

Manuale d'uso stazione anemometrica con datalogger serie *Wind-Store*



Rev. 0

Sommario

1	Installazione dei sensori e della stazione meteorologica	3
1.1	Posizionamento degli anemometri e dei sensori meteorologici in rispondenza alle norme IEC61400-12 e alle linea guida del WMO (World Meteorological Organization)	3
1.1.1	Stazioni con torri $\leq 40\text{m}$ per applicazioni micro e mini eoliche ($< 200\text{KW}$)	3
1.2	Fissaggio e collegamento dei cavi dei sensori meteorologici	5
1.3	Criteri preliminari di posizionamento della stazione anemometrica	5
1.4	Montaggio della torre anemometrica su struttura tubolare o tralicciata	5
2	Caratteristiche generali della centralina Wind-Store	6
2.1	Dati tecnici	6
2.2	Layout e Connessione anemometri	7
2.3	Collegamenti elettrici da effettuare prima dell'accensione del datalogger	8
3	Setup del datalogger e visualizzazione dei parametri a display	8
3.1	Impostazione Data e Ora	8
3.2	Impostazione slope e offset dell'anemometro	9
3.3	Visualizzazione dei parametri e delle misure a display	9
4	Gestione della memoria dati	9
4.1	Tipologia e Formattazione della memoria Sd Card	9
4.2	Sostituzione della memoria Sd Card	10
5	Modalità di gestione della memoria SD Card e delle batterie (IMPORTANTE)	10
6	Struttura dei files dati	12
6.1	Esempio di Tracciato record del datalogger Wind-Store	12
7	Elaborazioni eseguite da Wind-Store	13
7.1	Media aritmetica	13
7.2	Deviazione standard	13
7.3	Turbolenza	13
7.4	Media trigonometrica della direzione del vento	13
8	Segnalazioni di errore del datalogger	14

1 Installazione dei sensori e della stazione meteorologica

1.1 Posizionamento degli anemometri e dei sensori meteorologici in rispondenza alle norme IEC61400-12 e alle linee guida del WMO (World Meteorological Organization)

Per eseguire una corretta installazione della stazione affinché i dati rilevati abbiano significatività dal punto di vista anemometrico e meteorologico, è necessario che la stazione e i sensori di misura vengano posizionati in rispondenza alle norme IEC61400-12 e più in generale alle linee guida del WMO o OMM (Organizzazione Meteorologica Mondiale).

Nel presente documento si fornirà una sintetica interpretazione che consenta di mettere facilmente in pratica le norme IEC61400-12 per l'installazione e il posizionamento degli anemometri e dei sensori meteorologici su una torre anemometrica.

Il posizionamento dei sensori consigliato tiene in considerazione sia dell'aspetto anemometrico delle misurazioni sia degli altri aspetti impiantistici indicati nell'Annex 8 del WMO per garantire una misura ottimale nel tempo. Tali aspetti ritenuti comunque non secondari sono: la manutenibilità, la robustezza meccanica dei fissaggi e l'affidabilità delle connessioni elettriche tra i sensori di misura e la centralina di acquisizione dei dati (datalogger).

Nella tabella che seguono sono riportate le indicazioni, condivise dai principali certificatori per la bancabilità dei dati, per il posizionamento dei sensori anemometrici e meteorologici nelle stazioni con torri fino a 40m (applicazioni tipiche di micro e mini-eolico).

1.1.1 Stazioni con torri $\leq 40\text{m}$ per applicazioni micro e mini eoliche ($<200\text{KW}$)

Altezza palo	Sensori velocità vento (VV)		Sensori direzione vento (DV)	
	VV	VV	DV	DV
6m	6m	/	6m	/
11m	11m	/	11m	/
18m	18m	12m	18m	/
22m	22m	15m	22m	/
30m	30m	15m	30m	15m
40m	40m (+30m)	20m	40m	20m

