storiche di dati relativi al
vento nel Golfo di Cagliari*

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI (DST)



Fonte: www.osservatoriocostesardegna.com

Università degli Studi di Cagliari - Dipartimento di Scienze della Terra

SANDRO DE MURO, FABRIZIO FERRARO, CLAUDIO KALB, ANGELO IBBA, CONCETTA FERRARA

2011



Università di Cagliari



Provincia di Cagliari



Provincia di Caserta



Provincia di Matera



TECLA



INDICE

1. Introduzione.....	3
2. Acquisizione dei dati: fonti e catalogazione.....	5
3. Analisi climatica.....	14
<i>Analisi dei dati e delle statistiche ricavate dalla banca dati dell' ARPAS.....</i>	<i>14</i>
<i>Analisi dei dati e delle statistiche ricavate dalla banca dati del Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica.....</i>	<i>17</i>
<i>Analisi dei dati e delle statistiche ricavate dalla banca dati dell' ISPRA.....</i>	<i>19</i>
4. Risultati.....	24
5. Bibliografia.....	25
6. Sitografia.....	26





1. INTRODUZIONE

La presente relazione ha lo scopo primario di fornire una caratterizzazione climatica del Golfo di Cagliari utilizzando i dati dei parametri meteorologici connessi al vento e, laddove è stato possibile, allo stato del mare. In questo contesto assume particolare importanza l'analisi climatica delle serie storiche di dati che evidenziano i *trend* e le ciclicità statistiche delle grandezze meteorologiche osservate, ovvero le anomalie e le regolarità dei parametri rispetto alla media del periodo di riferimento.

Questa attività rientra nelle azioni di monitoraggio assegnate al gruppo UNICA DST per l'attuazione del Progetto Providune, al fine di osservare le risposte del sistema agli eventi meteorologici estremi e conseguentemente valutare il loro impatto sulle spiagge del sito SIC "Porto Campana" ITB042230.

L'analisi climatica è iniziata con la ricerca in diverse banche dati di serie storiche trentennali. Si è proceduto con l'analisi dei dati non lavorati, con l'analisi della rappresentazione su grafico dei dati grezzi e quindi attraverso l'analisi delle elaborazioni statistiche dei dati, secondo aggregazioni di massimi e medie.

Successivamente sono stati raffrontati i dati collezionati in un arco temporale di 30 anni con i dati rilevati dal 2009 ad oggi (periodo di realizzazione del Progetto Providune).

Si sottolinea che sebbene la *Milestone* dell'azione A4 (installazione di n. 2 centraline di telecontrollo) non sia stata ancora raggiunta, alla data di consegna del presente documento, si è deciso di rispettare la scadenza di consegna del *Deliverable*, relativo all'azione A4 previsto dal *Time Schedule* del Progetto Providune, con la produzione di una analisi climatica da dati meteorologici esistenti supportata dai risultati degli studi condotti per le Azioni A2 e A5. Questo lavoro risulta comunque utile per il monitoraggio ed il confronto con i dati che verranno acquisiti dalle centraline meteo e, per le quali, si è avuta in data 13/04/2011 l'autorizzazione all'installazione.

Dalla lettura della descrizione delle attività per l'Azione A4, fornita nell'*Inception Report*, nel *Progress Report* e nei Rapporti mensili (fino al 21/12/2010) si possono evincere i motivi della mancata realizzazione della *Milestone*.

Questo ritardo non ha permesso (alla scadenza attuale di presentazione del primo rapporto sugli eventi estremi) l'avvio del controllo continuo dei luoghi ma si fa presente che, essendo stato il progetto prorogato fino al 30/06/2013, si potrà beneficiare di un anno in più rispetto a quanto



inizialmente previsto e pertanto non si ritiene che il mancato rispetto della data di giugno 2010 venga a compromettere l'azione.



2. ACQUISIZIONE DEI DATI: FONTI E CATALOGAZIONE

La prima serie di dati, acquisita in un periodo di trenta anni, è stata prelevata da “Il clima della Sardegna” (Delitala, A., Chessa, P., Porru, M., 1997), nota tecnica realizzata dall’Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Sardegna (ARPAS) - Dipartimento Specialistico Regionale IdroMeteoClimatico. Gli Autori definiscono il suddetto lavoro come l’analisi di un grande insieme di dati relativi ad alcuni parametri fisici misurati in Sardegna di interesse climatologico, attraverso la quale è stato possibile valutare l’andamento medio mensile ed annuale della pressione, del vento, della temperatura (massima, minima, e media), dell’umidità (specifico e relativa), della precipitazione (piovosa e nevosa) e dell’eliofania.

Quanto al periodo scelto, si sono utilizzati dati compresi fra 1951 e il 1993 per tutte le restanti grandezze.

Per quel che riguarda l’analisi completa ai fini di una caratterizzazione climatologica, è da notare che calcolare separatamente le medie della direzione e della velocità può causare dei problemi, non solo pratici ma anche di interpretazione¹. Le direzioni sono state, pertanto, suddivise in ottanti, corrispondenti agli otto venti della Rosa dei Venti classica (tabella 1), e le velocità in quattro fasce (tabella 2). Inoltre, per ragioni di semplicità, sono stati assimilati alla calma di vento tutti gli eventi con velocità inferiore ai 1.5 m/s (la cosiddetta “bava di vento”), nonché il vento di direzione variabile in quanto esso è sempre un vento di debole intensità. Si ricordi che l’Organizzazione Mondiale di Meteorologia suggerisce di dichiarare un vento come di direzione variabile solo se di intensità moderata.

¹ Si provi a considerare le seguenti misure di vento: 355°, 340°, 339°, 357°, 346°, 3°, 12°, 5°, 20°, 14°. Come si vede esse rappresentano venti disposti intorno al nord (direzione 360°). Se però se ne facesse la media aritmetica si otterrebbe 179° che è un vento da sud!





Tabella 1 - Suddivisione del vento per direzione di provenienza

Nome	Direzione di provenienza (geografica)	Direzione di provenienza [gradi sessagesimali]
Tramontana	nord	$0^\circ < d \leq 22.5^\circ$ $337.5^\circ < d \leq 360^\circ$
Grecale	nord-est	$22.5^\circ < d \leq 67.5^\circ$
Levante	est	$67.5^\circ < d \leq 112.5^\circ$
Scirocco	sud-est	$112.5^\circ < d \leq 157.5^\circ$
Ostro	sud	$157.5^\circ < d \leq 202.5^\circ$
Libeccio	sud-ovest	$202.5^\circ < d \leq 247.5^\circ$
Ponente	ovest	$247.5^\circ < d \leq 292.5^\circ$
Maestrale	nord-ovest	$292.5^\circ < d \leq 337.5^\circ$



Tabella 2 - Suddivisione del vento per intensità

Fascia	Descrizione	Intensità m/s
0	Calma di vento	$v \leq 1.5$
I	Vento di intensità moderata	$1.5 < v \leq 8.0$
II	Vento di intensità intermedia	$8.0 < v \leq 13.5$
III	Vento di forte intensità	$v > 13.5$

