

Report meteo di riscontro *wind day*

Piano contenente le prime misure di intervento per il risanamento della qualità dell'aria nel quartiere Tamburi (TA) per gli inquinanti PM10 e benzo(a)pirene ai sensi del D.lgs.155/2010 art. 9 comma 1 e comma 2 (rev. luglio 2012).

N. 6/2018
VI Bimestre

Autori:
Dott.ssa M. Menegotto

Rev. 0

Servizio Agenti Fisici della Direzione Scientifica

05/03/2019

Sommario

1. Premessa.....	2
2. Elenco <i>wind day</i> sesto bimestre 2018	3
3. Commenti e grafici dei dati.....	3
4. Conclusioni.....	8
APPENDICE: Modalità e tecniche di valutazione delle previsioni dei <i>wind day</i>	11

1. Premessa

Con deliberazione di Giunta Regionale n. 1944 del 2/10/2012 è stato approvato il “Piano contenente le prime misure di intervento per il risanamento della qualità dell’aria nel quartiere Tamburi (TA) per gli inquinanti PM10 e benzo(a)pirene ai sensi del D.lgs.155/2010 art. 9 comma 1 e comma 2” (di seguito Piano). In tale Piano sono stati definiti i *wind day*, ovvero giornate caratterizzate da particolari condizioni meteorologiche che determinano un impatto negativo sulla qualità dell’aria nel quartiere Tamburi di Taranto, con particolare riferimento al PM10 ed al benzo(a)pirene [B(a)p].

Il *wind day* nasce da uno studio sui dati storici relativi all’anno 2011 di PM10 e B(a)p registrati dalla centralina di rilevamento della qualità dell’aria di via Machiavelli a Taranto (q.re Tamburi) e dei dati meteorologici registrati presso la centralina ARPA di San Vito (Taranto), da cui era emerso che sotto determinate condizioni di vento (direzione dai quadrante di Nord-Ovest e velocità oltre 7 m/s rilevati presso la stazione di San Vito), si assisteva ad un incremento delle concentrazioni dei due inquinanti nel solo quartiere Tamburi, con un effetto anche sul numero di superamenti legali per il PM10 (media giornaliera di concentrazione > 50 µg/m³). Ciò era dovuto alla vicinanza del sito all’area industriale. Uno studio successivo, effettuato con il sistema modellistico previsionale di qualità dell’aria SKYNET presente presso il DAP di Brindisi e afferente al Centro Regionale Aria, aveva permesso di individuare e selezionare parametri di previsione meteorologica direttamente riferibili alle situazioni critiche di impatto sulla qualità dell’aria evidenziate dai dati storici.

Per tutto ciò, in ottemperanza al Piano di risanamento, ARPA Puglia comunica la previsione di un *wind day* con 48 ore di preavviso alle aziende individuate dal Piano. Queste ultime, ai sensi del Piano e in corrispondenza del *wind day*, sono tenute ad attuare una serie di interventi volti a ridurre le emissioni di inquinanti in atmosfera.

Fino al 31/12/2014 le previsioni erano affidate all’Ufficio di Modellistica del Centro Regionale Aria, che acquisiva le previsioni da ditta esterna riprocessandole con il sistema SKYNET.

Dal 01/01/2015 l’Agenzia ha internalizzato la catena di previsione dei *wind day*, affidando l’attività al Servizio Agenti Fisici della Direzione Scientifica di ARPA (di seguito SAF). Grazie all’internalizzazione si è potuto ottenere un miglioramento delle performance del sistema previsionale.

Dal 01/06/2018 è online il nuovo algoritmo di previsione dei *wind days* basato sulla più recente versione “M5” del modello COSMO fornito dal Servizio Idro-Meteo-Clima di ARPA Emilia Romagna, secondo quanto stabilito da specifico protocollo di intesa tra le due Agenzie. Il nuovo algoritmo è descritto nel documento “Criterio di identificazione dei Wind Days REV 01-06-2018”; per i periodi precedenti l’algoritmo di riferimento è riportato nel documento “Nuovo criterio di identificazione dei Wind Days - rev 0 del 02/01/2015” (link http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wind_days).

Sulla base degli output modellistici previsionali a +72 ore, Il SAF provvede a diramare le allerte, che possono essere oggetto di revoca il giorno successivo, sulla base delle previsioni a +48 ore in genere più affidabili. Per maggiori informazioni, si può consultare la documentazione presente al link http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wind_days e l'allegato al presente report.