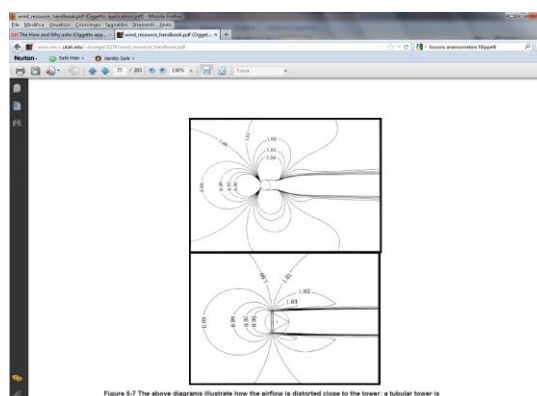
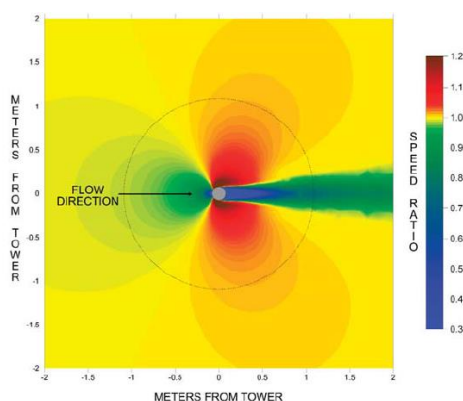


Figura 1 – Distorsione del flusso d'aria nei pressi della torre tubolare.
(Fonte: IEC 61400-12, allegato G - Montaggio degli strumenti sul Palo Meteorologico)

Come si evince dalla Figura 1, le linee rappresentano i contorni delle aree ove la misurazione del vento deve essere ricalcolata applicando la costante indicata in quanto il flusso libero dell'aria è disturbato. Come si può osservare tale costante è a 1,00 ove il flusso dell'aria è libero e quindi non influenza la misurazione anemometrica: è proprio in tali aree che la norma IEC61400-12 prevede di effettuare le rilevazioni della velocità del vento.

Dai grafici di Figura 1 si ricavano sia gli orientamenti degli sbracci degli anemometri rispetto alla direzione prevalente sia la distanza ottimale tra l'anemometro e il palo affinché l'errore introdotto nella misura dell'intensità del vento sia minimo. Di seguito si riportano le configurazioni da adottare nel caso **a)** con direzione prevalente del vento nota e nel caso **b)** con direzione prevalente del vento non conosciuta

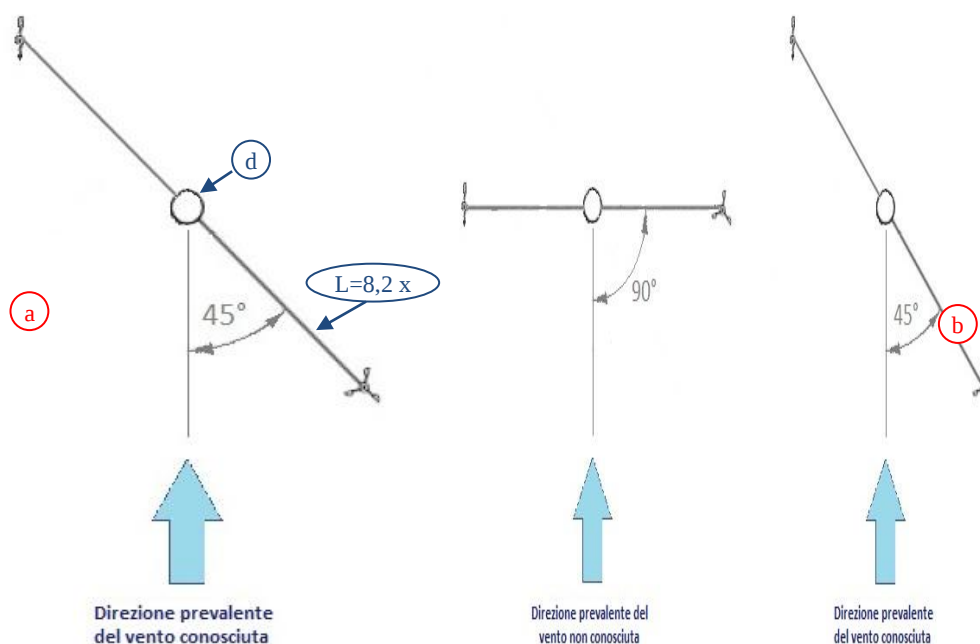


Figura 2 – Orientamento degli sbracci degli anemometri e distanze dalla torre tubolare