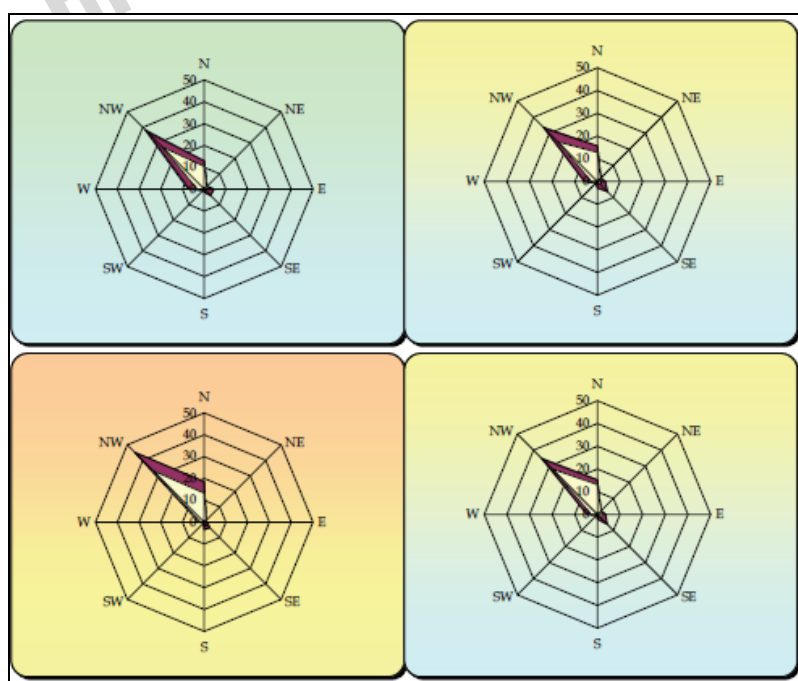
Per ogni combinazione di velocità, direzione e stazione è stata calcolata la frequenza con cui tale combinazione si è verificata nel periodo studiato (1951÷1993). Vista la gran quantità di dati a disposizione, tali valori corrispondono, a tutti gli effetti, alla probabilità empirica di avere quel particolare vento in una data stazione. Per quel che riguarda la fascia zero (calma di vento o vento variabile) non si sono ovviamente fatte distinzioni per direzioni di provenienza. I dati utilizzati sono relativi al vento di massima intensità misurato nell'arco delle 24 ore e rappresentano l'istante della giornata in cui tale fenomeno ha raggiunto il suo massimo. Ne discende che la statistica ottenuta si riferisce al comportamento del vento dominante in una giornata, ma non a quello misurato istante per istante. La stazione considerata è Cagliari Elmas (CA) posta a 2 m s.l.m..

La seconda serie di dati, collezionati in un trentennio di misure, è stata estratta dall'”Atlante climatico” (AA.VV., 2009) realizzato dal Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica - Divisione di Climatologia e si riporta, per una completa comprensione del metodo che si è adottato, quanto asserito nell'introduzione: “Il Clima ufficiale di riferimento attuale è dedotto dai valori raccolti dal 1961 al 1990 ed elaborati secondo le direttive dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale - OMM, agenzia specializzata delle Nazioni Unite. Se il Clima fosse costante, durante l'intervallo cronologico di raccolta delle osservazioni, questa soluzione a posteriori condurrebbe ai risultati della definizione teorica di Clima. Ma il Clima non è mai stato costante. Nel corso delle ere geologiche si è sempre evoluto, a volte lentamente a volte bruscamente. Oggi, anche soltanto riferendoci alla temperatura media dell'atmosfera misurata alla superficie della Terra, osserviamo una deriva nel valore delle misure, indice di una variabilità climatica in atto. Ci troviamo così dinnanzi a una fenomenologia del Clima in evoluzione, più veloce di quanto si fosse osservato sino al recente passato, quando le variazioni climatiche erano osservate soltanto dagli studiosi e riferite a epoche remote come le ere glaciali. Il trentennio ufficiale è perciò ormai lontano dal presente. Il confronto con i dati del Tempo quotidiano fanno spesso sembrare eccezionali



situazioni che appartengono a un Clima diverso da quello definito con i 30 anni di osservazioni di riferimento. Il dibattito scientifico interno al Servizio Meteorologico ci ha così portati a impiegare, per le decisioni operative, un nuovo trentennio, quello che va dall'anno 1971 al 2000, più vicino al presente anche se sovrapposto al precedente per due terzi e quindi non confrontabile pienamente con quello”.

La stazione presa in esame è Cagliari Elmas (ubicata presso l’aeroporto di Cagliari a 2 m s.l.m.) e vengono di seguito fornite le indicazioni per la lettura e comprensione dei diagrammi tipo Rosa dei Venti:



INVERNO (Dic. - Gen. - Feb.) WINTER (Dec. - Jan. - Feb.) % calme di vento = 29 % Wind Calm = 29	PRIMAVERA (Mar. - Apr. - Mag.) SPRING (Mar. - Apr. - May.) % calme di vento = 29 % Wind Calm = 29
ESTATE (Giu. - Lug. - Ago.) SUMMER (Jun. - Jul. - Aug.) % calme di vento = 24 % Wind Calm = 24	AUTUNNO (Set. - Ott. - Nov.) AUTUMN (Sep. - Oct. - Nov.) % calme di vento = 31 % Wind Calm = 31
Periodo di riferimento dei dati (Period of reference considered to get data) = 1971 ÷ 2000 Frequenze percentuali alle ore (Percentage frequency of occurrence at) = 06 UTC	

Figura 1 - diagramma tipo Rosa dei Venti e statistiche





Le differenti aree colorate del diagramma anemometrico rappresentano la frequenza della direzione del vento osservata in funzione delle classi di intensità rispettivamente partendo dal margine interno a quello esterno:

- fra 1 e 10 nodi (area in giallo),
- fra 11 e 20 nodi (area in rosso),
- maggiore di 20 nodi (area in violetto).

La frequenza percentuale di ciascuna classe si ottiene sottraendo al valore mostrato nel diagramma, quello riferito all'area più interna. Solo per la prima classe (area in giallo) il valore evidenziato sul diagramma anemometrico coincide con la frequenza. Le direzioni nominali del vento corrispondono ad un intervallo di 45° attorno al punto cardinale di provenienza indicato. Ad esempio la direzione NordEst (45°) corrisponde all'intervallo 22.5° - 67.5° (45° ± 22.5°).

Distribuzione dei venti		
HH	Orario	UTC ²
MM	Mese	
Calme	Percentuali dei casi di vento con intensità = 0 nodi	%
N1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 1 e 10 nodi	%
N11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 11 e 20 nodi	%
N>20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità superiore a 20 nodi	%
NE1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NE11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
NE>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
E1-10	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
E11-20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
E>20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità superiore a 20 nodi	%
SE1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SE11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SE>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
S1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 1 e 10 nodi	%
S11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra/ 11 e 20 nodi	%
S>20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità superiore a 20 nodi	%
SW1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SW11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SW>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
W1-10	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
W11-20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
W>20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%

² Il tempo coordinato universale, conosciuto anche come tempo civile e abbreviato con l'acronimo UTC (compromesso tra l'inglese *Coordinated Universal Time* e il francese *Temps universel coordonné*), è il fuso orario di riferimento da cui sono calcolati tutti gli altri fusi orari del mondo. L'UTC si basa su misurazioni condotte da orologi atomici invece che su fenomeni celesti come il GMT.





NW1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NW11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
NW>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
Vxx	Intensità massima del vento	nodi

La serie di dati acquisiti durante l'esecuzione del Progetto Providune è invece stata ricavata dall'ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ed è relativa alla stazione di Cagliari, ubicata al Porto presso il molo della Capitaneria di Porto.

Sono stati estratti i dati meteo-marini relativi al periodo 2009 – 2011 e sono stati analizzati secondo i parametri seguenti:



Figura 2 - **VV**: velocità del vento (misurata in m/s)

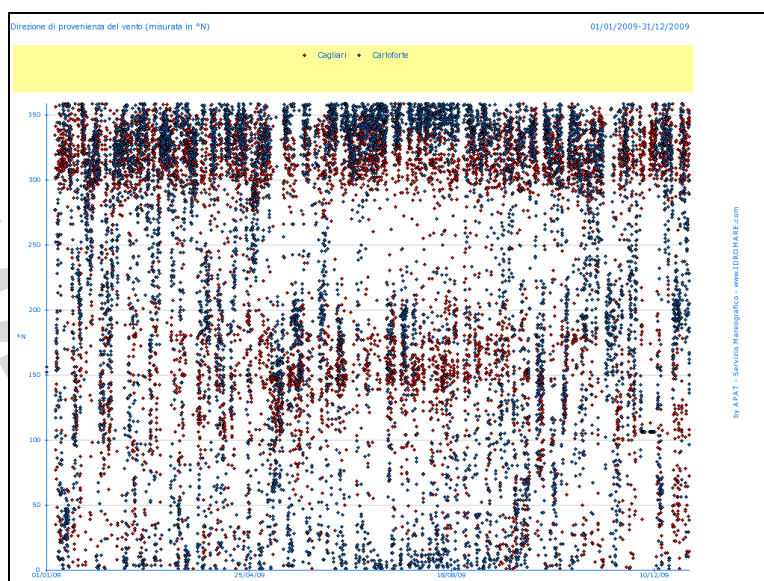


Figura 3 – **DD**: Direzione di provenienza del vento (misurata in °N)

