

## Report 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. 6/2017**  
**VI Bimestre**

Autori:  
Dott.ssa M. Menegotto

Rev. 0

Servizio Agenti Fisici della Direzione Scientifica

23/02/2017

## Sommario

1. Premessa.....	2
2. Sintesi sesto bimestre 2017.....	3
3. Analisi evento 20 novembre 2017.....	4
4. Analisi evento 27-28 novembre 2017.....	7
5. Analisi evento 5 dicembre 2017.....	9
6. Analisi evento 9 dicembre 2017.....	10
7. Analisi evento 18 dicembre 2017.....	12
8. Analisi evento 21-23 dicembre 2017.....	13
9. Conclusioni.....	15
APPENDICE: Modalità e tecniche di valutazione delle previsioni dei <i>wind day</i> .....	16

### 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/m<sup>3</sup>). 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. In particolare, utilizzando le previsioni a +72 ore di due catene previsionali meteorologiche indipendenti (COSMO,

utilizzato come modello principale, e WRF inizializzato con GFS come modello ausiliario), 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 le conferme/revoche viene utilizzato solo il modello principale in quanto più accurato a livello statistico).

Per maggiori informazioni sul nuovo criterio utilizzato e sulla definizione dei parametri di controllo si può visitare il link [http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wind\\_days](http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wind_days) da cui scaricare il documento “Nuovo criterio di identificazione dei *Wind Days* - rev 0 del 02/01/2015”. Si può consultare inoltre l’allegato al presente report.

## 2. Sintesi sesto bimestre 2017

Nel sesto bimestre 2017 sono stati osservati n. 10 giorni con caratteristiche di *wind day*, secondo il criterio di verifica ex post riportato a pag. 4 del succitato documento “Nuovo criterio di identificazione dei *Wind Days* – rev 0 del 02/01/2015”, di cui n. 8 oggetto di allerta. I due giorni non previsti correttamente (18 novembre e 21 dicembre) vengono conteggiati come falsi negativi. Si sono verificate infine 9 giornate interessate da iniziale allerta e successiva revoca (sulla base delle previsioni a +48 ore): 8 revoche su 9 sono state corrette; una revoca ha interessato il falso negativo del 18 novembre. In Tabella 1 si riporta la lista aggiornata delle chiamate per il 2017, con l’esito della verifica ex-post. Nei paragrafi seguenti si dettagliano i singoli eventi.

Tabella 1: Lista dei *wind days* comunicati: aggiornamento al sesto bimestre 2017

BIMESTRE	Numero progressivo 2017	Data	Esito verifica
I	1	06/01	OK
	2	07/01	OK
	3	08/01	OK
II	4	09/03	OK
	5	10/03	OK
	6	11/03	OK
	7	17/04	OK
	8	20/04	OK
	9	21/04	OK
III	10	26/05	OK
	11	27/05	OK
	12	08/06	OK
IV	13	18/06	OK
	14	03/07	OK
	15	04/07	NON OK
	16	16/07	OK
	17	17/07	OK
	18	13/08	OK
	19	14/08	NON OK
	20	21/08	OK
	21	22/08	OK
V	22	21/09	OK
	23	07/10	OK
	24	23/10	OK
	25	24/10	OK
	26	25/10	OK
	27	28/10	OK
VI	28	20/11	OK
	29	27/11	OK
	30	28/11	OK
	31	05/12	OK
	32	09/12	OK
	33	18/12	OK
	34	22/12	OK
	35	23/12	OK

### 3. Analisi evento 20 novembre 2017

Il periodo 17-20 novembre 2017 è stato caratterizzato da venti persistenti di maestrale. Il modello principale utilizzato (COSMO/I7) ha individuato il *wind day* del 20 novembre solo con la previsione a +48 ore (si veda il confronto tra la velocità del vento osservata – figura 1, e quella prevista a +48 – figura 2 in verde).

L’allerta si è potuta individuare correttamente grazie all’utilizzo del secondo modello indipendente (WRF inizializzato con GFS), che possedendo un bias positivo sulla velocità del vento, permette di individuare un maggior numero di allerte, che poi vengono eventualmente confermate con le previsioni a +48 del modello COSMO (più accurate a livello statistico).

Nel dettaglio la catena WRF-GFS ha stabilito una serie di allerte dal 17 al 20 novembre.

Il modello COSMO a +48 ore ha poi definito le revoche per i giorni 17, 18 e 19, mentre per il giorno 20 ha orientato la previsione correttamente verso la conferma dei WD. Per il parametro direzione del vento, tutte le catene sono state concordi e accurate.

In figura 1 si riportano la velocità e direzione del vento osservate presso la stazione di San Vito per il giorno 20. In figura 2(a) si riporta la velocità prevista a +72 ore e a +48 dal modello COSMO e a +72 ore dal modello WRF. In figura 2(b) si riporta a titolo esemplificativo la direzione del vento prevista con il modello COSMO a +72 ore.

Delle 9 revoche che hanno riguardato il bimestre novembre-dicembre 2017, di cui 8 corrette, l’unica non corretta ha riguardato il 18 novembre (mentre il 17 e il 19 hanno visto una corretta revoca). In particolare, la velocità del vento registrata il 18 è risultata a ridosso della soglia di 7 m/s, rendendo più difficoltosa la previsione con riferimento all’incertezza della previsione numerica meteorologica.

In figura 3 si riporta la velocità del vento osservata dal 17 al 20 e quella prevista con COSMO a +48 con evidenza di quanto suddetto.

In figura 4 si riporta analogamente la direzione del vento osservata e modellata.

Figura 1: Velocità (in m/s) e direzione del vento osservate presso la stazione di San Vito, confrontate con le rispettive soglie.

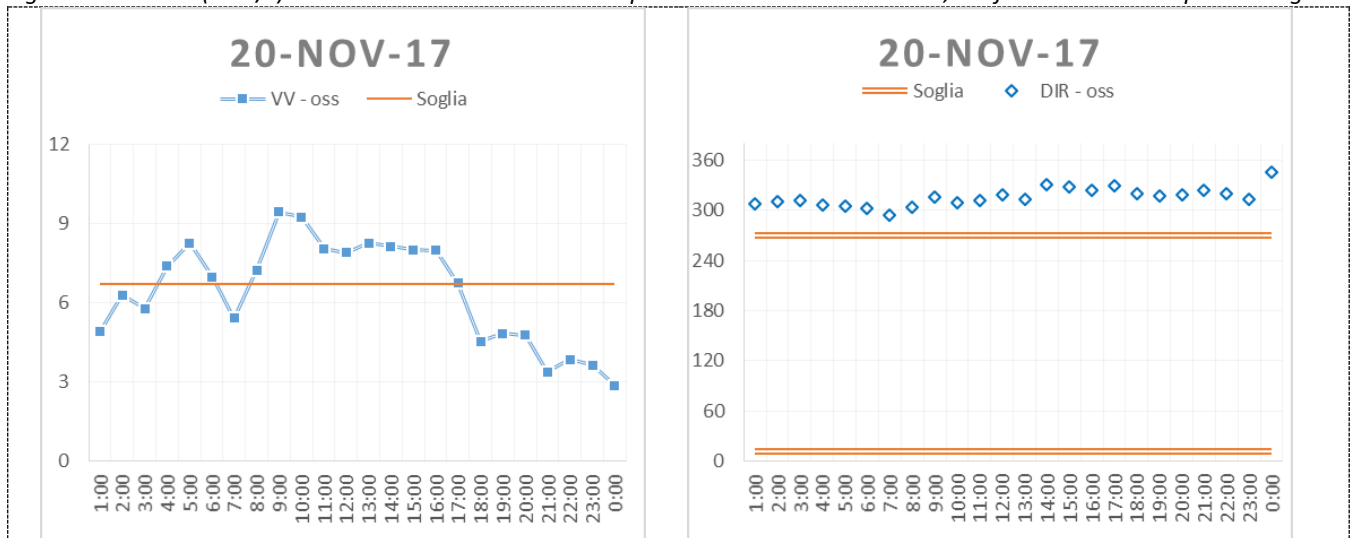


Figura 2: Velocità (in m/s) prevista con il modello COSMO a +72 e +48 ore e con il modello WRF a +72 ore (a). Direzione del vento prevista con il modello COSMO a +72 ore (b).