1.2 Fissaggio e collegamento dei cavi dei sensori meteorologici

E' molto importante che tutte le connessioni avvengano con cavi di segnale da esterni schermati.

I cavi di segnale devono essere fissati con delle robuste fascette in materiale plastico (si consiglia l'uso di fascette di larghezza >3mm) non abrasivo ai pali e alle strutture di supporto posandoli all'interno di cavedi oppure sul lato nord delle strutture di supporto affinché non subiscano surriscaldamenti.

Tutti i sensori devono essere fissati saldamente alle loro strutture di supporto in modo che non subiscano vibrazioni e i contatti elettrici tra sensori-cavi-datalogger restino affidabili nel tempo.

1.3 Criteri preliminari di posizionamento della stazione anemometrica

Nel posizionamento della stazione meteorologica si devono considerare i seguenti aspetti fondamentali:

1. La significatività anemometrica e meteorologica delle misure (v. par.1.1)
2. La facile accessibilità della stazione per consentirne la manutenzione
3. L'installazione in aree possibilmente recintate o che non consentano l'accessibilità a personale non autorizzato o ad animali

1.4 Montaggio della torre anemometrica su struttura tubolare o tralicciata

Per il montaggio della torre anemometrica si faccia riferimento al manuale specifico della torre tubolare o di quella tralicciata utilizzata. L'orientamento della torre e dei suoi tiranti dovrà essere effettuato tenendo in considerazione tutte le linee guida espresse nel presente Cap.0.

2 Caratteristiche generali della centralina Wind-Store

I datalogger della serie Wind-Store sono sistemi compatti e a bassissimo consumo alimentati da batterie industriali LR20 tipo D in grado di acquisire dati anemometrici conformemente alla norma IEC61400-12 e registrarli su memoria asportabile di tipo SD Card. I datalogger della serie Wind-Store sono stati testati e certificati da centri di taratura Measnet riconosciuti a livello internazionale per le misure nel settore dell'energia eolica.

Di seguito si riportano i dati tecnici dei micro-datalogger della serie Wind-Store.