2. Elenco *wind day* sesto bimestre 2018

Nel sesto bimestre 2018 si sono verificati n. 12 giorni con caratteristiche di *wind day*, secondo il criterio di verifica ex post riportato a pag. 4 del documento "Nuovo criterio di identificazione dei *Wind Days* – rev 0 del 02/01/2015", di cui 8 correttamente previsti dal sistema previsionale.

Le chiamate sono state in totale 9, di cui 1 viene conteggiata come "falso positivo". Si è verificata inoltre n. 1 giornata interessata da iniziale allerta e successiva revoca (sulla base delle previsioni a +48 ore); tale giornata viene conteggiata come falso negativo in quanto si è verificato ex post un *wind day*. Dei 4 falsi negativi, 2 sono borderline in quanto eventi di durata giusto pari a 3 ore in cui le velocità registrate hanno lambito la soglia dei 7 m/s.

In Tabella 1 si riporta la lista aggiornata delle allerte e dei *wind days* verificati ex-post, unitamente all'esito della verifica ex-post. Nel paragrafo 3 sono commentati gli eventi corredati da grafici degli andamenti dei parametri velocità del vento, direzione del vento e precipitazione registrati presso la stazione di San Vito.

3. Commenti e grafici dei dati

- *Prima e seconda decade di novembre 2018 (riferimento grafico: figure 1 e 2).*

In questo periodo, in base al modello previsionale meteorologico, non ci sono state allerte; tale condizione è in accordo con i dati osservati, che non hanno registrato eventi di *wind day*.

- *Terza decade di novembre 2018 (riferimento grafico: figura 3).*

Il 28 e 29 novembre sono stati allertati due *wind days*, verificati correttamente a posteriori. Il giorno successivo 30 novembre (coda dell'evento dei giorni precedenti) nelle prime ore del mattino si sono registrate 3 ore in cui la velocità del vento aumentata dell'incertezza, ha toccato la soglia dei 7 m/s. Tale evento borderline viene conteggiato come falso negativo (freccia arancione in figura 3).

- *Prima decade di dicembre 2018 (riferimento grafico: figura 4)*

Il 5 e il 10 dicembre sono stati allertati e verificati ex-post due *wind day*. Il giorno precedente e successivo al 10 dicembre, si sono registrati due eventi non previsti dal modello prognostico. Il giorno 9, si è registrato un evento borderline della durata di 3 ore (dalle 2 alle 4 del mattino), con 2 valori su 3 che, aumentati dell'incertezza, hanno toccato la soglia dei 7 m/s. Tale evento borderline viene conteggiato come falso negativo. Il giorno 11, si sono registrate condizioni di *wind day* non previste dal modello prognostico, e situate nella prima parte della giornata. Anche tale giorno viene conteggiato come falso negativo (freccia arancione in figura 4).

- *Seconda decade di dicembre 2018 (riferimento grafico: figura 5)*

I giorni 15, 16 e 18 dicembre sono stati allertati 3 *wind days*, verificati correttamente a posteriori.

- *Terza decade di dicembre 2018 (riferimento grafico: figura 6)*

Il giorno 25 dicembre si è allertato e verificato un *wind day*. Il successivo 26 dicembre è stato oggetto di revoca a seguito delle previsioni a +48 ore; in tale giorno si è registrato ex-post un *wind day*, conteggiato pertanto come falso negativo. Inoltre il giorno 31 dicembre, oggetto di allerta, non è stato verificato a posteriori come *wind day* e viene conteggiato come falso positivo. In tale giorno si sono registrate comunque 9 ore con venti superiori a 7 m/s, ma mai per 3 ore consecutive (freccia arancione in figura 6).

Tabella 1: Lista delle allerte e dei *wind days* verificati (aggiornamento al terzo bimestre 2018)

BIMESTRE	Data	Allerta	Numero progressivo 2018	Esito verifica *
1°	02/01	v	1	FP
	03/01			FN
	04/01			FN
	17/01	v	2	VP
	18/01	v	3	VP
	21/01			FN
	22/01	v	4	VP
	10/02	v	5	VP
	11/02	v	6	VP
	15/02	v	7	VP
2°	26/02			FN
	28/02	v	8	VP
	22/03	v	9	FP
	23/03	v	10	VP
	26/03			FN
3°	06/04	v	11	VP
	07/04			FN
	20/04	v	12	FP
	23/06	v	13	FP
4°	26/06	v	14	FP
	27/06	v	15	VP
	28/06	v	16	FP
	08/07	v	17	FP
5°	09/07	v	18	FP
	18/07	v	19	FP
	24/07	v	20	FP
	26/08	v	21	FP
6°	27/08	v	22	FP
	25/09	v	23	VP
	26/09	v	24	VP
	25/10	v	25	FP
	28/11	v	26	VP
	29/11	v	27	VP
	30/11			FN
	5/12	v	28	VP
	9/12			FN
	10/12	v	29	VP
7°	11/12			FN
	15/12	v	30	VP
	16/12	v	31	VP
	18/12	v	32	VP
	25/12	v	33	VP
	26/12			FN
	31/12	v	34	FP