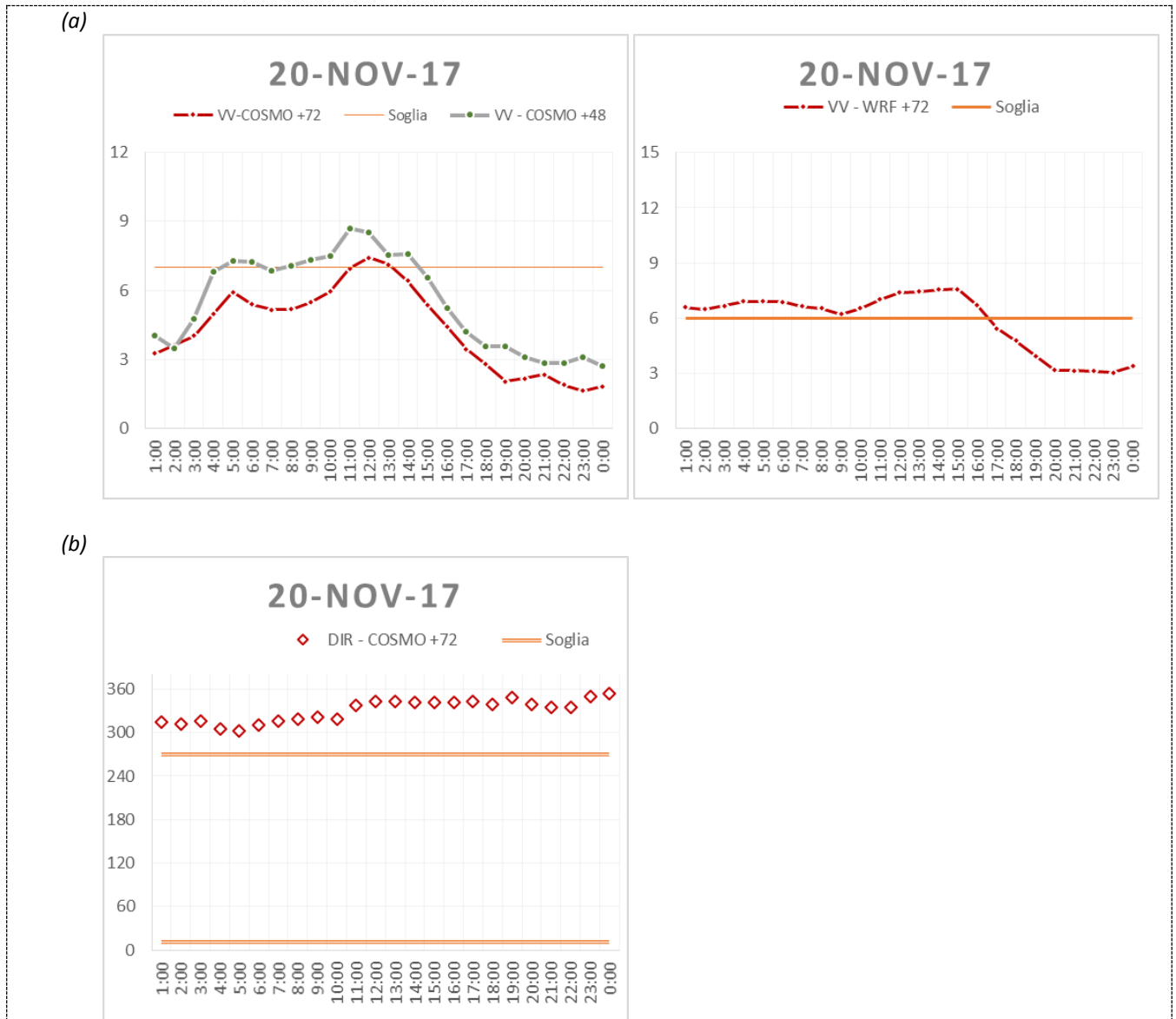


Figura 3: Velocità del vento (in m/s) osservata presso la stazione di San Vito e prevista con il modello COSMO a +48 ore dal 17 al 20 novembre 2017.

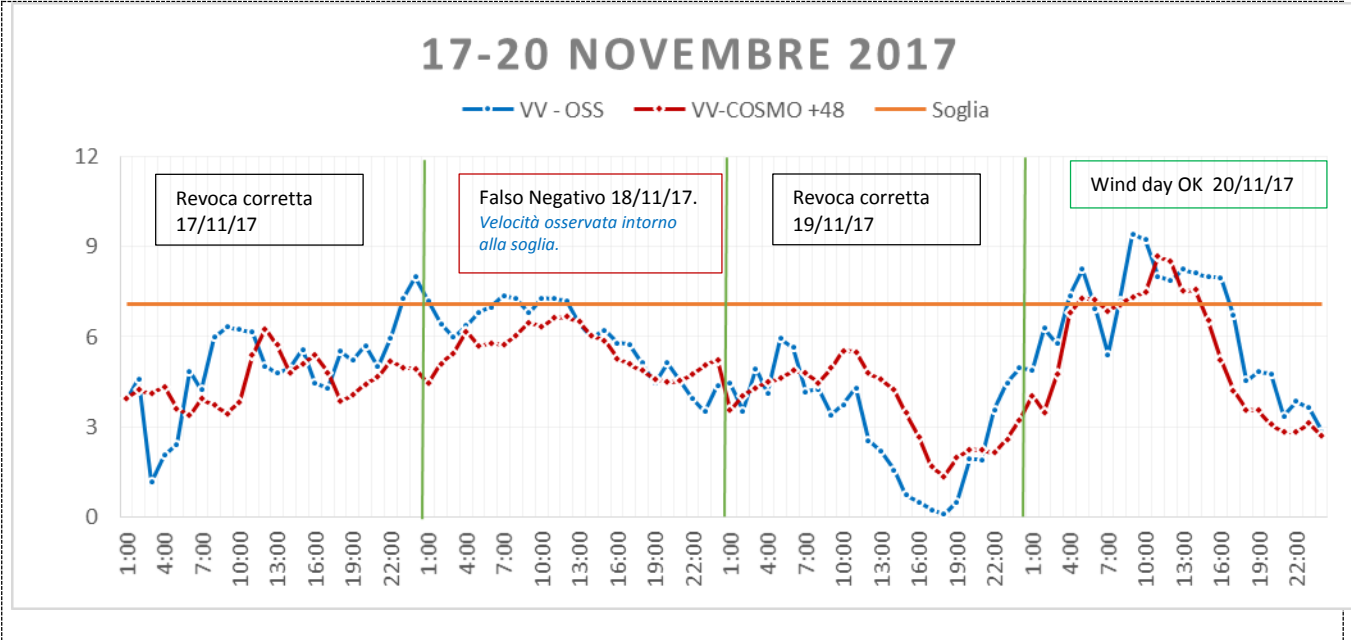
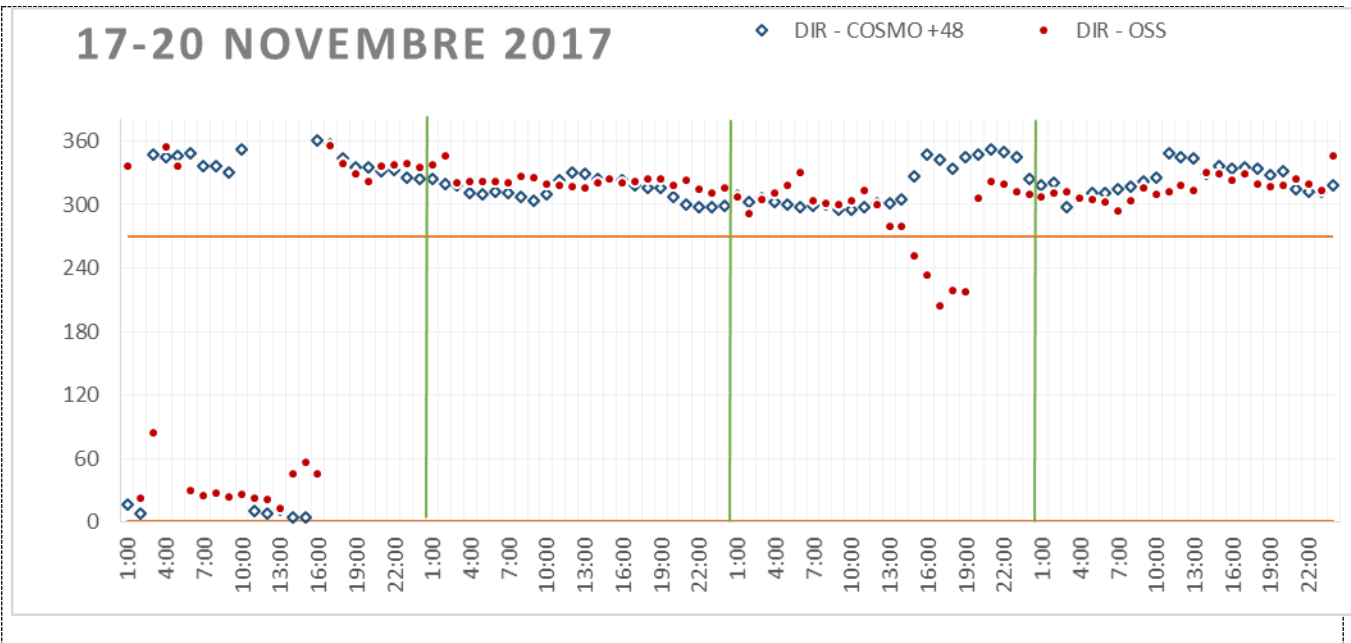


