

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. 5/2017
V Bimestre

Autori:
Dott.ssa M. Menegotto

Rev. 0

Servizio Agenti Fisici della Direzione Scientifica

05/12/2017

Sommario

1. Premessa.....	2
2. Sintesi quinto bimestre 2017.....	3
3. Analisi evento 20-21 settembre 2017	4
4. Analisi evento 7 ottobre 2017	7
5. Analisi evento 23-24-25 ottobre 2017.....	9
6. Analisi evento 28 ottobre 2017	12
7. Conclusioni.....	14
APPENDICE: Modalità e tecniche di valutazione delle previsioni dei <i>wind day</i>	15

1. Premessa

Con deliberazione di Giunta Regionale n. 1474 del 17/07/2012 (Burp n. 116 del 06-08-2012) è stato adottato il documento “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 di risanamento) successivamente approvato con deliberazione di Giunta Regionale n. 1944 del 2/10/2012 (Burp n. 147 del 10/10/2012).

In tale Piano vengono 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 di PM10 e B(a)p registrati nell’anno 2011 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, 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, a partire dal 01/12/2012 e 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.

Dal 01/01/2015 l’Agenzia ha internalizzato la catena di previsione dei *wind day*, a partire dalle previsioni meteorologiche numeriche, che venivano in precedenza acquisite da ditta esterna e poi riprocesate dal sistema SKYNET. Tale attività è affidata al Servizio Agenti Fisici della Direzione Scientifica

di ARPA (di seguito SAF). Il Servizio, utilizzando le previsioni a +72 ore di due modelli previsionali meteorologici, 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 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 e 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 quinto bimestre 2017

Nel quinto bimestre 2017 sono stati osservati n. 7 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. 6 oggetto di allerta. Il giorno non previsto (20 settembre) viene conteggiato come falso negativo (si tratta di un evento avvenuto durante le ultime ore del giorno 20 e rappresenta l’inizio dell’evento del 21 settembre, *wind day* correttamente allertato; si veda paragrafo 3 per il dettaglio). Si sono verificate infine 4 giornate interessate da iniziale allerta e successiva revoca (sulla base delle previsioni a +48 ore): 3 revoche su 4 sono state corrette; una revoca ha interessato il falso negativo borderline del 20 settembre. In Tabella 1 si riporta la lista aggiornata delle chiamate per il 2017, con l’esito della verifica ex-post.

Tabella 1: Lista dei *wind days* comunicati: **aggiornamento al quinto bimestre 2017 (dati in grassetto)**

Numero progressivo 2017	Data	Esito verifica
1	06/01	OK
2	07/01	OK
3	08/01	OK
4	09/03	OK
5	10/03	OK
6	11/03	OK
7	17/04	OK
8	20/04	OK
9	21/04	OK
10	26/05	OK
11	27/05	OK
12	08/06	OK
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
22	21/09	OK
23	07/10	OK
24	23/10	OK
25	24/10	OK
26	25/10	OK
27	28/10	OK