*VP = vero positivo; FP= falso positivo; FN=falso negativo. Per la definizione consultare l'allegato al presente report

Figura 1: Velocità del vento (linea rossa, asse a destra, in m/s), direzione del vento (triangoli blu, asse a sinistra), precipitazione cumulata oraria (istogramma in grigio, stesso asse a destra della velocità del vento, in mm/h). Il giorno interessato dall'allerta è riportato come area verde; la soglia di identificazione per la velocità del vento è riportata come linea orizzontale rossa.

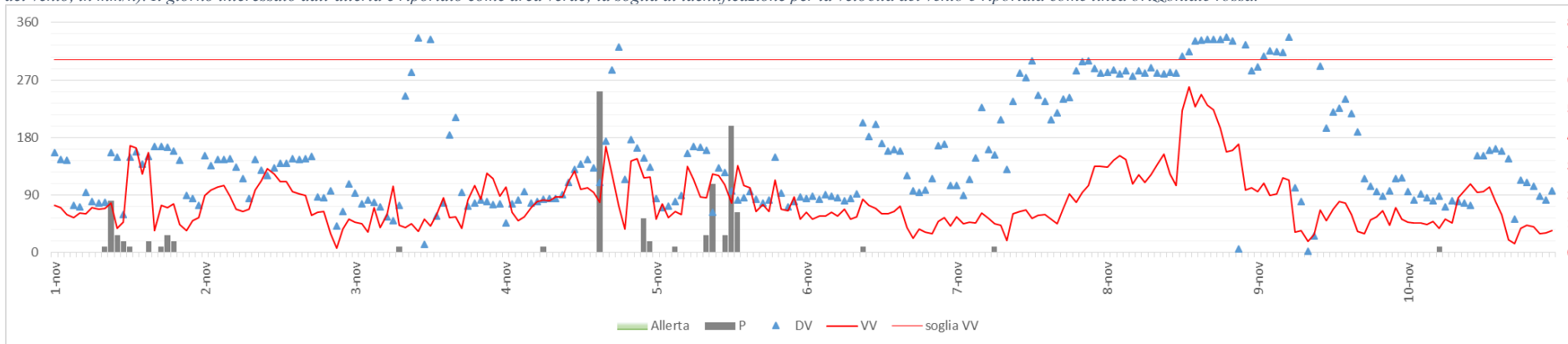


Figura 2: Velocità del vento (linea rossa, asse a destra, in m/s), direzione del vento (triangoli blu, asse a sinistra), precipitazione cumulata oraria (istogramma in grigio, stesso asse a destra della velocità del vento, in mm/h). Il giorno interessato dall'allerta è riportato come area verde; la soglia di identificazione per la velocità del vento è riportata come linea orizzontale rossa.