Figura 4: Direzione del vento osservata presso la stazione di San Vito e prevista con il modello COSMO a +48 ore dal 17 al 20 novembre 2017.



#### 4. Analisi evento 27-28 novembre 2017

Il giorno 27 e 28 novembre si sono verificati due *wind days* correttamente previsti. Il giorno 28 è stato previsto inizialmente dal solo modello WRF, poi confermato a +48 dal modello COSMO (tipo *borderline*).

In figura 5 e 6 si possono confrontare i valori osservati con quelli previsti dal modello COSMO a +72 e +48 e con il modello WRF a +72.

Figura 5: Velocità (in m/s) e direzione del vento osservate presso la stazione di San Vito, confrontate con le rispettive soglie.

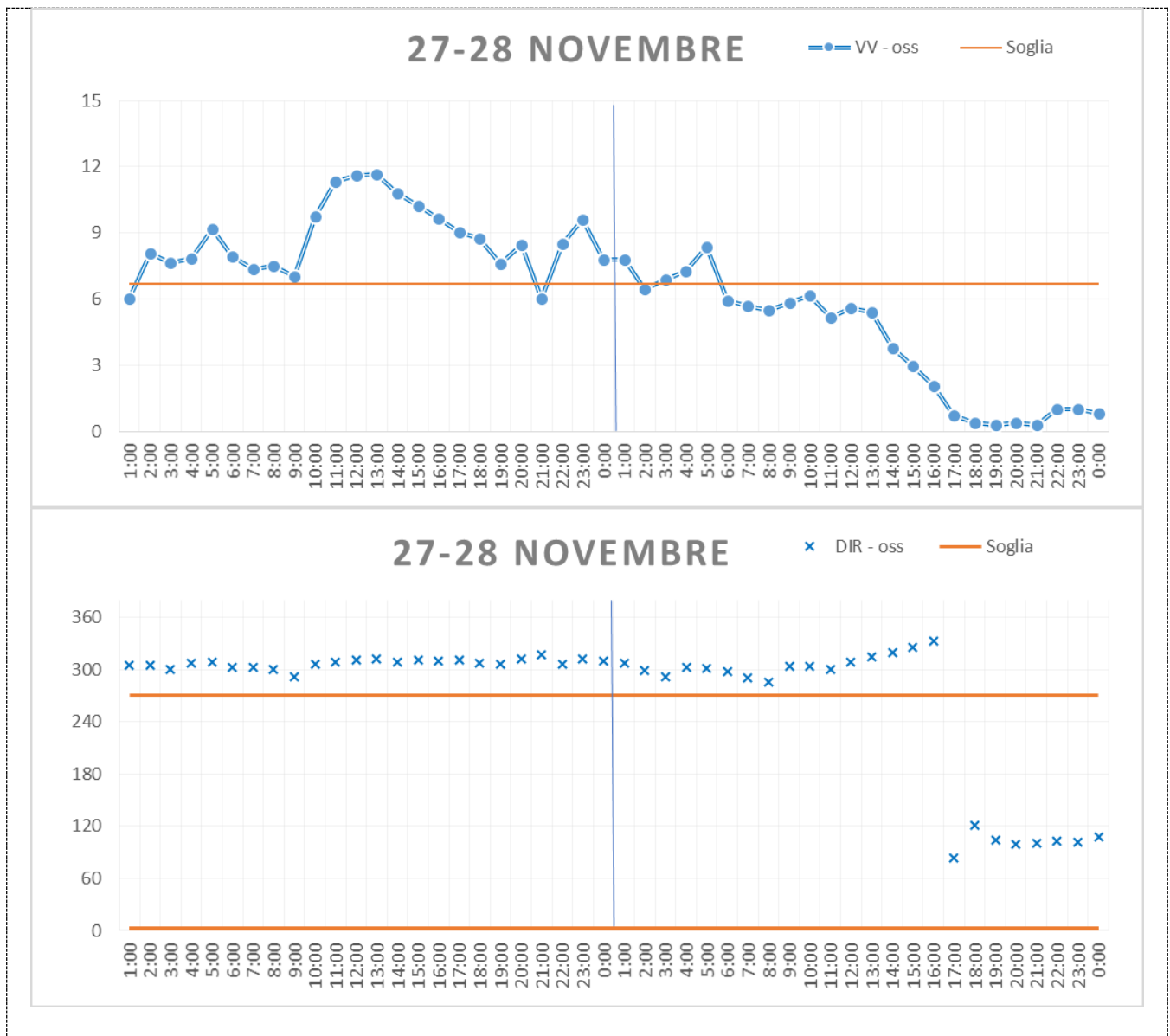
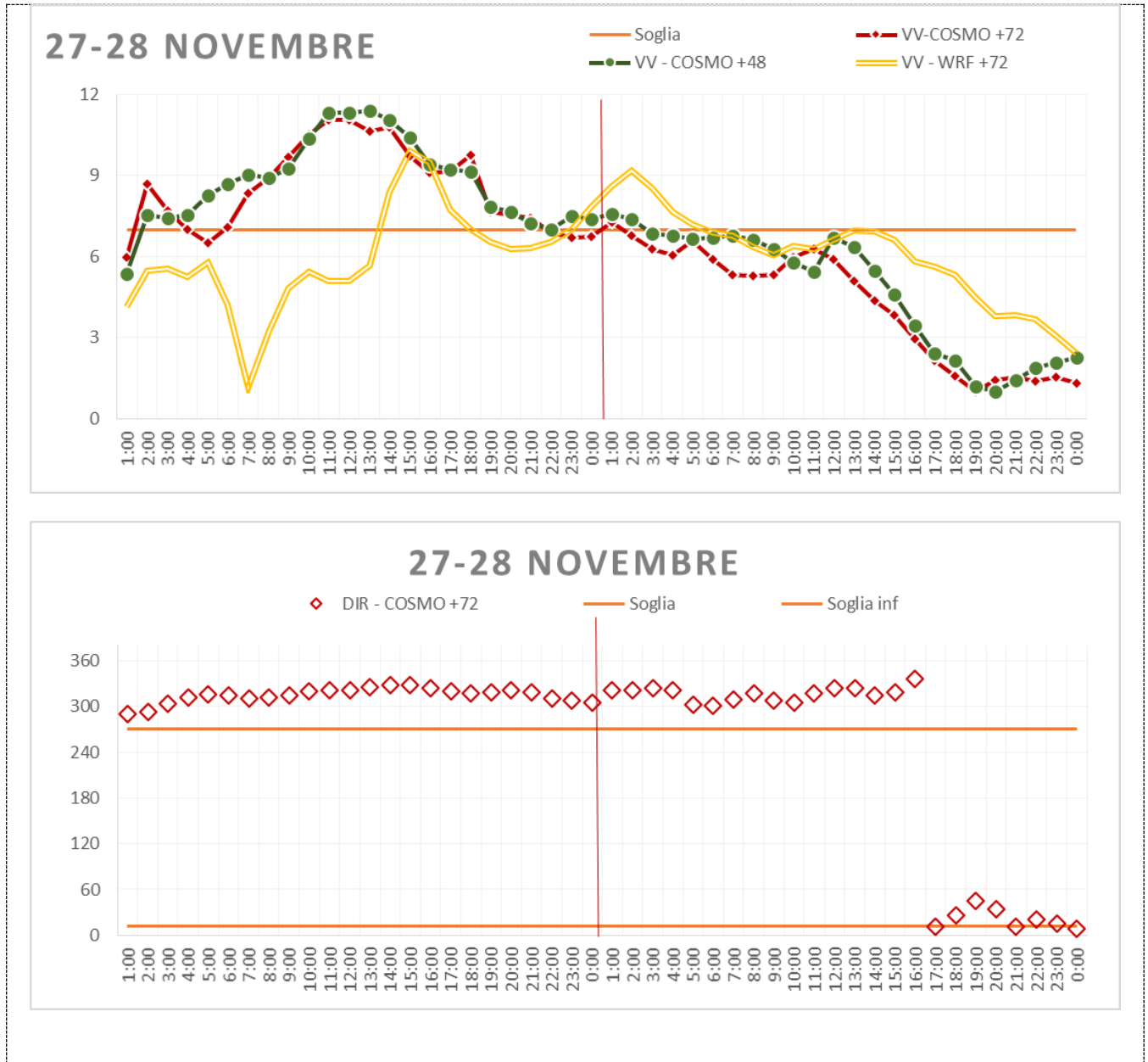