Sono stati utilizzati i grafici tipo “Rosa dei Venti” per analizzare i dati relativi ai parametri:

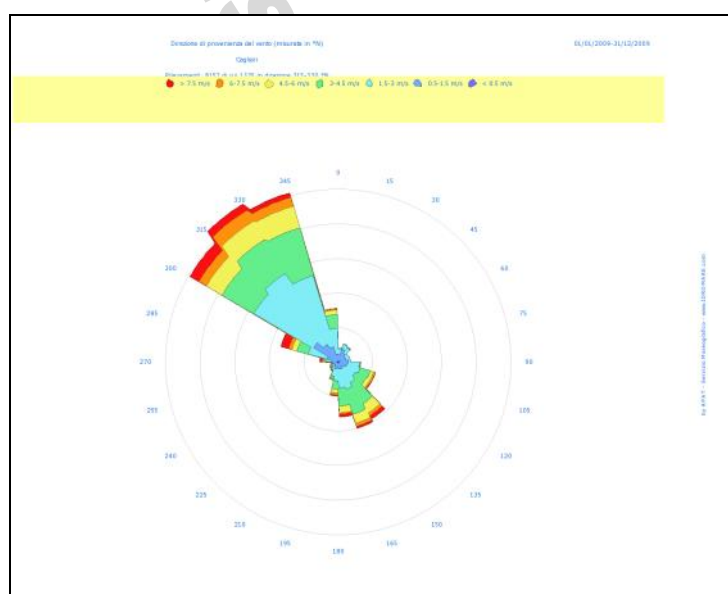


Figura 4 - **VV DD**: velocità del vento (misurata in m/s) e direzione di provenienza del vento (misurata in °N);

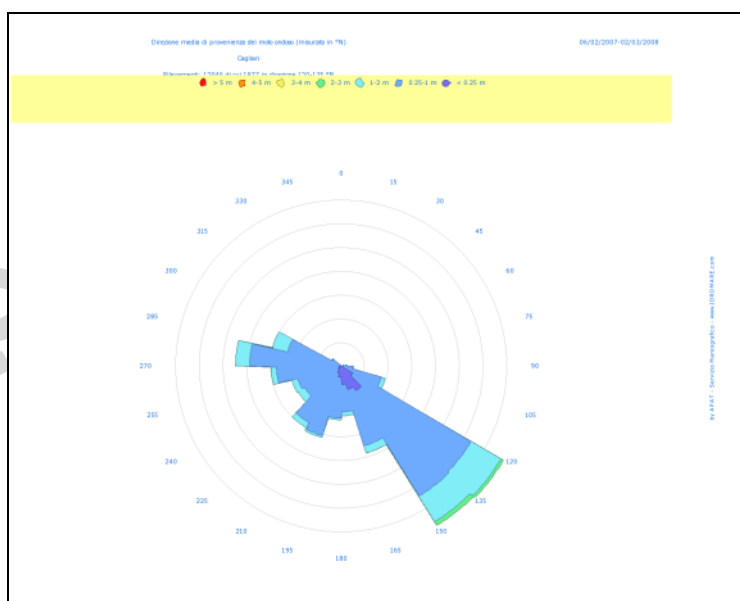


Figura 5 - **DIR**: direzione media di provenienza del m. ondoso (misurata in °N)

Sono stati estratti i dati di clima ondoso ondametrici relativi all'unico periodo disponibile (6/02/07–02/03/08) e sono stati analizzati secondo i parametri seguenti:

HS: Altezza significativa spettrale del moto ondoso (misurata in m)

TP: Periodo di picco (misurata in sec)

TM: Periodo medio (misurata in sec)

DIR: Direzione media di provenienza del moto ondoso (misurata in °N).

Sono state inoltre esaminate le elaborazioni statistiche che hanno fornito i valori dei seguenti parametri:

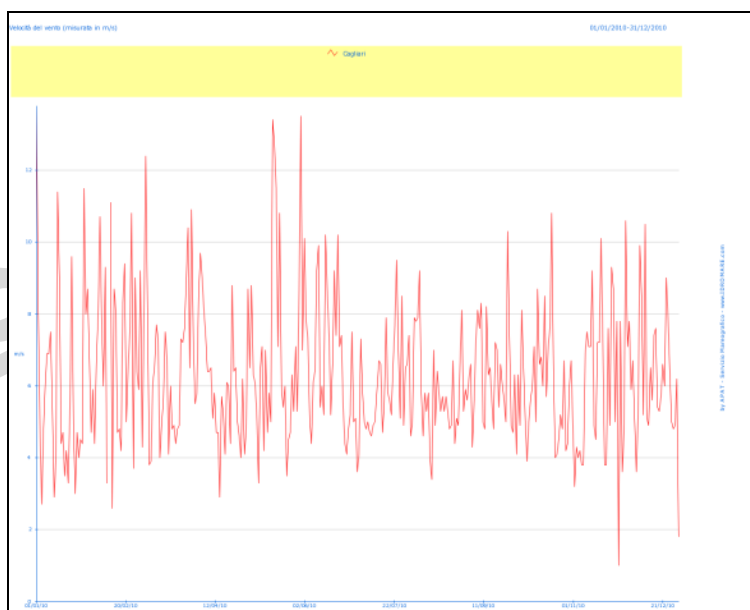


Figura 6 - VV_{max} : velocità del vento massima (misurata in m/s)

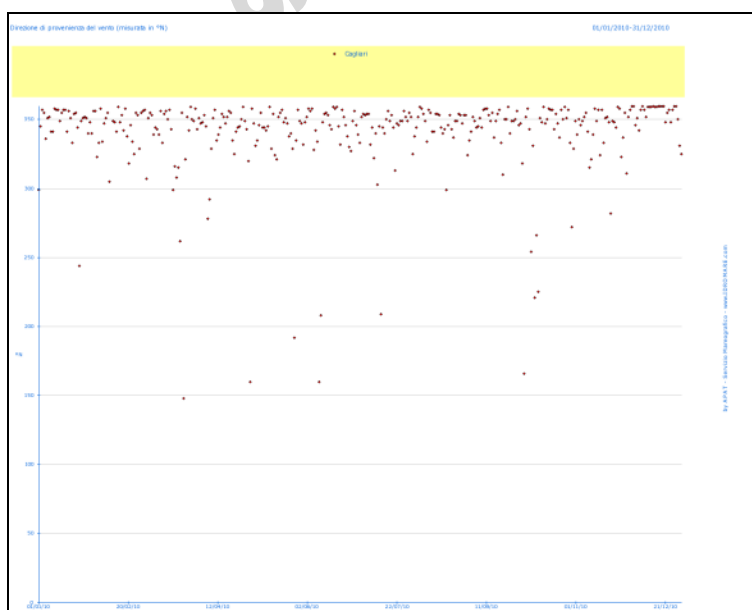


Figura 7 - DD_{max} : direzione massima di provenienza del vento (misurata in °N)



3. ANALISI CLIMATICA

Di seguito si illustra e si documenta l'andamento generale dei venti nel Golfo di Cagliari, attraverso l'analisi delle serie storiche e delle statistiche derivate.

Analisi dei dati e delle statistiche ricavate dalla banca dati dell' ARPAS.

Nella tabella 1 si vede come si è distribuito il vento nelle varie direzioni, indipendentemente dalla velocità. In questo caso si è tenuto conto anche della direzione variabile e della calma di vento e si può constatare che questi ultimi eventi sono poco frequenti, evidenziando che sono estremamente rari i giorni completamente privi di vento.

Tabella 1 - Direzione di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati disponibili)									
	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest	direzione variabile o calma di vento
Elmas	14.68	0.84	4.35	17.68	20.85	2.36	11.98	27.11	0.15

Per comodità i dati di tale tabella sono riportati nella figura 8 e raggruppati per stazione.