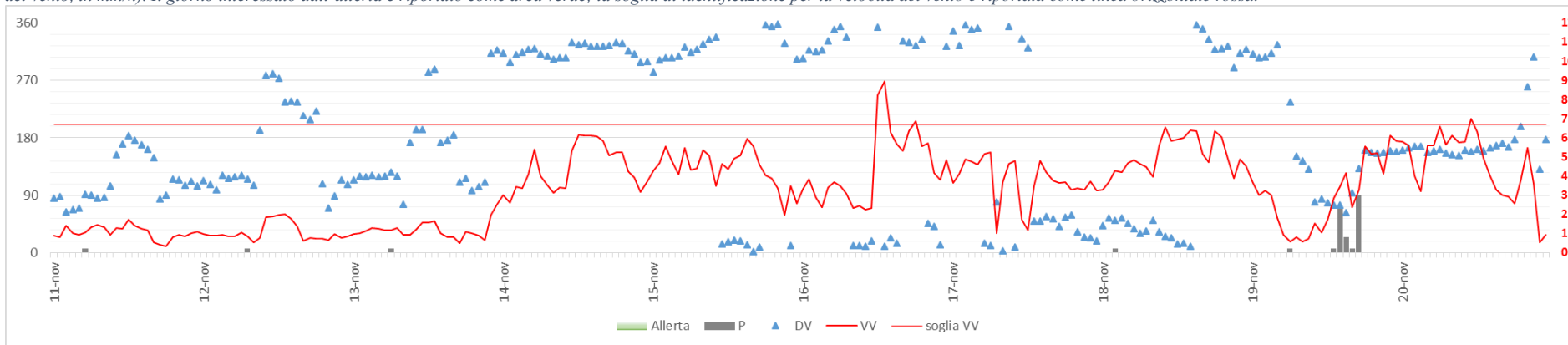


Figura 3: Velocità del vento (linea rossa, asse a destra, in m/s), direzione del vento (triangoli blu, asse a sinistra), precipitazione cumulata oraria (istogramma in grigio, stesso asse a destra della velocità del vento, in mm/h). Il giorno interessato dall'allerta è riportato come area verde; la soglia di identificazione per la velocità del vento è riportata come linea orizzontale rossa.

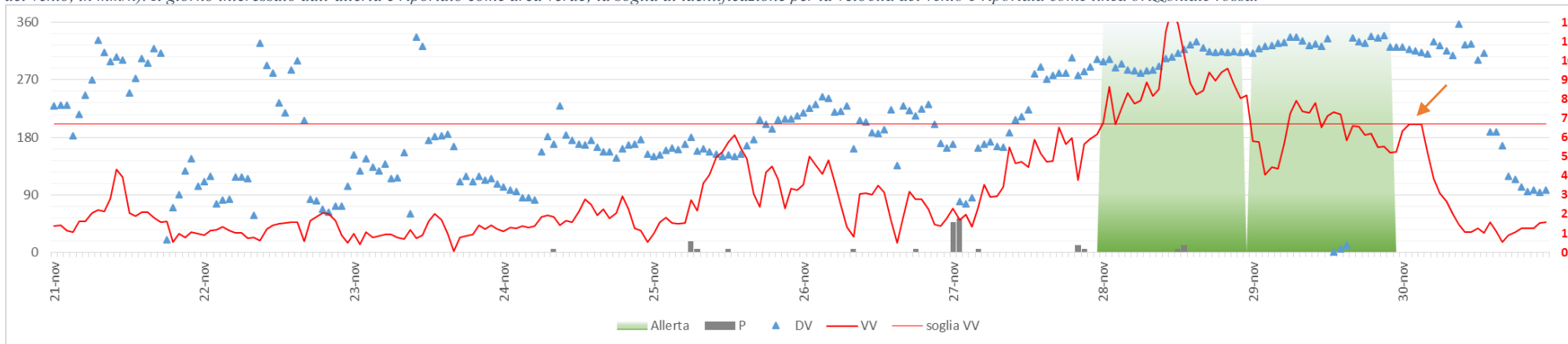


Figura 4: Velocità del vento (linea rossa, asse a destra, in m/s), direzione del vento (triangoli blu, asse a sinistra), precipitazione cumulata oraria (istogramma in grigio, stesso asse a destra della velocità del vento, in mm/h). Il giorno interessato dall'allerta è riportato come area verde; la soglia di identificazione per la velocità del vento è riportata come linea orizzontale rossa.