Figura 6: Velocità (in m/s) e direzione del vento previste, confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore





### 5. Analisi evento 5 dicembre 2017

Il giorno 5 dicembre 2017 si è osservato un *wind day*, correttamente previsto a +72 e a +48 ore dal modello COSMO. Nelle figure 7 e 8 si possono visualizzare i valori osservati e quelli previsti dal modello COSMO a +72 (si riporta anche sullo stesso grafico della velocità modellata a +72, il dato della previsione a +48, che è sovrapponibile). Si nota uno sbandieramento della direzione del vento osservata alle ore 13:00 verso NNE (13°). Come da prassi, in tale circostanza si è verificata la direzione registrata da altre stazioni dell'area; in particolare si è riportata nella figura 7 la direzione del vento registrata dalla centralina sita a Tamburi in Via Machiavelli, che ha registrato continuità di direzione da Nord-Ovest, per cui si conferma il *wind day* osservato.

Figura 7: Velocità (in m/s) e direzione del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie (in aggiunta si riporta la direzione del vento registrata in via Machiavelli).

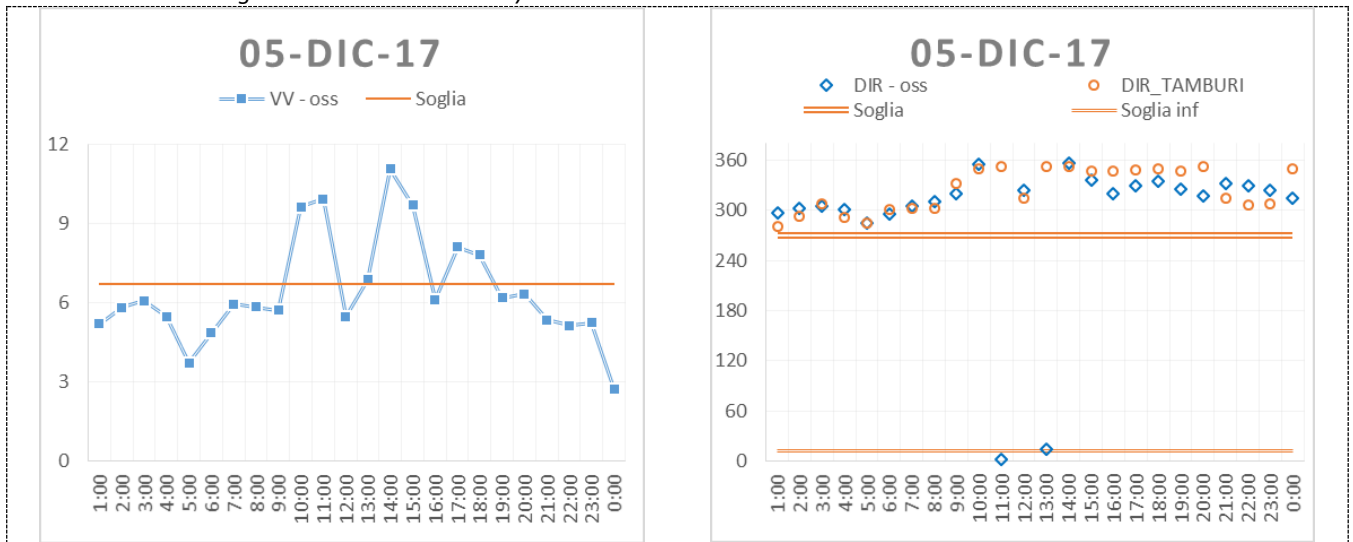
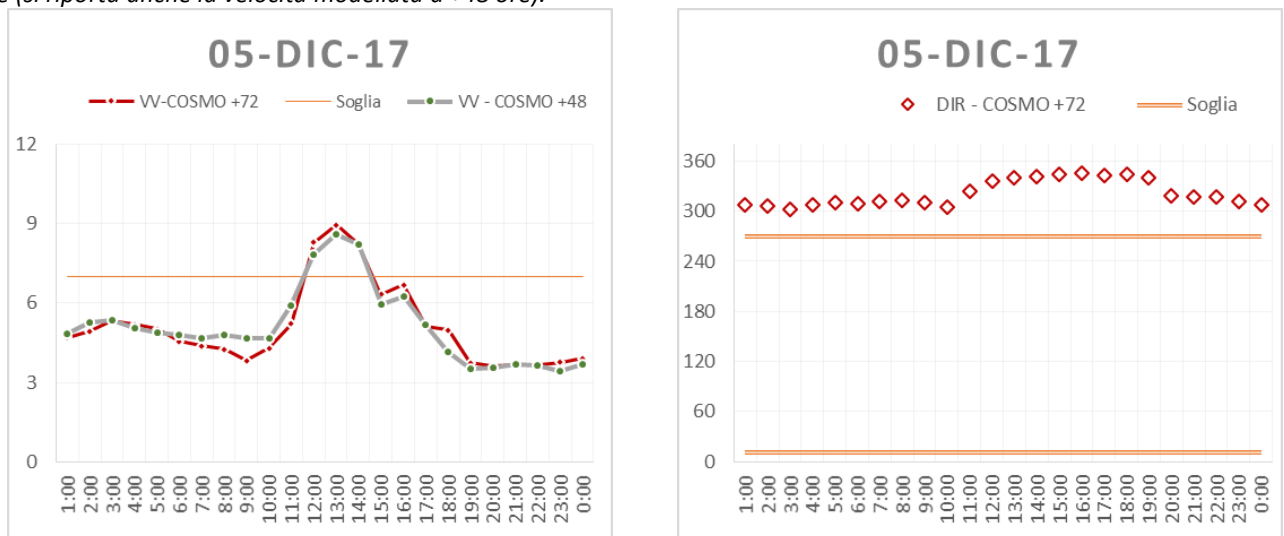