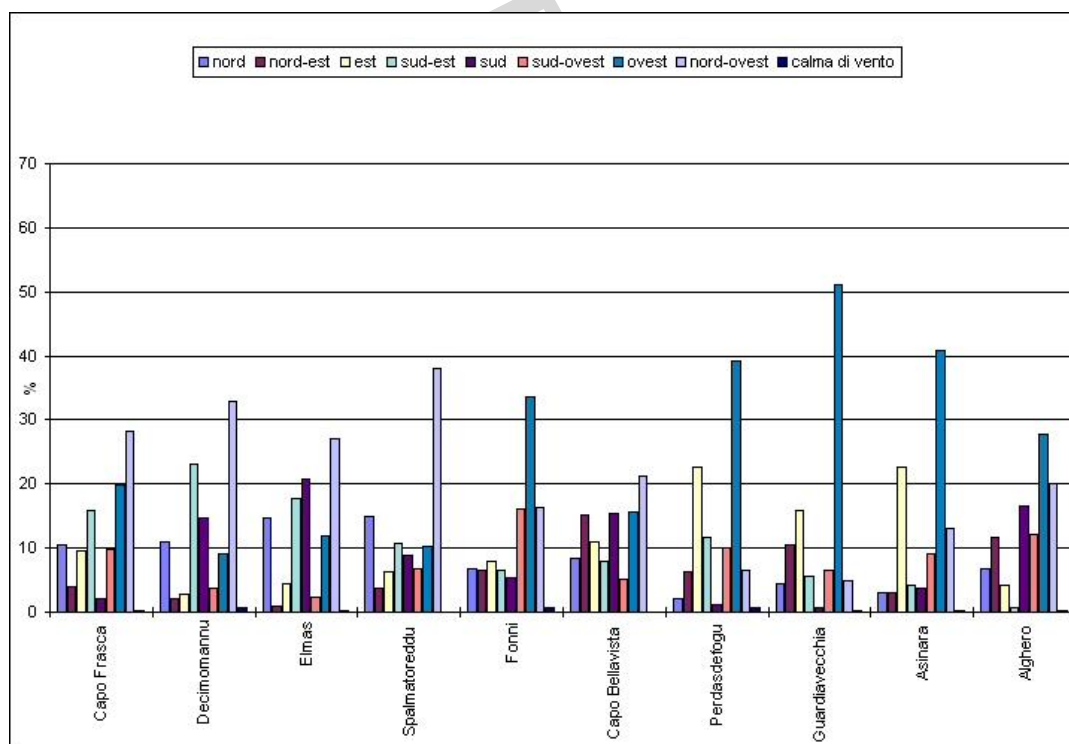


Figura 8 –Rappresentazione su grafico dei dati della tabella 1, raggruppati per stazione





Nelle seguenti tabelle 2÷7 invece sono state riportate le percentuali divise per fasce di velocità (esclusa ovviamente la fascia 0).

Tabella 2 - Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati disponibili)
Fascia I: velocità compresa tra 1.5 e 8.0 m/s

Stazione	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest	totale
Elmas	3.34	0.22	1.13	5.06	7.32	0.66	1.51	5.79	25.03

Tabella 3 - Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati disponibili)
Fascia II: velocità compresa fra 8.0 e 13.5 m/s

Stazione	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest	totale
Elmas	6.40	0.36	1.98	10.29	11.84	1.01	5.05	9.37	46.31

Tabella 4 - Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati disponibili)
Fascia III: Velocità superiore a 13.5 m/s

Stazione	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest	totale
Elmas	4.42	0.24	1.14	1.93	1.31	0.65	4.90	11.05	25.65

Tabella 5 - Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati di ogni fascia)
Fascia I: velocità compresa tra 1.5 e 8.0 m/s

Stazione	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest
Elmas	13.34	0.87	4.53	20.21	29.24	2.66	6.02	23.12

Tabella 6 - Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati di ogni fascia)
Fascia II: velocità compresa fra 8.0 e 13.5 m/s

Stazione	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest
Elmas	13.83	0.79	4.27	22.21	25.57	2.19	10.90	20.23

Tabella 7 - Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati di ogni fascia)
Fascia III: Velocità superiore a 13.5 m/s

Stazione	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest
Elmas	17.23	0.95	4.46	7.52	5.12	2.53	19.12	43.08

La differenza fra le tabelle 2÷4 e le tabelle 5÷7 sta nel fatto che nelle prime tre le percentuali sono state calcolate rispetto al totale delle misure disponibili, per mettere in evidenza il comportamento generale, nelle seconde invece le percentuali sono state fatte rispetto al totale delle misure riportate nelle singole fasce, per mettere in evidenza il comportamento all'interno delle singole fasce.

L'analisi dei dati relativi ai parametri delle tabelle 2,3 e 4 conduce alle seguenti deduzioni:





- i venti dominanti (caratterizzati da alte velocità) sono il Ponente e il Maestrale (Ovest e NordOvest), in particolare per quel riguarda il vento di forte intensità (fascia III);
- oltre al Maestrale i venti di provenienza meridionale ed orientale (Mezzogiorno e Scirocco), caratterizzati da intensità intermedia (fascia II), sono presenti con frequenza;
- i venti di debole intensità possono essere fortemente influenzati da fattori locali, quali le brezze, la geografia del luogo e la dislocazione della stazione.

L'analisi dei dati relativi ai parametri delle tabelle 5, 6 e 7 porta alle seguenti deduzioni:

- la predominanza del Ponente/Maestrale cresce all'aumentare del valore di soglia. In particolare si può notare che, sommando i valori dei venti provenienti da Ovest e da NordOvest, quando il vento è di intensità superiore ai 13.5 m/s, esso proviene da una delle due direzioni per più del 40 % delle volte, raggiungendo picchi del 60-70 %;
- si conferma quanto detto precedentemente riguardo all'importanza del vento proveniente da, sud-est e sud per la fascia II.

Si è infine esaminata la distribuzione del vento nelle tre fasce nei vari mesi dell'anno:

- riguardo alle fasce, si è osservato che in Sardegna, generalmente, il vento di intensità elevata (fascia III) è più frequente nei mesi invernali (dicembre-marzo), con un marcato cambio di stagione fra aprile e maggio ed un altro più diluito fra settembre e novembre. In pratica, si presentano qui le due stagioni tipiche ma fa eccezione Elmas, per la quali non si hanno sostanziali differenze fra i vari mesi;
- per il vento di intensità intermedia (fascia II), si nota invece un regime sostanzialmente opposto, con maggiore presenza di vento di questa fascia nei mesi estivi (giugno-settembre), con dei cambi di stagione poco marcati;
- l'analisi dei venti di intensità moderata (fascia I) risulta molto complesso poiché sembra che qui siano presenti tre regimi diversi: il primo con un massimo in inverno (novembre-gennaio) comprendente la stazione di Elmas, il secondo con un massimo in estate (giugno-agosto). Resta ovviamente da capire quanto i fattori locali influenzino tali regimi. In particolare, occorre capire quanto è attribuibile ai regimi di brezza e quanto invece ai fattori geografici o alla dislocazione della stazione.



4. ANALISI DEI DATI E DELLE STATISTICHE RICAVATE DALLA BANCA DATI DEL CENTRO NAZIONALE DI METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA AERONAUTICA

L'analisi dei dati relativi ai parametri riportati sui diagrammi tipo rosa dei venti (figura 9) conferma quanto dedotto dall'analisi precedente. Inoltre dalle misure effettuate in orari stabiliti è stato possibile effettuare ulteriori considerazioni.

Alle ore 00:00 la frequenza percentuale è prevalente da Nord e NordOvest durante tutto l'anno. Le velocità massime sono sempre comprese tra 11 e 20 nodi.

Alle ore 06:00 la frequenza è maggiore da NordOvest rispetto a Nord ed aumenta la persistenza rispetto l'orario precedente. Le velocità massime sono sempre comprese tra 11 e 20 nodi.