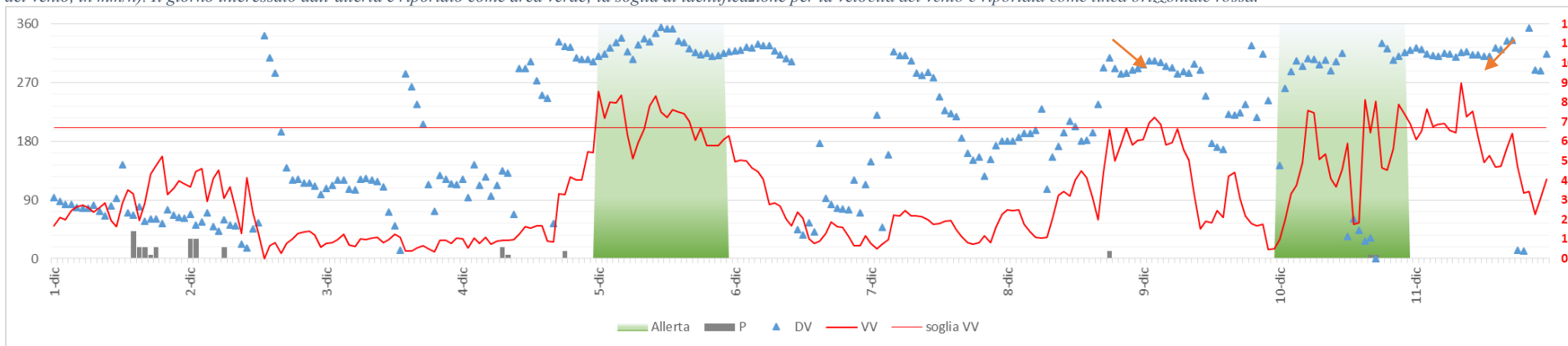


Figura 5: Velocità del vento (linea rossa, asse a destra, in m/s), direzione del vento (triangoli blu, asse a sinistra), precipitazione cumulata oraria (istogramma in grigio, stesso asse a destra della velocità del vento, in mm/h). Il giorno interessato dall'allerta è riportato come area verde; la soglia di identificazione per la velocità del vento è riportata come linea orizzontale rossa.

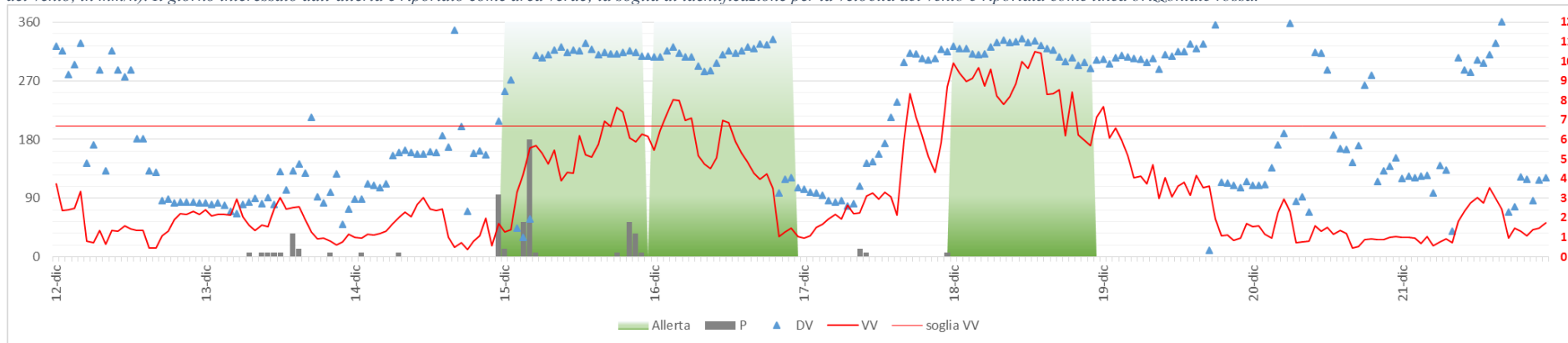
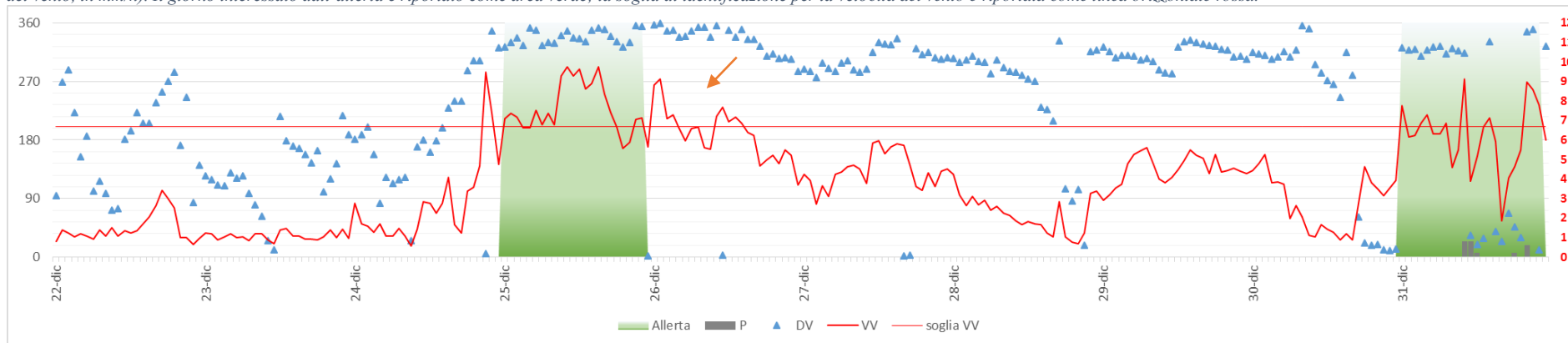


Figura 6: Velocità del vento (linea rossa, asse a destra, in m/s), direzione del vento (triangoli blu, asse a sinistra), precipitazione cumulata oraria (istogramma in grigio, stesso asse a destra della velocità del vento, in mm/h). Il giorno interessato dall'allerta è riportato come area verde; la soglia di identificazione per la velocità del vento è riportata come linea orizzontale rossa.