2.1 Dati tecnici

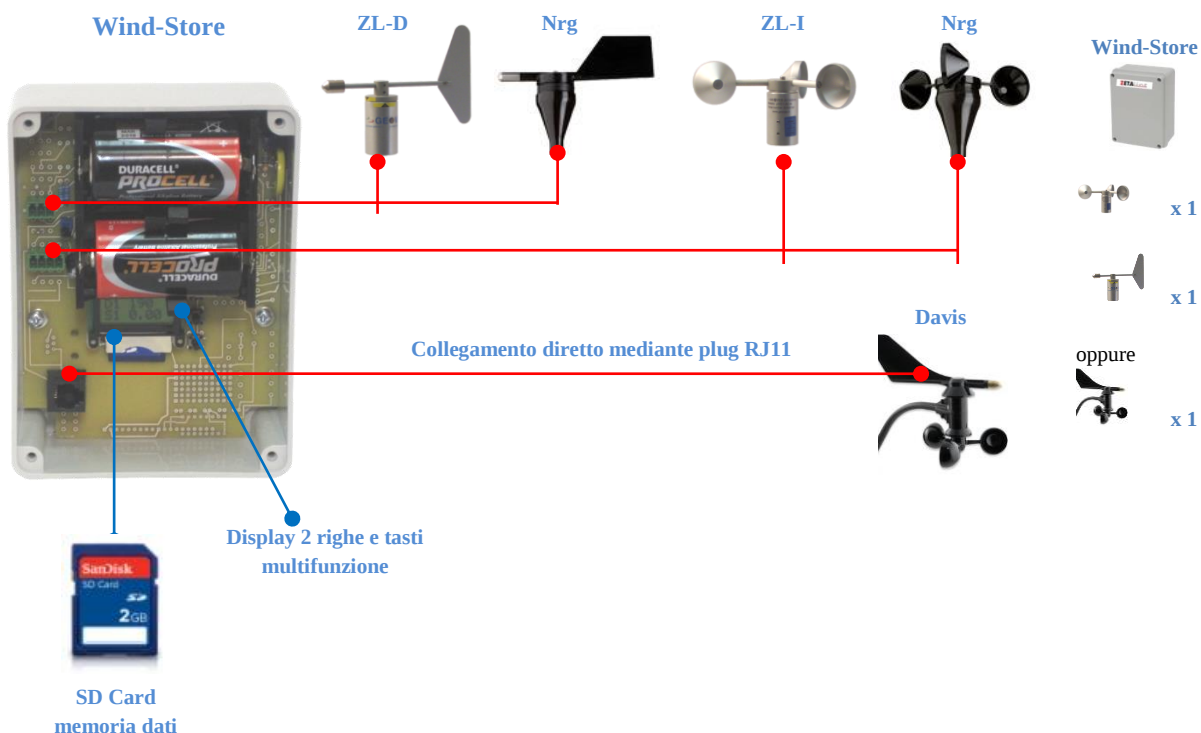
1) Modello	Wind-Store – Dataloggers di acquisizione dati serie Low Power
Box IP65	In materiale plastico Dim.: 160x110x80mm , chiusura con coperchio a vite e staffe universali per il fissaggio a palo
Campionamento misure vento	1s
Registrazione dati	10' (600 campioni) su SD Card fino a 2GB
Alimentazione:	Batterie alcaline (non ricaricabili) LR20A 2x1,5Vdc tipo D “torcia”
Elaborazioni IEC61400-12	Velocità vento: min, max (raffica), media aritmetica, deviazione standard, turbolenza; Direzione vento: media trigonometrica; Temperatura aria: media aritmetica
Interfacce	tastierino multifunzione per l'impostazione di data e ora e delle costanti anemometriche di slope e offset display a 2 righe per la visualizzazione delle misure, della data e ora, della energia % residua delle batterie e dell'identificativo seriale del datalogger
Certificazioni	Measnet
Anemometri collegabili	Davis, NRG, Young (altri su richiesta)



In tutti i casi la centralina è configurata conformemente alle linee guida **WMO** (World Meteorological Organization) alle norme **IEC61400-12 (sui monitoraggi anemometrici)** ovvero con **campionamento** di ogni singola misura **1 volta al secondo** e **memorizzazione** delle elaborazioni ogni **10 minuti** in un tracciato record registrato sulla memoria SD card. Le elaborazioni effettuate dalla centralina sono:

- Media aritmetica
- Misura Minima e Misura massima (raffica)
- Media trigonometrica della direzione del vento.
- Deviazione standard;
- Turbolenza;

2.2 Layout e Connessione anemometri



Caratteristiche dei canali di ingresso del datalogger

Ingresso/i Digitale/i per sensori velocità vento:

- Contatore/Frequenzimetro a 16bit per frequenze da 0...1kHz (impostazione standard 0...250Hz), per anemometri con uscita a Reed Switch o con uscita AC

Ingresso/i Analogico/i per sensori direzione vento:

- interfacciamento diretto di sensori con potenziometro da 10 kOhm

2.3 Collegamenti elettrici da effettuare prima dell'accensione del datalogger

Prima di effettuare qualsiasi collegamento elettrico procedere come segue:

- 1) Collegare i sensori anemometrici
- 2) Inserire la SD Card
- 3) Inserire la 2^a batteria verificando le polarità: il datalogger si accende



Figura 3 – Accensione del datalogger e utilizzo dei tasti multifunzione

3 Setup del datalogger e visualizzazione dei parametri a display

Al momento dell'accensione il datalogger visualizza a display la scritta **START** per pochi secondi.