Figura 8: Velocità (in m/s) e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore (si riporta anche la velocità modellata a +48 ore).



## 6. Analisi evento 9 dicembre 2017

Il modello principale utilizzato (COSMO/I7) ha individuato il *wind day* del 9 dicembre con la previsione a +48 ore (si veda la velocità del vento osservata – figura 9 - e quella prevista a +48 – figura 10 in verde). L’allerta si è potuta individuare correttamente grazie all’utilizzo del secondo modello indipendente (WRF inizializzato con GFS), che possedendo un bias positivo sulla velocità del vento, permette di individuare un maggior numero di allerte, che poi vengono eventualmente confermate con le previsioni a +48 del modello COSMO (più accurate a livello statistico).

Nel dettaglio la catena WRF-GFS ha visto l’allerta del 9/12/2017, poi confermata da entrambi i modelli a +48 ore. Per il parametro direzione del vento, tutte le catene sono state concordi e accurate.

In figura 9 si riportano la velocità e direzione del vento osservate presso la stazione di San Vito per il giorno 9 dicembre, da cui si evince che l’evento ha interessato le ore serali. In figura 10(a) si riporta la velocità prevista a +72 ore e a +48 dal modello COSMO e a +72 ore dal modello WRF. In figura 10(b) si riporta a titolo esemplificativo la direzione del vento prevista con il modello COSMO a +72 ore.

Figura 9: Velocità (in m/s) e direzione del vento osservate presso la stazione di San Vito, confrontate con le rispettive soglie.

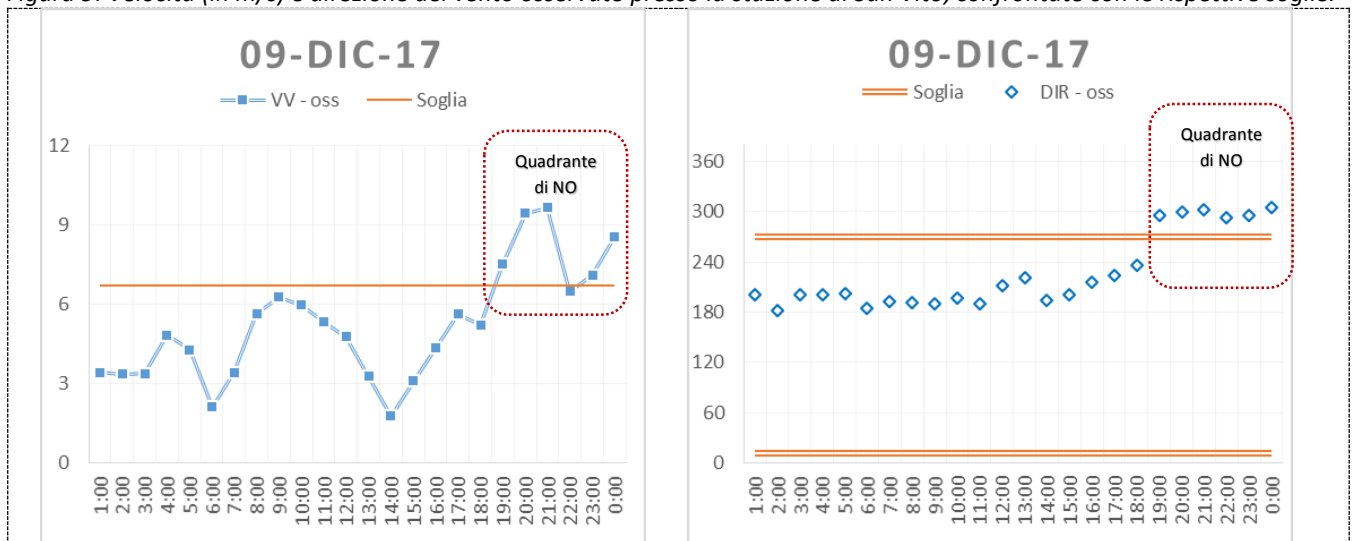
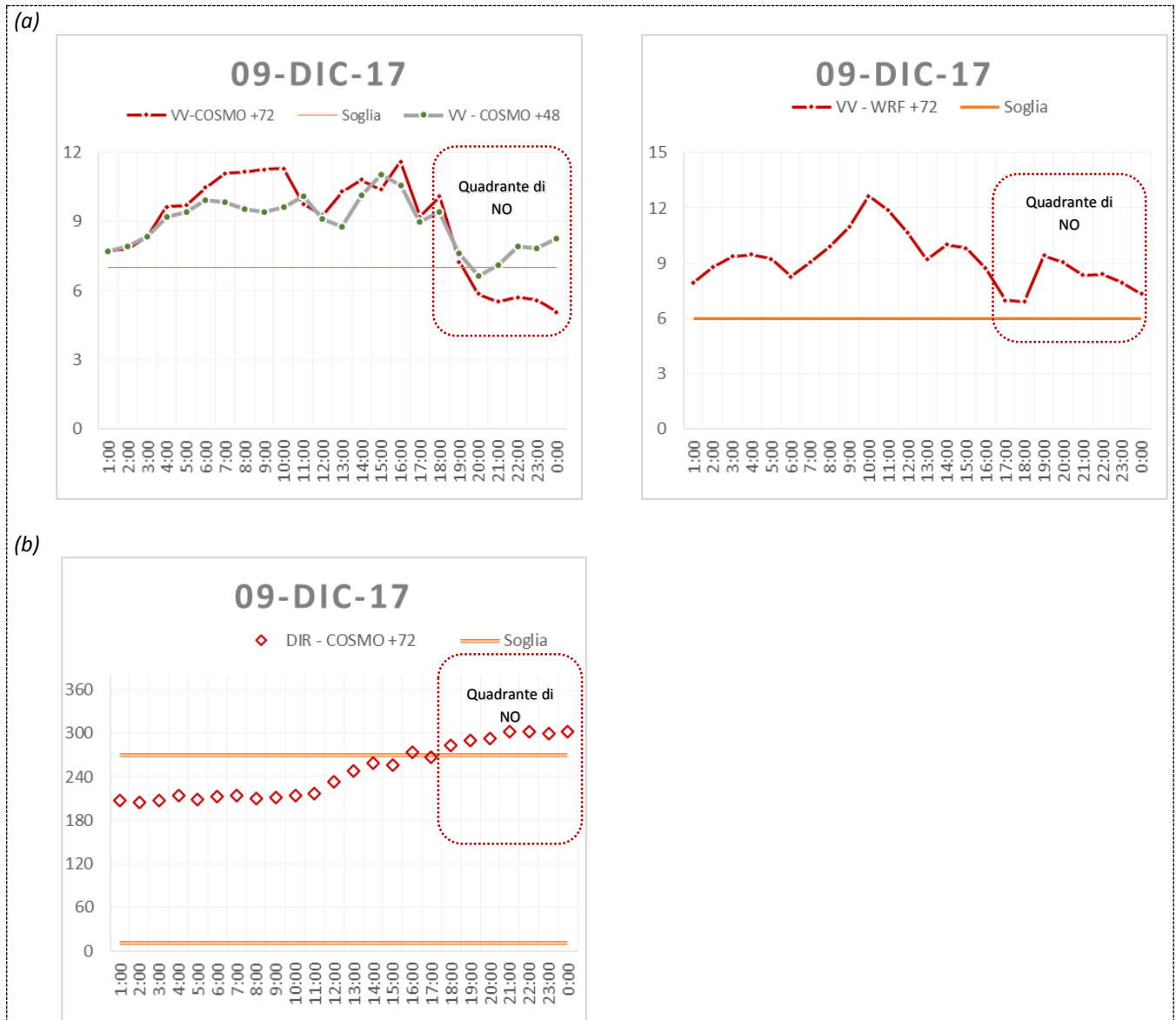