Alle ore 12:00 le misure dei parametri indicano quanto segue:

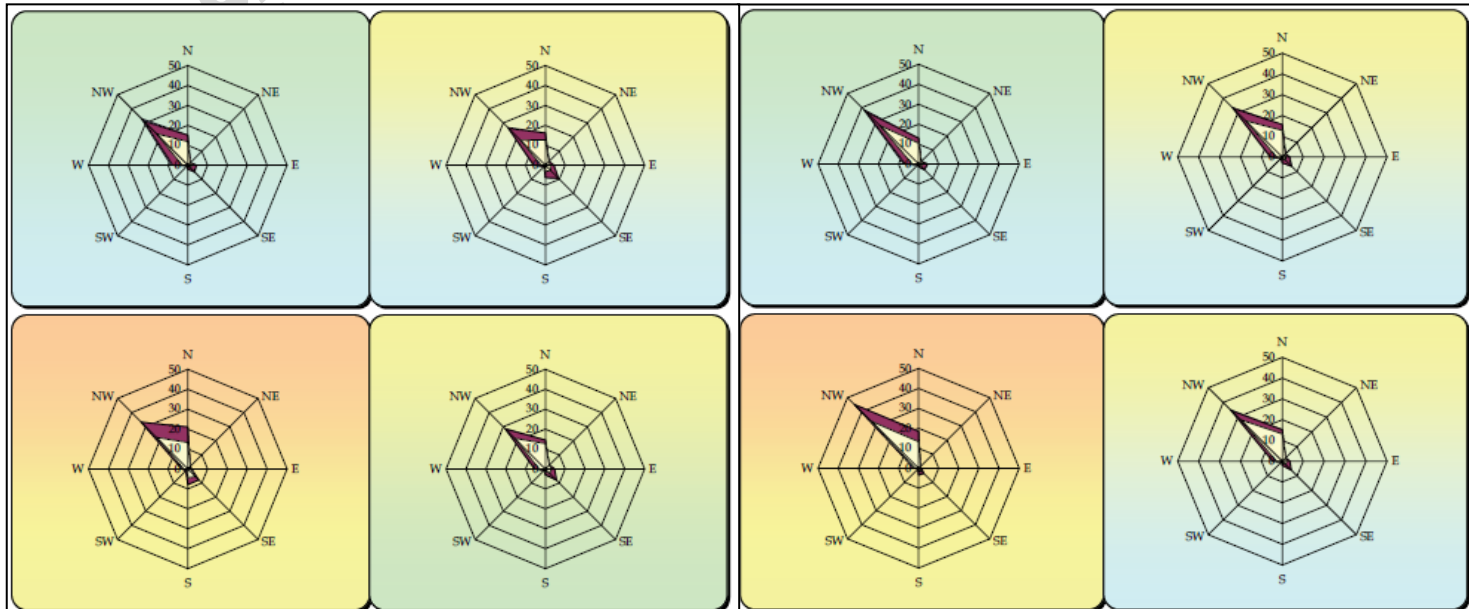
- la frequenza dei venti da NordOvest è maggiore in inverno, primavera ed autunno.
- dalla primavera all'autunno aumenta la persistenza dei venti da Sud e SudEst. In particolar modo si osserva una frequenza maggiore durante l'estate. Questo fatto è riconducibile ai gradienti termici (tra terra e mare) che innescano le cosiddette "brezze di mare".
- si osserva inoltre che le velocità da NordOvest ed Ovest superano i 20 nodi dall'inverno all'estate.

Alle ore 18:00 le frequenze percentuali variano rispetto agli orari precedenti e sono distribuite in maniera quasi omogenea tra NordOvest, SudEst e Sud, ad esclusione del periodo invernale dove la frequenza percentuale è maggiore da NordOvest. Si osservano, durante l'estate, velocità superiori ai 20 nodi da Nord-ovest, in cui concorrono, probabilmente, le cosiddette "brezze di terra" per effetto dei gradienti termici.



Periodo di riferimento dei dati (Period of reference considered to get data) = 1971 ÷ 2000
Frequenze percentuali alle ore (Percentage frequency of occurrence at) = 00 UTC

Periodo di riferimento dei dati (Period of reference considered to get data) = 1971 ÷ 2000
Frequenze percentuali alle ore (Percentage frequency of occurrence at) = 06 UTC



Periodo di riferimento dei dati (Period of reference considered to get data) = 1971 ÷ 2000
Frequenze percentuali alle ore (Percentage frequency of occurrence at) = 12 UTC

Periodo di riferimento dei dati (Period of reference considered to get data) = 1971 ÷ 2000
Frequenze percentuali alle ore (Percentage frequency of occurrence at) = 18 UTC

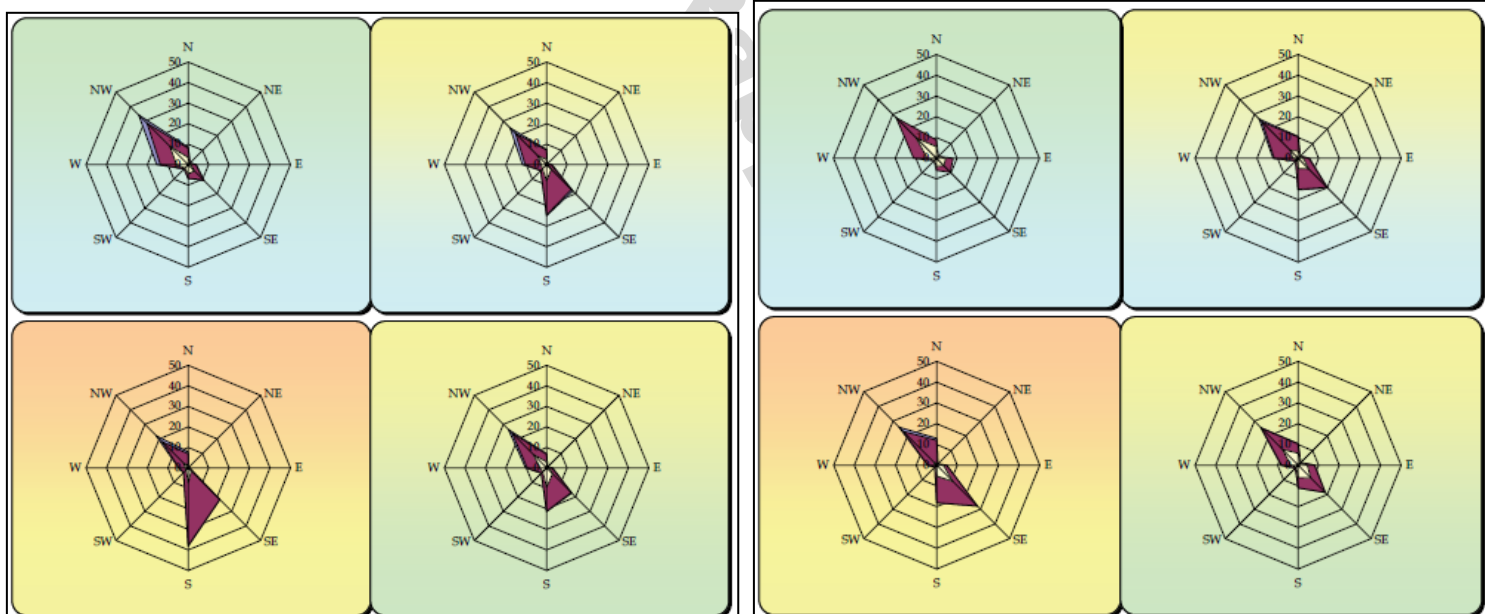


Figura 9 - Diagrammi tipo Rosa dei Venti realizzati su misure effettuate alle ore 00:00, 06:00, 12:00 e 18:00



Analisi dei dati e delle statistiche ricavate dalla banca dati dell' ISPRA

Le figure 10, 11 e 12 rappresentano, rispettivamente, l'andamento dei fenomeni ventosi nel 2009, 2010 e parte del 2011.