Finché è presente tale messaggio, premendo **S1** si entra nel menù di configurazione dove si può effettuare l'impostazione sia della **data e ora** sia delle **costanti anemometriche** di slope e offset.

3.1 Impostazione Data e Ora

Per cambiare le impostazioni di default, bisogna tenere premuto il tasto S1 mentre è presente all'accensione la scritta **START**: in questo modo si entra nel primo dei 2 menù di configurazione della centralina.

Nella prima schermata sarà necessario inserire la data e l'ora locale, in formato:

gg/mm/aaaa

hh:mm:ss

Col tasto S2 si aumenta e con S3 si diminuisce di un'unità il valore del campo selezionato (intermittente).

Una volta impostato premere il tasto S1 per confermare e passare al campo successivo.

3.2 Impostazione slope e offset dell'anemometro

Una volta confermata la data e l'ora si accede al menù ove è possibile impostare o modificare i parametri di **slope** e **offset** configurati di default del sensore di velocità vento.

Il valore di slope e offset inserito di default rappresenta il valore tipico del sensore modello μ WS ZL; nel caso si voglia collegare all'acquisitore un altro anemometro è possibile modificare i parametri inserendo il nuovo slope e offset forniti dal costruttore. Nel caso non si conoscano questi due parametri è possibile acquisire il dato direttamente in Hz (anziché in m/s), impostando lo slope uguale a 0.999 e l'offset a 0.001. In questo modo nel tracciato record tutti i dati relativi alla velocità del vento saranno espressi in Hz. Tutte le modifiche apportate ai menù verranno scritte all'interno della memoria interna del datalogger rimanendo valide sino alla successiva modifica. Ogni modifica dei parametri viene scritta nel tracciato record dei dati. I tasti da utilizzare sono S2 e S3 per aumentare o diminuire rispettivamente di un'unità il valore selezionato, mentre S1 per confermare. Una volta confermato l'ultimo valore, con un'ulteriore pressione del tasto S1 si avvierà il normale ciclo di acquisizione dati della centralina.

3.3 Visualizzazione dei parametri e delle misure a display

Una volta ultimate le impostazioni il datalogger ritorna al normale ciclo di acquisizione dati riscontrabile da una serie di dati e informazioni che vengono visualizzate a display. Tali informazioni possono essere visualizzate in sequenza sulle 2 righe del display premendo il tasto S1: verranno visualizzate più pagine ove si possono trovare le seguenti informazioni:

- Data e ora
- Misure 1 e 2
- Misure 3 e 4
-
- Misure n e n+1
- Numero di serie / identificativo del datalogger

4 Gestione della memoria dati

4.1 Tipologia e Formattazione della memoria Sd Card

Il datalogger Wind-Store memorizza i dati in una SD Card creando un file giornaliero denominato "M1LPXXXYYY.txt" (dove XXX è il numero di serie e YYY il progressivo del file da 000 a 512), contenente la configurazione della macchina e i dati memorizzati. Tale file è in formato testo .TXT pertanto è leggibile tramite Microsoft Excel, Word, Notepad o qualsiasi altro programma di visualizzazione di files ASCII.

Le SD card normalmente utilizzate dal sistema sono da 32MB, 128MB, 256MB, 512MB, 1GB e 2GB (si consiglia l'uso di SD Card di marca *Sun Disk*). Prima di utilizzare qualsiasi SD Card è necessario formattarla con un PC Windows in formato **FAT**. Una formattazione diversa provoca il non funzionamento del datalogger e quindi il blocco della registrazione dei dati.