4. Conclusioni

Nel sesto bimestre 2018, dall'analisi dei dati ex-post, si sono registrati n. 12 giorni con le caratteristiche di *wind days* di cui 8 correttamente allertati.

Dei 4 giorni non allertati 2 sono borderline. Le allerte sono state in totale 9, di cui una non verificata a posteriori viene conteggiata come "falso positivo".

In tabella 2 si riporta la tabella di contingenza totale, contenente i dati a partire dal 03/01/2015, avvio della internalizzazione delle previsioni, fino al 31/12/2018, accompagnata dalla stima degli indicatori statistici di performance (descritti in appendice).

A conclusione dell'anno, per effettuare una corretta valutazione statistica delle performance, si considera la tabella di contingenza aggiornata al netto dei mesi di giugno-luglio e agosto 2018 (Tabella 3), in quanto vi è stata necessità di un intervento di sostituzione dell'anemometro della stazione di San Vito che presentava una riduzione della portata (rif. report n. 4/2018).

In tabella 4 vengono sintetizzati gli indicatori a partire dal 2013, con il confronto prima e dopo l'internalizzazione del 2015.

Gli andamenti della tabella 4 in riferimento agli indicatori POD e SR sono rappresentati graficamente in Figura 7 mediante l'utilizzo del *Categorical performance diagram*¹.

Infine si evidenzia che dal 1 giugno 2018 è stata effettuata la migrazione verso il nuovo modello previsionale Cosmo M5, fornito dal Servizio Idro-meteo-clima di ARPA Emilia Romagna, che costituisce il modello di riferimento nazionale per la Protezione Civile. Le performance del nuovo modello vengono monitorate in continuo.

¹ Roebber, P.J., 2009: Visualizing multiple measures of forecast quality. *Wea. Forecasting*, **24**, 601–608.

Tabella 2: Tabella di contingenza dal 03/01/2015 al 31/12/2018

		Osservati		TOTALE
		Wind Days	Non WD	
Previsti	Wind Days	96 (Veri Positivi)	27 (Falsi Positivi)	123
	Non WD	37 (Falsi Negativi)	1299 (Veri Negativi)	1336
	TOTALE	133	1326	1459
		Sensibilità (POD)		0.72
		Specificità		0.98
		Valore predittivo positivo (SR)		0.78
		BIAS = (VP+FP)/(VP+FN)		0.92
		Threat Score		0.60

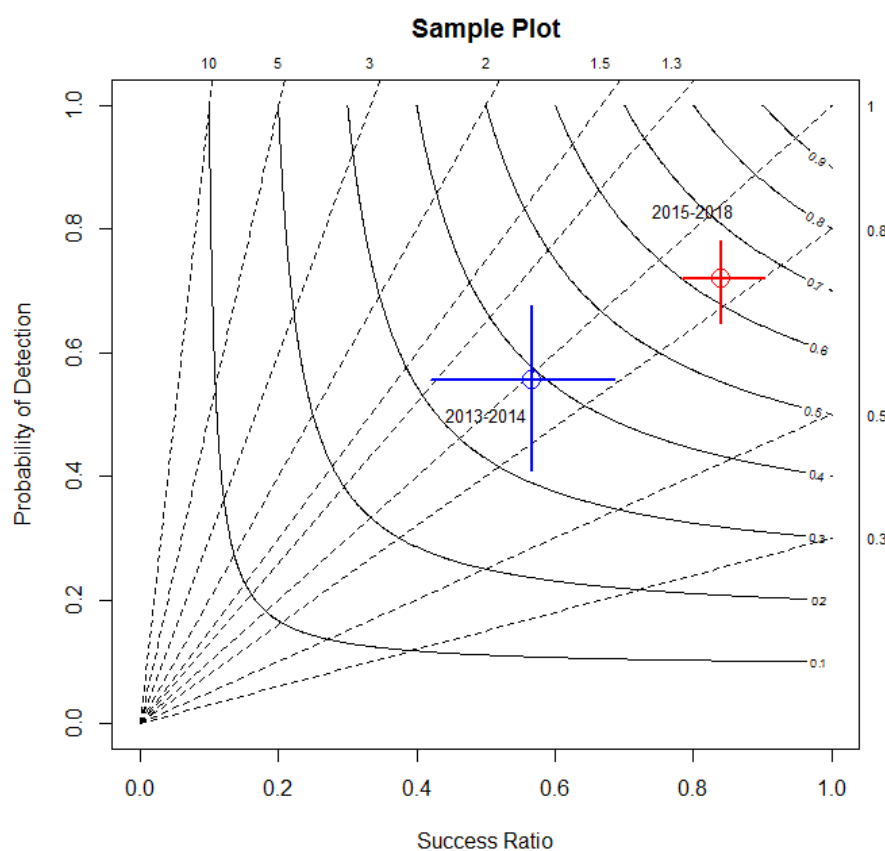
Tabella 3: Tabella di contingenza dal 03/01/2015 al 31/12/2018 (aggiornata per performance statistica)