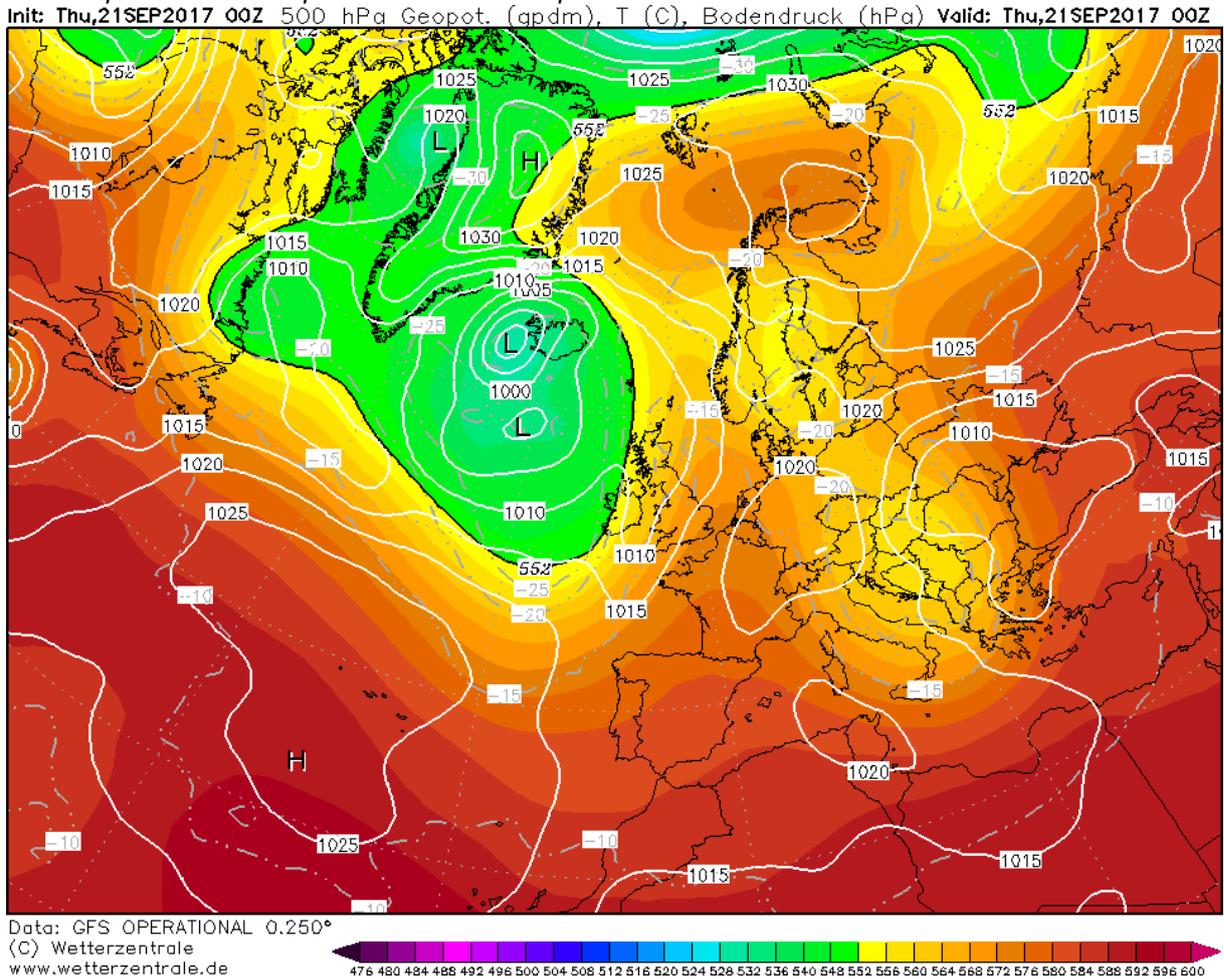
3. Analisi evento 20-21 settembre 2017

3.1. Analisi sinottica

Il ciclone posizionato sui Balcani richiama masse d'aria fredde dal Nord Europa, facendo registrare venti di maestrale sulla nostra regione.

Si riporta, a titolo esemplificativo, in figura 1, la mappa di geopotenziale e temperatura a 500 hPa e della pressione al livello del mare (www.wetterzentrale.de) relativa al 21 settembre 2017 alle ore 00UTC.

Figura 1: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 21 settembre 2017 ore 00UTC



Fonte: www.wetterzentrale.de

3.2. Analisi di dettaglio

Il giorno 20 settembre viene classificato come falso negativo; interessato da iniziale allerta (sulla base del solo modello WRF) e successiva revoca con le previsioni a +48 ore del modello COSMO. Si tratta di un evento temporalmente collocato nelle ultime ore della giornata. Si tratta in effetti dell'inizio dell'evento del 21 settembre, *wind day* osservato e correttamente allertato. In figura 2 si riportano velocità e direzione del vento osservate presso la stazione di San Vito per i due giorni di interesse. A titolo esemplificativo, in figura 3 (a,b) si riportano velocità e direzione del vento previste a +72 ore dal modello COSMO e in figura 3-c la velocità prevista con il modello COSMO a +48 ore per il giorno 20 settembre che ha indicato la revoca.