4.2 Sostituzione della memoria Sd Card

Procedura

1. Spegner il datalogger togliendo una batteria.
2. Rimuovere la SD Card premendola verso l'interno. Si udirà un click che indica che la molla di ritenuta ha sganciato la memoria, quindi sfilare la SD Card.
3. A questo punto si può procedere in 2 modi alternativi uno all'altro:
 - a. **Riutilizzare la stessa SD Card** copiando i files in essa contenuti su un PC portatile. Nota importante: I files TXT devono essere solo copiati nel PC senza aprirli sulla SD Card, viceversa la SD Card non verrà riconosciuta dal datalogger e il sistema non registrerà i dati oppure
 - b. **Utilizzare una nuova SD Card** di ricambio formattata FAT
4. In entrambe i casi reinserire la SD Card con il datalogger spento. Spingere la SD Card nel suo alloggiamento fino a udire il click della molla di ritenuta (in questo modo le vibrazioni della stazione di monitoraggio non possano causare falsi contatti sulla memoria)
5. Riaccendere il datalogger (inserendo nuovamente la batteria).
6. Verificare che il datalogger funzioni correttamente osservando che sul display venga visualizzato il normale ciclo di funzionamento (data e ora, misure, ecc...). In caso contrario il display visualizzerà dei messaggi di errore che dovranno essere interpretati secondo quanto riportato nel capitolo anomalie o guasti tecnici.
7. Nota importante: poiché il datalogger registra 1 file dati al giorno fino a un max di 512 files sequenziali (limite della formattazione FAT), è necessario sostituire la SD Card ogni **15 mesi** effettuando la procedura di “Reset elenco files” che consente di azzerare il registro interno del datalogger che tiene conto della numerazione dei files dati. Tale procedura viene effettuata come segue:
 - a. Spegnere il datalogger
 - b. Inserire la nuova SD card formattata FAT
 - c. Accendere il datalogger e finché è presente il messaggio di START tenere premuto il tasto S2 finché sul display non verrà visualizzato il messaggio “RESET FILES OK”
 - d. Rilasciare il tasto S2. A questo punto il datalogger registrerà i files dati partendo dal file 000.

Attenzione: la scheda SD deve essere formattata in FAT e NON in FAT32!!!

5 Modalità di gestione della memoria SD Card e delle batterie (IMPORTANTE)

Le stazioni di monitoraggio anemometrico vengono normalmente installate in siti non presidiati pertanto possono essere soggette a furti, atti vandalici o fulminazioni che possono causare la perdita parziale o totale dei dati; si consiglia pertanto di controllare la stazione con **cadenza almeno mensile** in modo che si possa verificare il corretto funzionamento del sistema e verificare la presenza e congruità dei dati registrati nella SD Card.

In quest'occasione è necessario verificare anche l'energia residua % delle batterie e all'occorrenza sostituirle. Poiché le batterie in commercio hanno caratteristiche e durate diverse le une dalle altre variabili anche in base alle condizioni meteo-climatiche presenti in sito, è difficile stabilire la percentuale di Energia residua sotto la quale si dovrà sostituirle. Si consiglia pertanto di verificare la diminuzione in punti percentuali dopo il primo mese di funzionamento e di tenerne conto fino alla successiva visita della stazione anemometrica. Si consigliano batterie **industriali** alcaline LR20 tipo D "torcia" 1,5Vdc@18.000mAh che garantiscono migliori performances e durata nel tempo (> 2 mesi)

Tale verifica viene effettuata, come anticipato al par.4.2 punto 3, in due modi alternativi:

- a. **Riutilizzando la stessa SD Card** (si copiano i files dei dati in una cartella del PC portatile).
oppure
- b. **Utilizzando una nuova SD Card** formattata FAT

Nel caso "a" i dati devono essere copiati in un'unica cartella dati (es. Utente/Dati/SDCARD_1)

Nel caso "b" invece, impiegando n.2 SD Card alternativamente, i dati dovranno essere copiati su due cartelle distinte (es. Utente/Dati/SDCARD_1 e Utente/Dati/SDCARD_2): in questo modo si evita che i files copiati sul PC relativi al giorno di sostituzione della SD Card possano sovrasciversi.