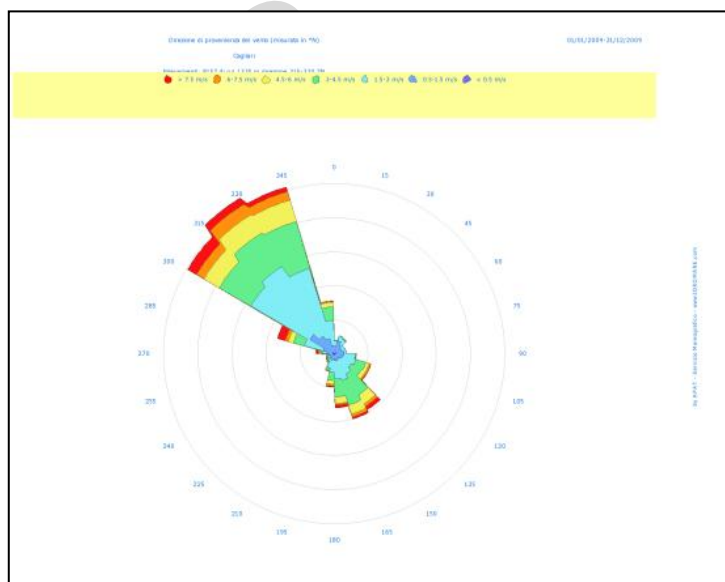


Figura 10 – Per quanto riguarda la direzione di provenienza del vento, sono stati misurati 1.335 rilevamenti in direzione 315 – 330 su un totale di 8.157. Le velocità massime e maggiori a 7,5 m/s sono relative sia a venti da NordOvest che SudEst.

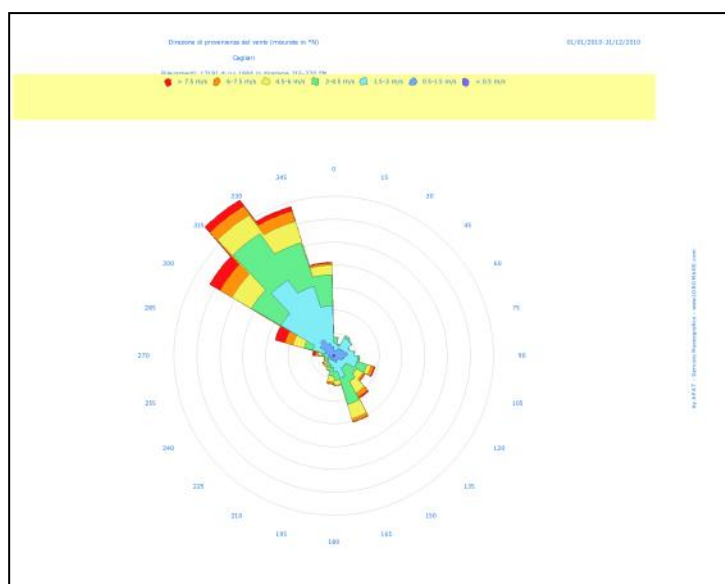


Figura 11 – In questo caso su 13.191 rilevamenti, 1.994 sono compresi tra 315 – 330. Le velocità massime e superiori a 7,5 m/s sono relative sia a venti da NordOvest che SudEst. La frequenza percentuale riferita al vento da NordOvest supera il 60%.

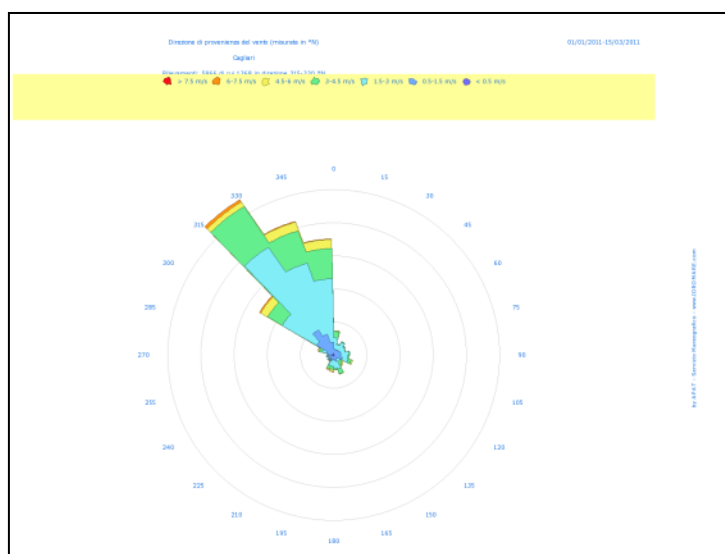


Figura 12 – Fino al 15/03/11 su un totale di 5.966 rilevamenti, 1.368 sono in direzione 315 – 330. Si noti che le velocità massime del Maestrale non sono state ancora raggiunte, come previsto dall'analisi dei diagrammi di figura 9. Esse infatti si verificano principalmente durante l'estate.

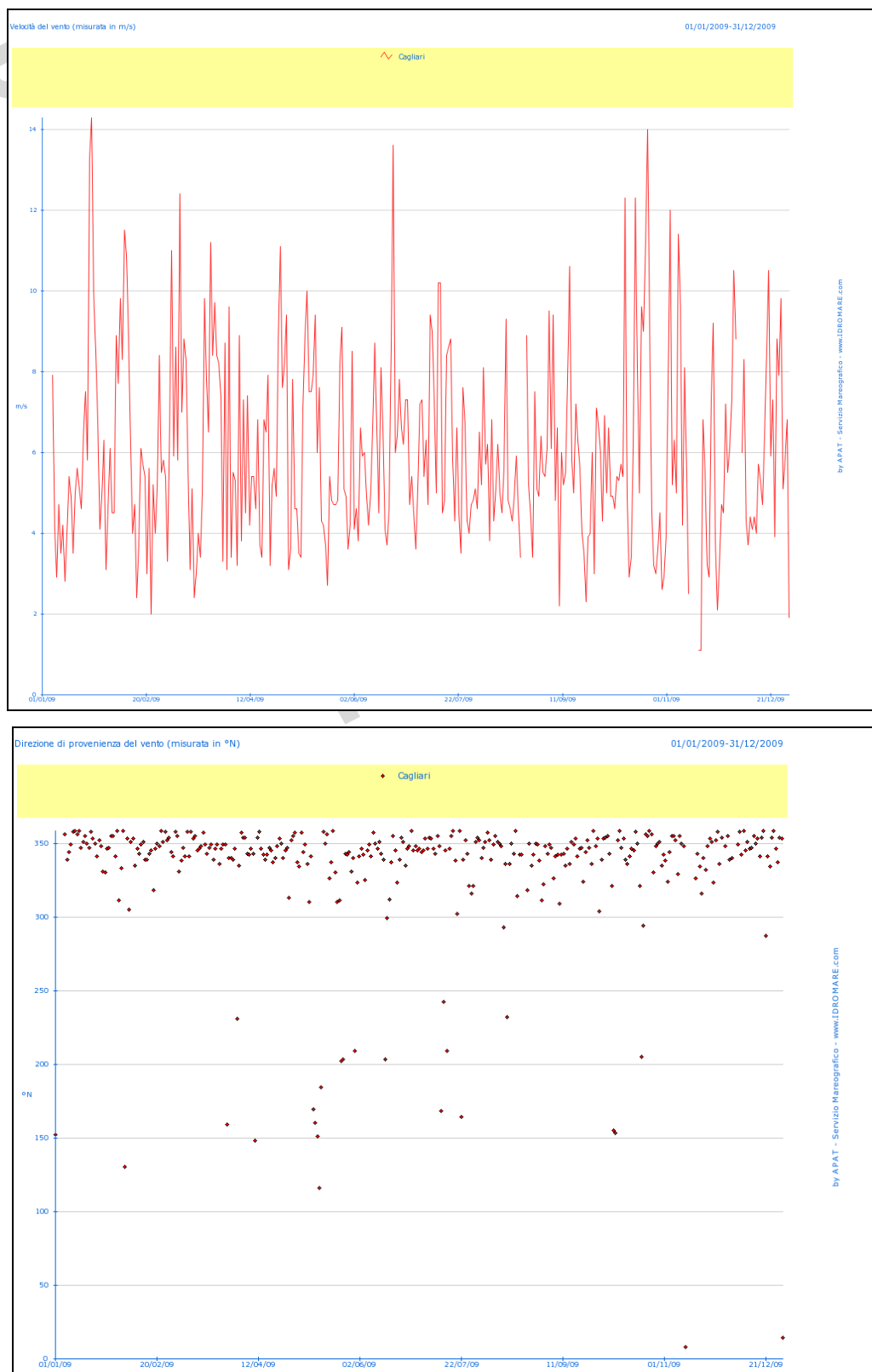


Figura 13 – Elaborazione statistica delle velocità e direzioni: i due grafici evidenziano che nel periodo di osservazione e misura (2009) i picchi di velocità massima arrivano fino a 14 m/s e le direzioni massime si attestano sulle direzioni comprese tra i 330° e 360°.