Figura 10: Velocità (in m/s) prevista con il modello COSMO a +72 e a +48 ore e con il modello WRF a +72 ore (a). Direzione del vento prevista con il modello COSMO a +72 ore (b).



## 7. Analisi evento 18 dicembre 2017

Il giorno 18 dicembre 2017 si è osservato un *wind day*, correttamente previsto a +72 e a +48 ore dal modello COSMO. Nelle figure 11 e 12 si possono visualizzare i valori osservati e quelli previsti dal modello COSMO a +72 (si riporta anche sullo stesso grafico della velocità modellata a +72, il dato della previsione a +48).

Figura 11: Velocità (in m/s) e direzione del vento osservate presso la stazione di San Vito, confrontate con le rispettive soglie

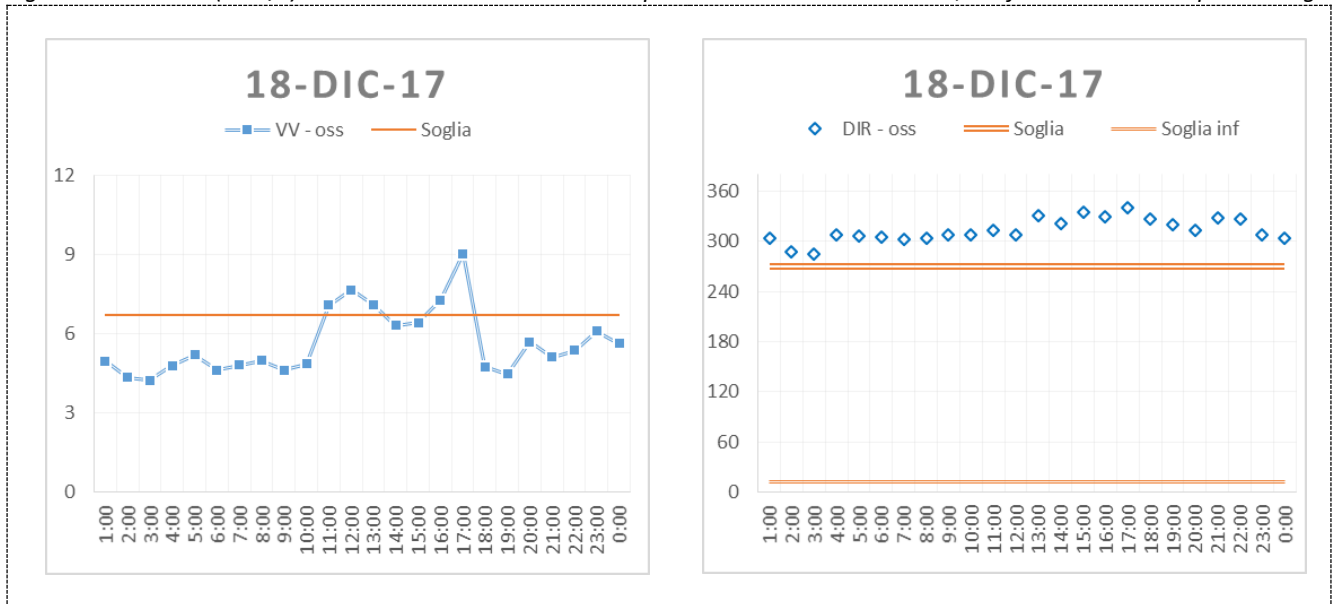
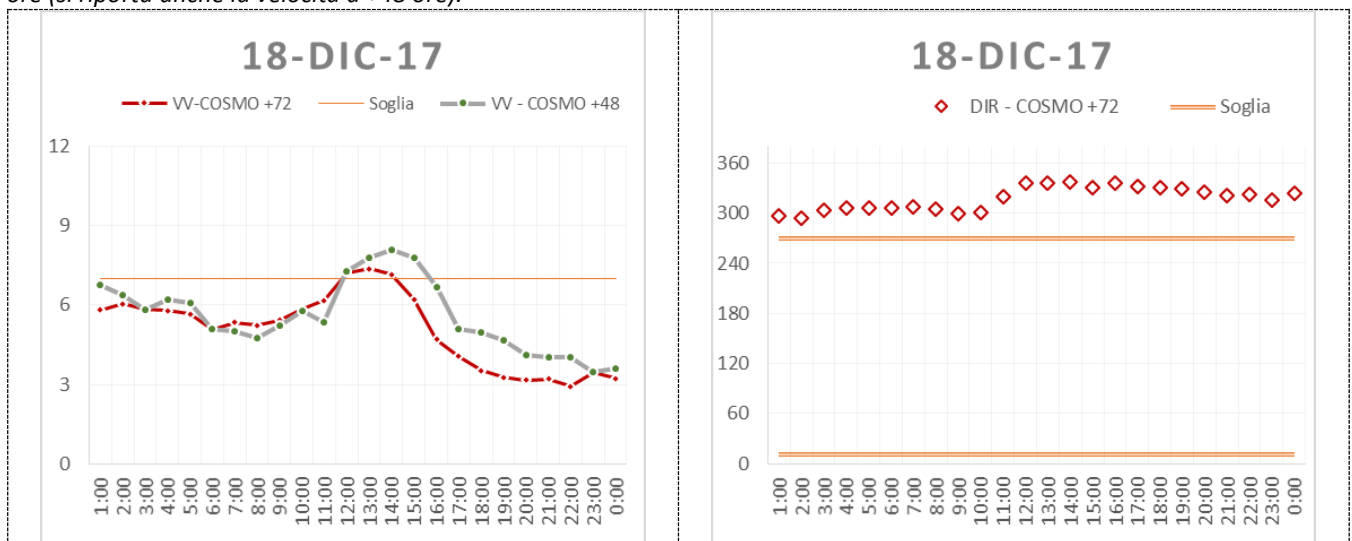


Figura 12: Velocità (in m/s) e direzione del vento previste confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore (si riporta anche la velocità a +48 ore).