		Osservati		TOTALE
		Wind Days	Non WD	
Previsti	Wind Days	95 (Veri Positivi)	18 (Falsi Positivi)	113
	Non WD	37 (Falsi Negativi)	1219 (Veri Negativi)	1256
	TOTALE	132	1237	1369
		Sensibilità (POD)		0.72
		Specificità		0.99
		Valore predittivo positivo (SR)		0.84
		BIAS = (VP+FP)/(VP+FN)		0.86
		Threat Score		0.63

Tabella 4: Confronto degli indicatori statistici dal 2013 al 2018 (si veda appendice per il dettaglio sugli acronimi e indicatori di performance).

Periodo in anni	VP	FP	FN	VN	Wind Day osservati	POD	SR	Specificità	BIAS	TS
13-14	30	23	24	653	54	0.56	0.57	0.97	0.98	0.39
15-18	95	18	37	1219	132	0.72	0.84	0.99	0.86	0.63

Figura 7: Categorical performance diagram 2013-2014 Vs 2015-2018



APPENDICE: Modalità e tecniche di valutazione delle previsioni dei *wind day*.

La previsione dei *wind day* è di tipo “*dichotomous forecast*”. L’analisi di questa tipologia di variabile “dicotomica” viene comunemente effettuata mediante l’utilizzo delle tabelle di contingenza, la cui descrizione è riportata in tabella A-1, compilabili mediante la stima di quattro variabili (Hits, False alarm, Misses, Correct nulls) descritte in figura A-1.

Figura A-1: Diagramma che mostra HITS (H), FALSE ALARM (F) e MISSES (M) per variabili dicotomiche

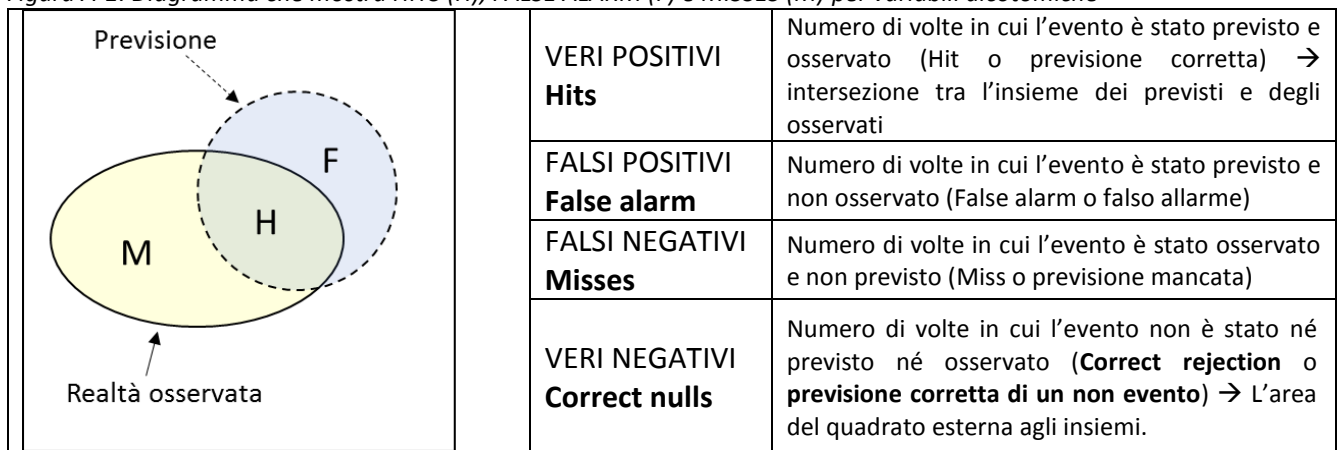


Tabella A-1: Definizione della Tabella di contingenza 2x2

		Wind day Osservati	
		SI	NO
Wind day PREVISTI	SI	VERI POSITIVI (VP)	FALSI POSITIVI (FP)
	NO	FALSI NEGATIVI (FN)	VERI NEGATIVI (VN)