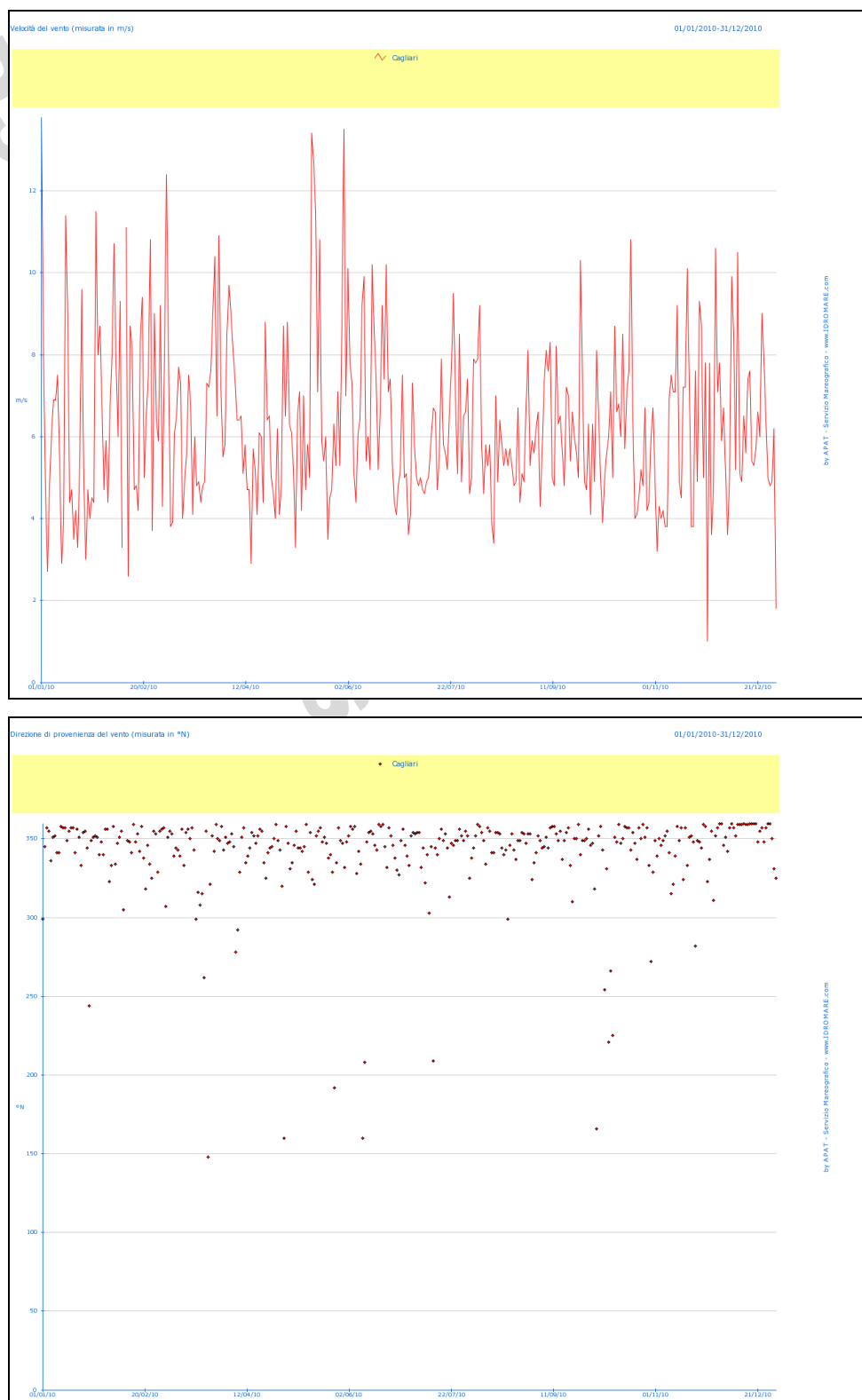


Figura 14 - Elaborazione statistica delle velocità e direzioni: i due grafici evidenziano che nel periodo di osservazione (2010) e misura, i picchi di velocità massima arrivano fino a 12-13 m/s e le direzioni massime si attestano sulle direzioni comprese tra i 330° e 360°.



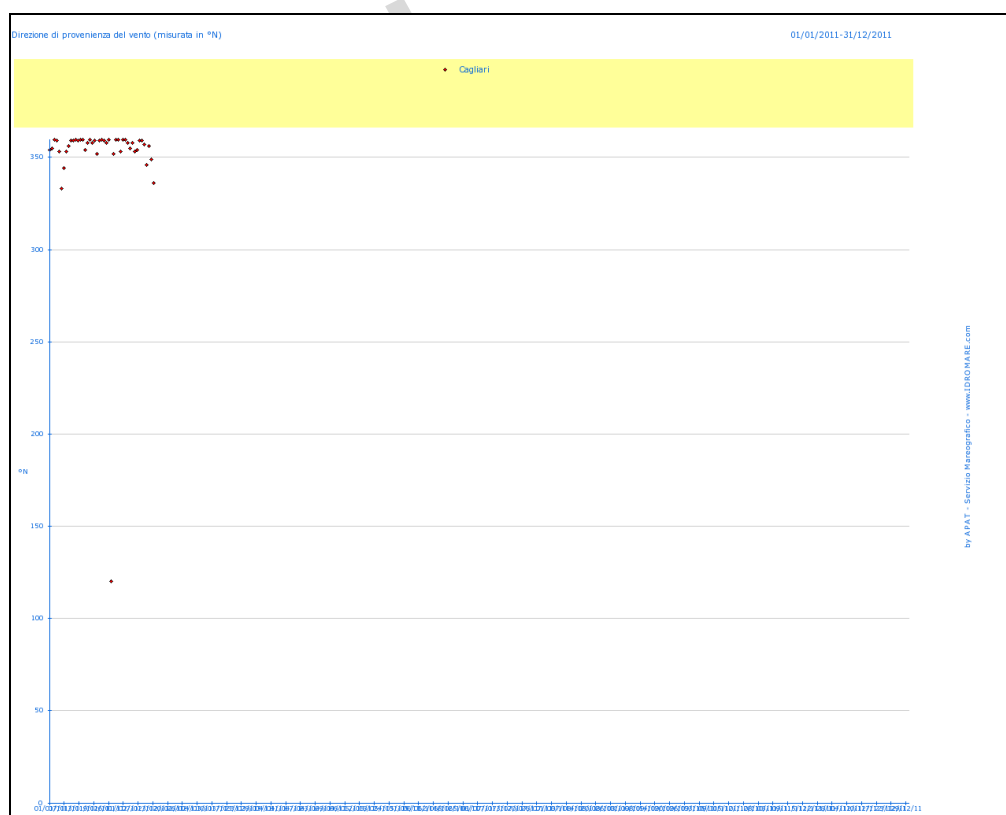


Figura 15 - Elaborazione statistica delle velocità e direzioni: i due grafici evidenziano che nel periodo di osservazione e misura 1° trimestre 2011, i picchi di velocità massima arrivano fino a 10 m/s e le direzioni massime si attestano sulle direzioni comprese tra i 350° e 360°.