### 8. Analisi evento 21-23 dicembre 2017

Il periodo 21-23 dicembre è stato caratterizzato da venti persistenti di maestrale. Il modello principale utilizzato (COSMO I7) ha individuato i *wind day* del 22 e 23 dicembre sia con le previsioni a +72 che con quelle a +48 (il giorno 22 il modello WRF, che in genere ha un “bias” positivo sulla velocità del vento, non ha rappresentato accuratamente la configurazione meteorologica, sottostimando la velocità del vento). Il *wind day* del giorno 21 non è stato predetto da nessuno dei due modelli utilizzati, che hanno sottostimato le velocità del vento con tutte le uscite modellistiche. In figura 13 si riportano la velocità e direzione del vento osservate presso la stazione di San Vito per il periodo.

In figura 14(a) si riporta a titolo esemplificativo la velocità prevista a +72 ore dal modello COSMO, dal modello WRF a + 72, messe a confronto con quella osservata; in figura 14(b) si riporta analogamente la direzione del vento prevista con il modello COSMO a +72 ore.

Figura 13: Velocità (in m/s) e direzione del vento osservate presso la stazione di San Vito, confrontate con le rispettive soglie

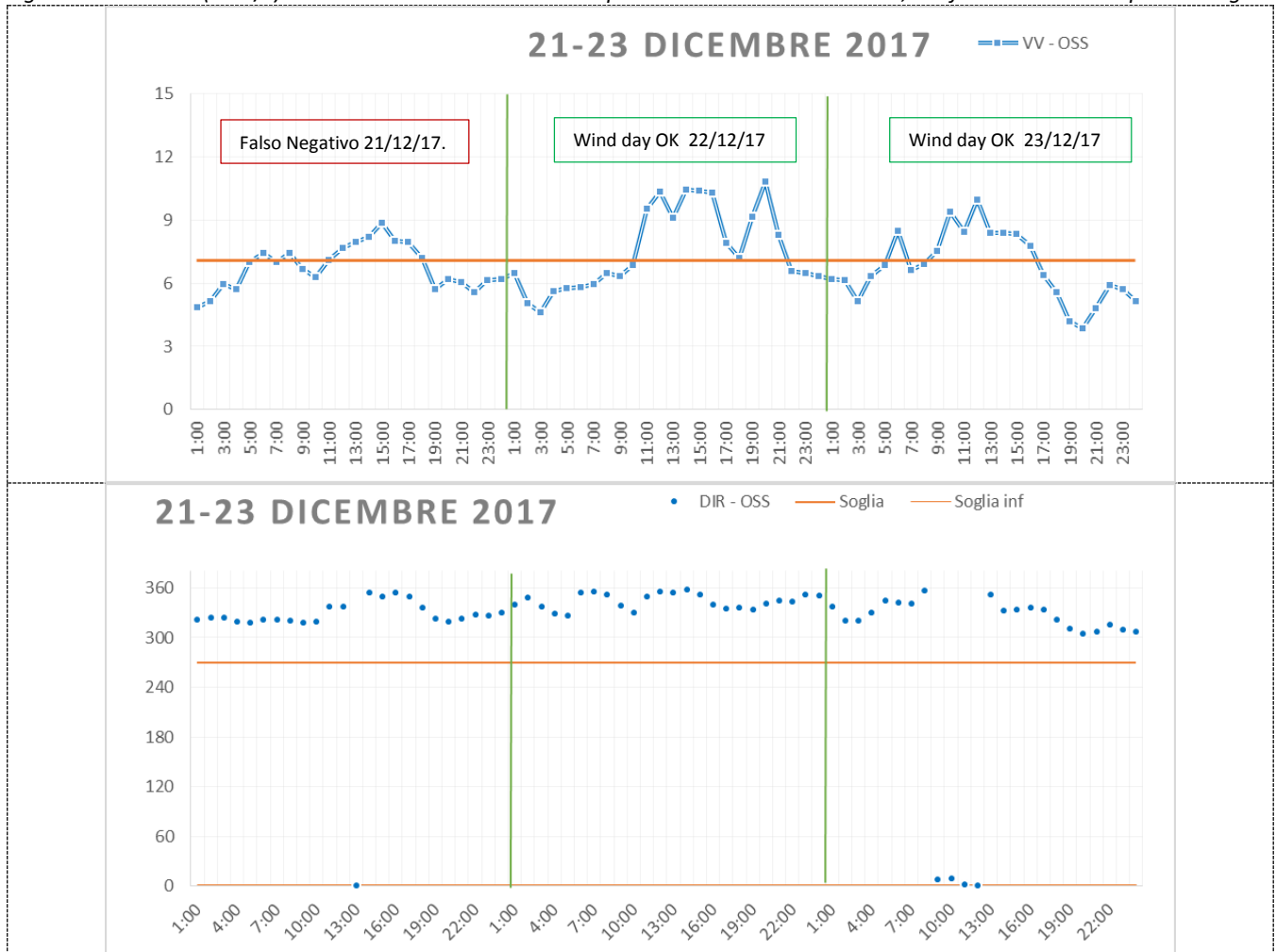
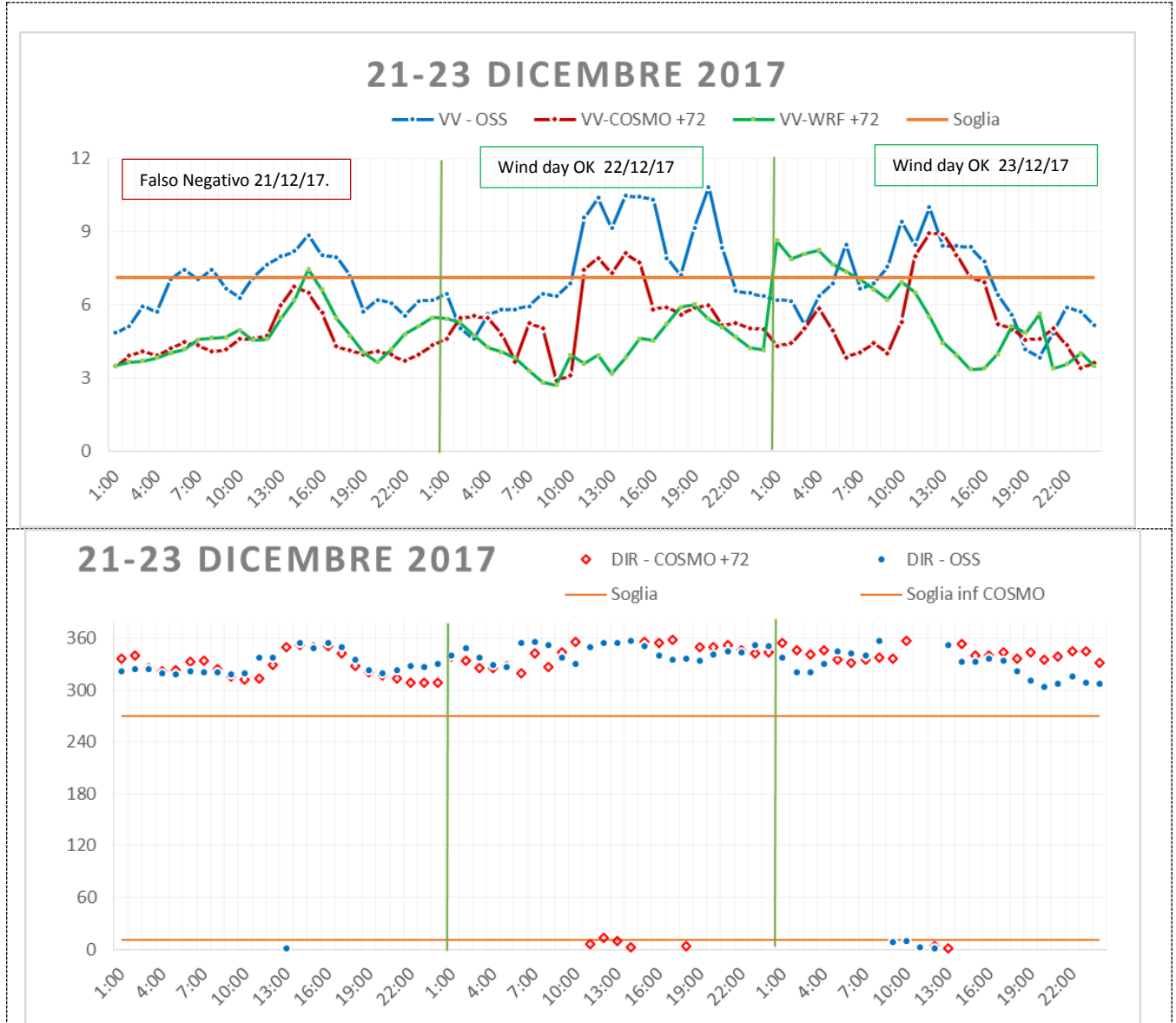