In entrambe i casi nella SD Card verranno registrati solo files dati .TXT.

Attenzione: la scheda SD deve essere formattata in FAT e NON in FAT32!!!

Attenzione: non utilizzare batterie ricaricabili!

6 Struttura dei files dati

All'interno della memoria SD viene creato ogni giorno un file giornaliero "M3xxxxyy.Txt", contenente una breve intestazione, il numero di serie e i parametri anemometrici di SLOPE e OFFSET degli anemometri collegati.

6.1 Esempio di Tracciato record del datalogger Wind-Store

MICROVEN

SERIAL:M1001

SLOPE1:0.439

OFFSET1:0.527

SLOPE2:0.442

OFFSET2:0.498

H	Data	Ora	ER%	Ta	Dv1	Vvavg1	Vvmin1	Vv1raff	Dst1	Trb1	Dv2	Vvavg2	Vvmin2
	Vv2raff	Dst2	Trb2										
R	24/02/2012	13:00:00	99	19.18	198.00	2.04	0.00	24.24	5.30	100.00	125.00	1.29	0.00
	35.72	5.72	100.00										

Analisi di un record delle ore 13:00:00 del tracciato standard M1001000.txt del 24/02/2012

Legenda intestazione colonna dati:

H. inizio header campo di scrittura

R. record di scrittura composto da:

24/02/2012, Data

13:00:00, Ora Periodo di elaborazione che va dalle 12:00:00 alle 13:00:00 con dati istantanei ogni secondo

99, Energia residua % batterie

19.18, Temperatura media 10'

198.00, Direzione vento n.1 media trigonometrica vettoriale 10'.

2.04, Velocità vento n.1 media 10'

0.00, Velocità vento n.1 minima

24.24, Raffica della velocità vento n.1

5.30, Deviazione Standard della velocità vento n.1

100.00, Turbolenza della velocità vento n.1

125.00, Direzione vento n.2 media trigonometrica vettoriale 10'.

1.29, Velocità vento n.2 media 10'

0.00, Velocità vento n.2 minima

35.72, Raffica della velocità vento n.2

5.72, Deviazione Standard della velocità vento n.2

100.00, Turbolenza della velocità vento n.2

7 Elaborazioni eseguite da Wind-Store

Come anticipato in precedenza la centralina Wind-Store è in grado di eseguire diverse elaborazioni sui dati anemometrici e meteorologici acquisiti. Di seguito vengono riportate le principali elaborazioni eseguite.

7.1 Media aritmetica

La misura media è calcolata su un periodo di 10 minuti, acquisendo il valore della misura ogni secondo (600 campioni in 10 minuti).

$$\overline{M} = \frac{\sum_{i=1}^N M_i}{N}$$

Inoltre vengono estrapolati nell'intervallo anche il valore minimo e il valore massimo.

7.2 Deviazione standard

Un'altra elaborazione eseguita da Wind-Store è il calcolo della deviazione standard (Dst) mediante l'utilizzo di questa formula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

7.3 Turbolenza

Utilizzando il risultato della formula precedente, Wind-Store calcola anche la turbolenza:

$$Trb = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100$$

7.4 Media trigonometrica della direzione del vento

La direzione del vento, calcolata sempre ogni 10 minuti con acquisizione del dato ogni secondo, viene ottenuta tramite il calcolo della media trigonometrica:

$$\bar{\alpha} = \tan^{-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^N \sin \alpha_i}{\sum_{i=1}^N \cos \alpha_i} \right)$$

dove N è il numero di misure valide della direzione del vento.

8 Segnalazioni di errore del datalogger

Se al momento dell'accensione sul display viene indicato il tentativo di inizializzazione memoria lampeggiante, "FAIL! SYSTEM STOPPED", significa che:

- La SD card non è formattata FAT;
- La SD card non è inserita correttamente;
- La SD card ha la protezione di scrittura attiva;
- La SD card è danneggiata.

Nel caso risulti guasta la SD card attenersi al capitolo Gestione Memoria.