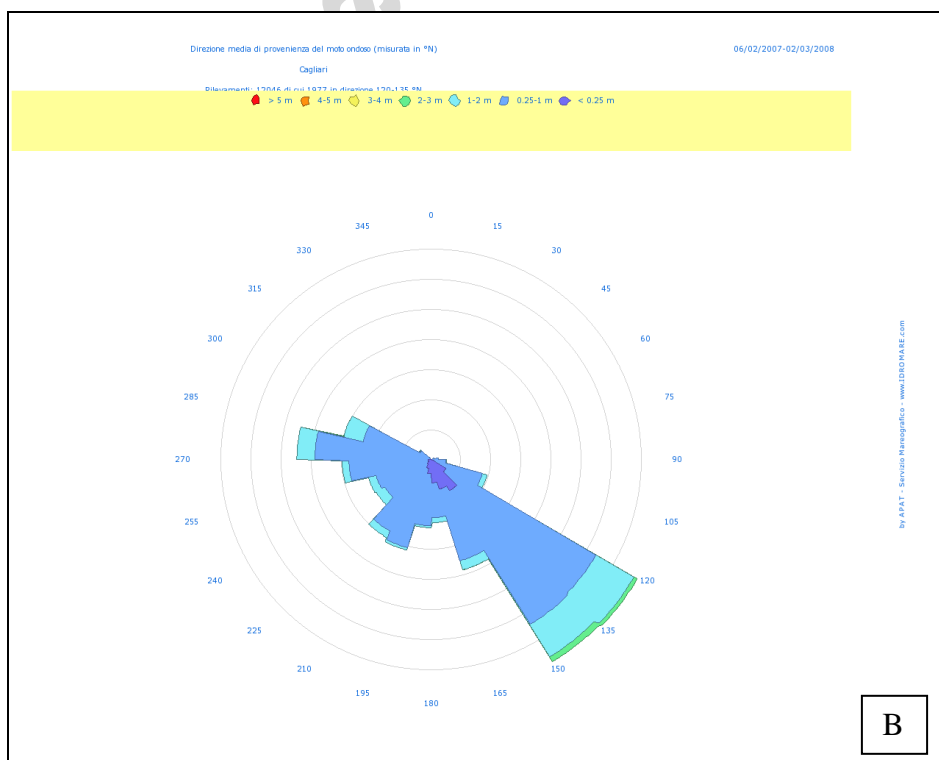
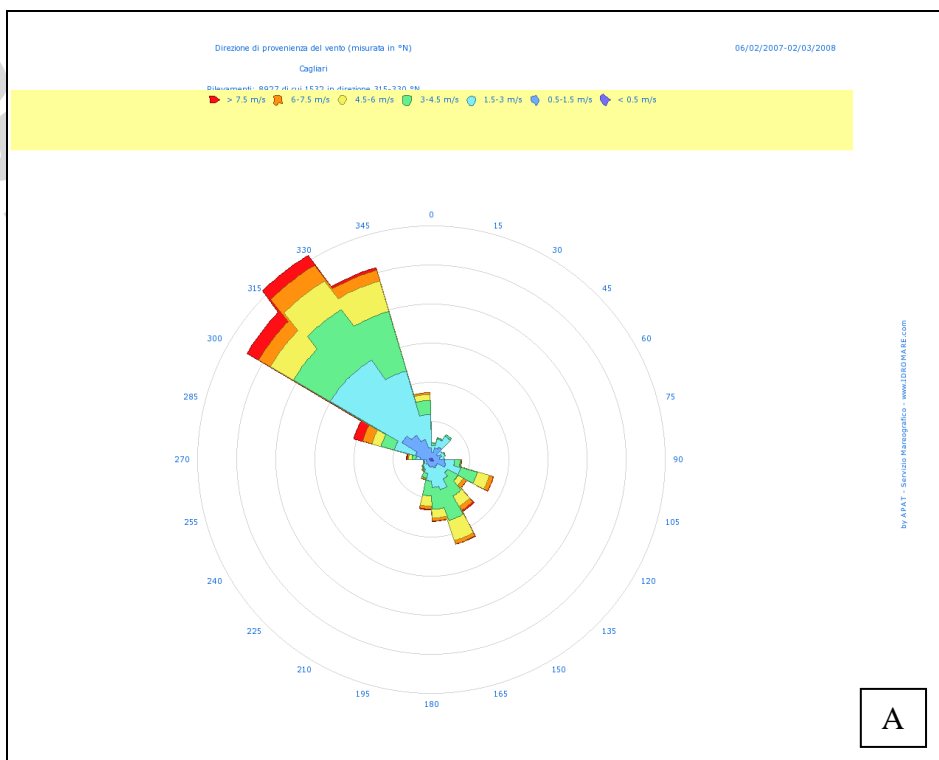


Figura 16 – I due diagrammi evidenziano che sebbene la zona sia caratterizzata da una maggior frequenza di vento da NordOvest (A), la direzione prevalente del moto ondoso (B), in considerazione dell’esposizione dei settori di traversia, è quella legata agli eventi di Scirocco (SudEst) e da Sud in un settore compreso tra i 120° e i 150°. L’altezza significativa massima del moto ondoso è compresa tra 2 e 3m.



5. RISULTATI

Dal confronto delle due serie storiche di dati (periodi di riferimento: 1951 – 1993 e 1971 – 2000) con le serie di dati collezionati nel periodo 2009 - 2011 si è potuto osservare che non vi sono stati, durante il periodo di attuazione del Progetto Providune, eventi climatici estremi che abbiano modificato sostanzialmente la fisiografia dei luoghi rispetto alla cartografia prodotta ed ai modelli digitali terra/mare prodotti da UC DST (ad esempio l'ampiezza delle zone dinamiche quali superfici di deflazione, creste dunali, zona dei massimi frangenti e la creazione di ripe d'erosione, significative, sul fronte duna).

I dati e i risultati derivanti da questo lavoro sono stati integrati, ai fini del monitoraggio e per sopperire alla mancanza di telecamere fisse, con le periodiche osservazioni sul campo effettuate, sin dall'avvio del Progetto, mediante telecamere mobili e fotocamere.



6. BIBLIOGRAFIA

- **AA.VV., 2009.** Atlante climatico. Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica - Divisione di Climatologia.
- **Delitala, A., Chessa, P., Porru, M., 1997.** Il clima della Sardegna. In “VII Settimana della cultura scientifica”. Sassari, 4-13 aprile 1997. Chiarella Sassari. p. 52.
- **De Muro S., Ferraro F., Kalb C., Ibba A., Ferrara C. (2009a).** ANALISI DEGLI IMPATTI DA FRUIZIONE SULL’HABITAT PRIORITARIO *2250 “DUNE COSTIERE CON *JUNIPERUS SPP.*” - SIC “PORTO CAMPANA” (ITB042230). Report ACTION A.5 Progetto Life+ Nature & Biodiversity Providune (LIFE07NAT/IT/000519), pp.1-193.
- **De Muro S., Ferraro F., Kalb C., Ibba A., Ferrara C. (2009b).** ANALISI DEGLI IMPATTI DA FRUIZIONE SULL’HABITAT PRIORITARIO *2250 “DUNE COSTIERE CON *JUNIPERUS SPP.*” - SIC “STAGNO DI PISCINNÌ” (ITB042218)” Report ACTION A.5 Progetto Life+ Nature & Biodiversity Providune (LIFE07NAT/IT/000519), pp.1-59.
- **De Muro S., Kalb C., Ferraro F., Ibba A., Ferrara C. (2009c).** STUDI SEDIMENTOLOGICI E DINAMICA MARINO-COSTIERA - SIC “PORTO CAMPANA” (ITB042230). Report ACTION A.2 Progetto Life+ Nature & Biodiversity Providune (LIFE07NAT/IT/000519), pp. 1-62.
- **De Muro S., Kalb C., Ferraro F., Ibba A., Ferrara C. (2009d).** STUDI SEDIMENTOLOGICI E DINAMICA MARINO-COSTIERA - SIC “STAGNO DI PISCINNÌ” (ITB042218). Report ACTION A.2 Progetto Life+ Nature & Biodiversity Providune (LIFE07NAT/IT/000519), pp.1-38.



7. SITOGRAFIA

- Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica. **www.meteoam.it**
- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (A.R.P.A.S.) - Dipartimento Specialistico Regionale IdroMeteoClimatico. **www.sar.sardegna.it/**
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (I.S.P.R.A.). **www.idromare.it**



PROVIDUNE (LIFE07NAT/IT/000519) - Conservazione e ripristino di habitat dunali nei siti delle Province di Cagliari, Matera, Caserta - SIC “Porto Campana” (ITB042230) - Report ACTION A.4 “Avviamento e funzionamento del sistema di telecontrollo degli eventi estremi e loro impatto” by Università degli Studi di Cagliari - Dipartimento di Scienze della Terra – De Muro S., Ferraro F., Kalb C., Ibba A., Ferrara C. (2011) is licensed under a [Creative Commons Attribution - Non commerciale - Non opere derivate 2.5 Italia License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/it/).