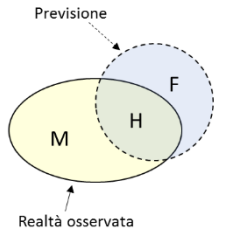
Dalle tabelle di contingenza è possibile estrarre le seguenti informazioni:

- Eventi TOTALI: VP+FP+FN+VN
- Eventi WIND DAY OCCORSI: VP+FN
- Eventi NON WIND DAY OCCORSI: FP+VN
- Eventi WIND DAY PREDETTI: VP+FP
- Eventi NON WIND DAY PREDETTI: FN+VN

Gli indicatori statistici utili nella stima delle performance di sistemi previsionali di variabili dicotomiche sono di seguito elencati e descritti.

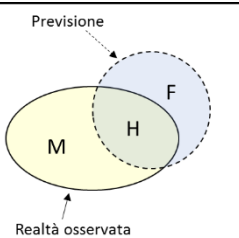
• **Sensibilità (PROBABILITY OF DETECTION – POD)**

Rappresenta la percentuale dei Wind Day osservati, previsti correttamente dal criterio. Tale coefficiente esprime la capacità del criterio di identificare i reali Wind Day. Può assumere valori compresi tra 0 e 1, con valori ottimali che tendono all'unità.

$POD = VP / (VP + FN)$		<p>Sottoinsieme H diviso l'insieme delle osservazioni (H+M)</p>
------------------------	--	---

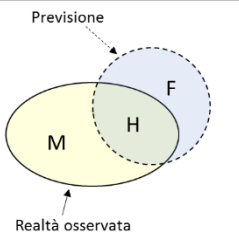
• **Valore predittivo positivo (SUCCESS RATIO)**

Rappresenta la percentuale dei Wind Day previsti ed effettivamente osservati. Può assumere valori compresi tra 0 e 1, con valori ottimali che tendono all'unità.

$SR = VP / (VP + FP)$		<p>Sottoinsieme H diviso l'insieme delle previsioni (H+F)</p>
-----------------------	---	---

• **Specificità**

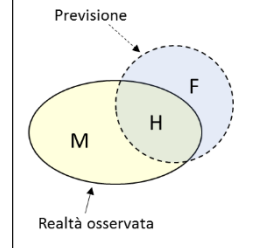
Rappresenta la percentuale dei NON Wind Day, previsti dal criterio e confermati dalle osservazioni. Tale indice rappresenta la capacità del modello di identificare i NON Wind Day. Poiché in un anno si verificano molti più giorni di "NON Wind Day" rispetto a quelli di "Wind Day", questo indicatore presenta valori molto prossimi all'unità non apportando, dunque, informazione utile e significativa ai fini dell'interpretazione dei risultati. Può assumere valori compresi tra 0 e 1, con valori ottimali che tendono all'unità.

<p>Specificità: $VN / (VN + FP)$</p>		<p>Area esterna agli insiemi diviso la stessa più F</p>
---	--	---

• **BIAS**

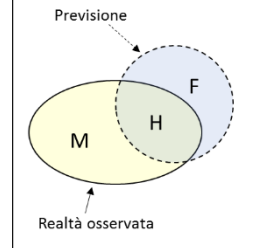
Rapporto tra la frequenza delle previsioni e la frequenza degli eventi osservati. Il valore ottimale è 1: valori inferiori a 1 indicano una tendenza delle previsioni a sottostimare gli eventi, al contrario, valori maggiori di 1 una tendenza a sovrastimarli.

Si fa presente che questo indicatore non valuta la corrispondenza tra i *wind day* previsti e quelli osservati, ma solo la frequenza relativa, ovvero valuta se il numero di chiamate è comparabile con il numero di volte in cui l'evento è stato osservato.

$\text{BIAS} = \frac{VP+FP}{VP+FN}$		<p>Somma dei sottoinsiemi H+F diviso somma dei sottoinsiemi H+ M</p>
-------------------------------------	--	--

• **Threat Score o Critical Success Index**

Esprime quanto i *wind day* previsti corrispondano ai *wind day* osservati; il suo valore ottimale è 1. Questo indicatore, al contrario della specificità, non tiene conto dei veri negativi, superandone, in questo contesto, la scarsa utilità.

$\text{TS} = \frac{VP}{VP+FP+FN}$		<p>Sottoinsieme H diviso somma dei sottoinsiemi H+F+M</p>
-----------------------------------	--	---