Figura 14: Confronto tra velocità del vento (in m/s) osservata presso la stazione di San Vito e velocità del vento prevista con il modello COSMO a +72 dal 21 al 23 dicembre novembre 2017



## 9. Conclusioni

Nel sesto bimestre 2017 sono stati osservati n. 10 giorni con caratteristiche di *wind day*, di cui n. 8 oggetto di allerta. I due giorni non previsti correttamente (18 novembre e 21 dicembre) vengono conteggiati come falsi negativi. Si sono verificate infine 9 giornate interessate da iniziale allerta e successiva revoca (sulla base delle previsioni a +48 ore): 8 revoche su 9 sono state corrette, una revoca ha interessato il falso negativo del 18 novembre.

La percentuale di efficacia della revoca è in linea con le performance del sistema (per dettagli si veda il “Report Novembre-Dicembre 2016 con riepilogo anno 2016”, [http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wd\\_meteo](http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wd_meteo)).

Nella Tabella 2 si riporta la tabella di contingenza aggiornata (dati a partire dal 03/01/2015, avvio della internalizzazione delle previsioni, fino al 31/12/2017) accompagnata dalla stima degli indicatori statistici descritti in appendice. Tutti gli indicatori denotano una soddisfacente performance del sistema.

Tabella 2: Tabella di contingenza dal 03/01/2015 al 31/12/2017

		Osservati		TOTALE
		Wind Days	Non WD	
Previsti	Wind Days	76 (Veri Positivi)	13 (Falsi Positivi)	89
	Non WD	27 (Falsi Negativi)	978 (Veri Negativi)	1005
	TOTALE	103	991	1094
		Sensibilità (POD)		0.74
		Specificità		0.99
		Valore predittivo positivo (SR)		0.85
		BIAS = (VP+FP)/(VP+FN)		0.86
		Threat Score		0.66



**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

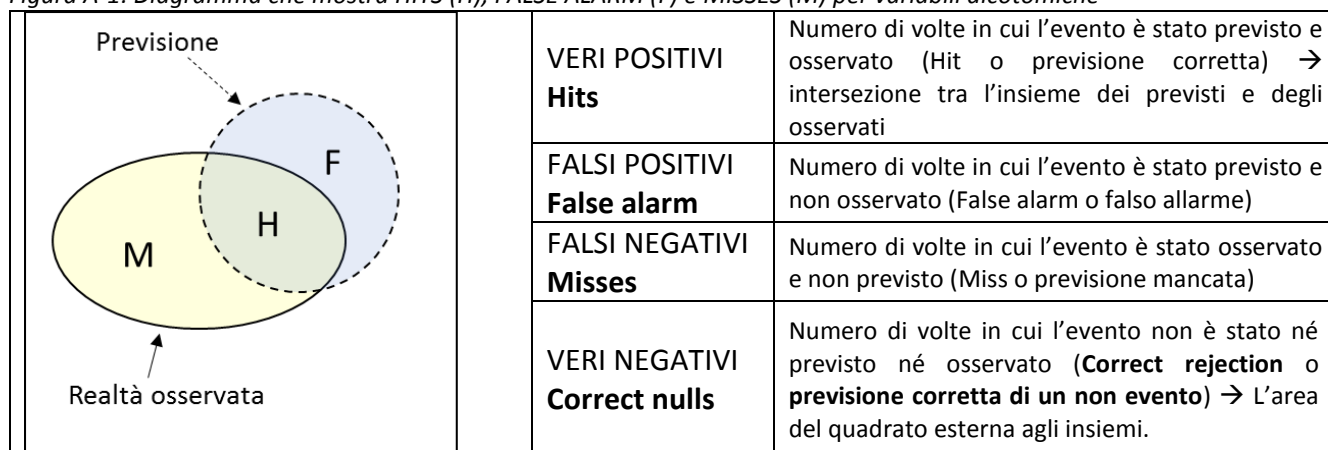


Tabella A-1: Definizione della Tabella di contingenza 2x2

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

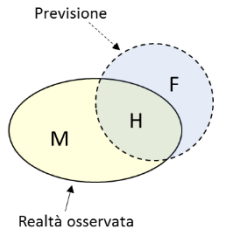
Dalle tabelle di contingenza è possibile estrarre le seguenti informazioni:

- 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.

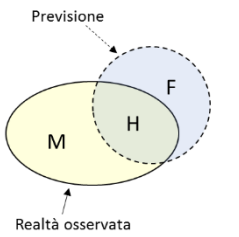
• **Sensibilità (PROBABILITY OF DETECTION – POD)**

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>
------------------------	--	---

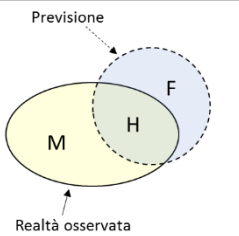
• **Valore predittivo positivo (SUCCESS RATIO)**

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**

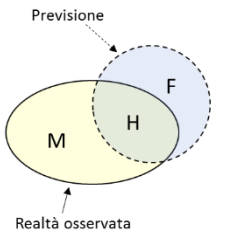
Rappresenta la percentuale dei NON Wind Day, previsti dal criterio e confermati dalle osservazioni. Tale indice rappresenta la capacità del modello di identificare i NON Wind Day. Poiché in un anno si verificano molti più giorni di "NON Wind Day" rispetto a quelli di "Wind Day", questo indicatore presenta 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: <math>VN / (VN + FP)</math></p>		<p>Area esterna agli insiemi diviso la stessa più F</p>
---	--	---

• **BIAS**

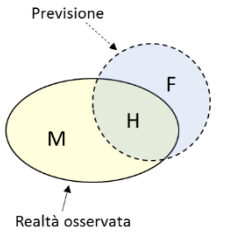
Rapporto tra la frequenza delle previsioni e la frequenza degli eventi osservati. Il valore ottimale è 1: valori inferiori a 1 indicano una tendenza delle previsioni a sottostimare gli eventi, al contrario, valori maggiori di 1 una tendenza a sovrastimarli.

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>
-----------------------------------	--	---