Figura 2: Velocità (in m/s) e direzione del vento osservate presso la stazione di San Vito, confrontate con le rispettive soglie.

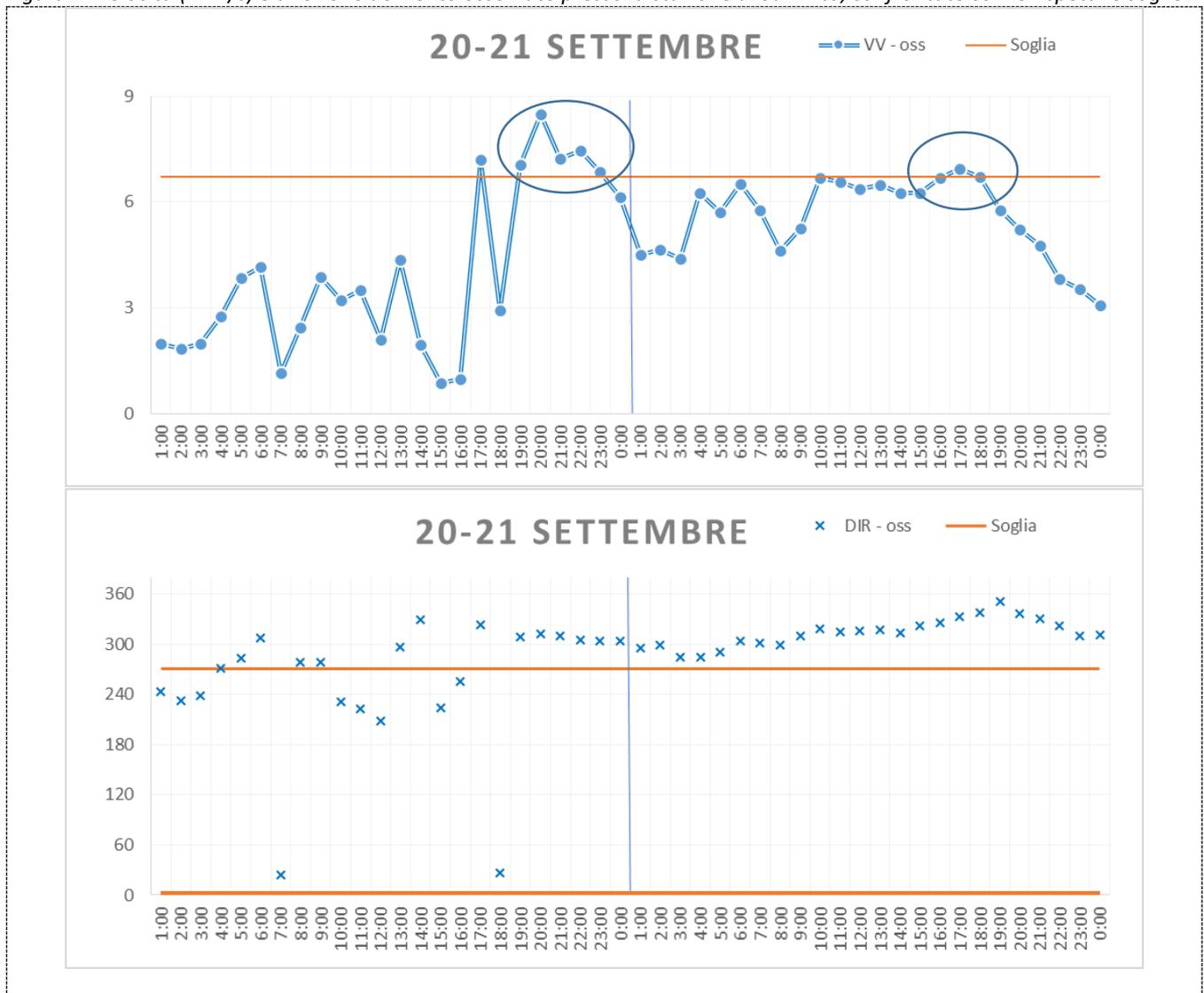
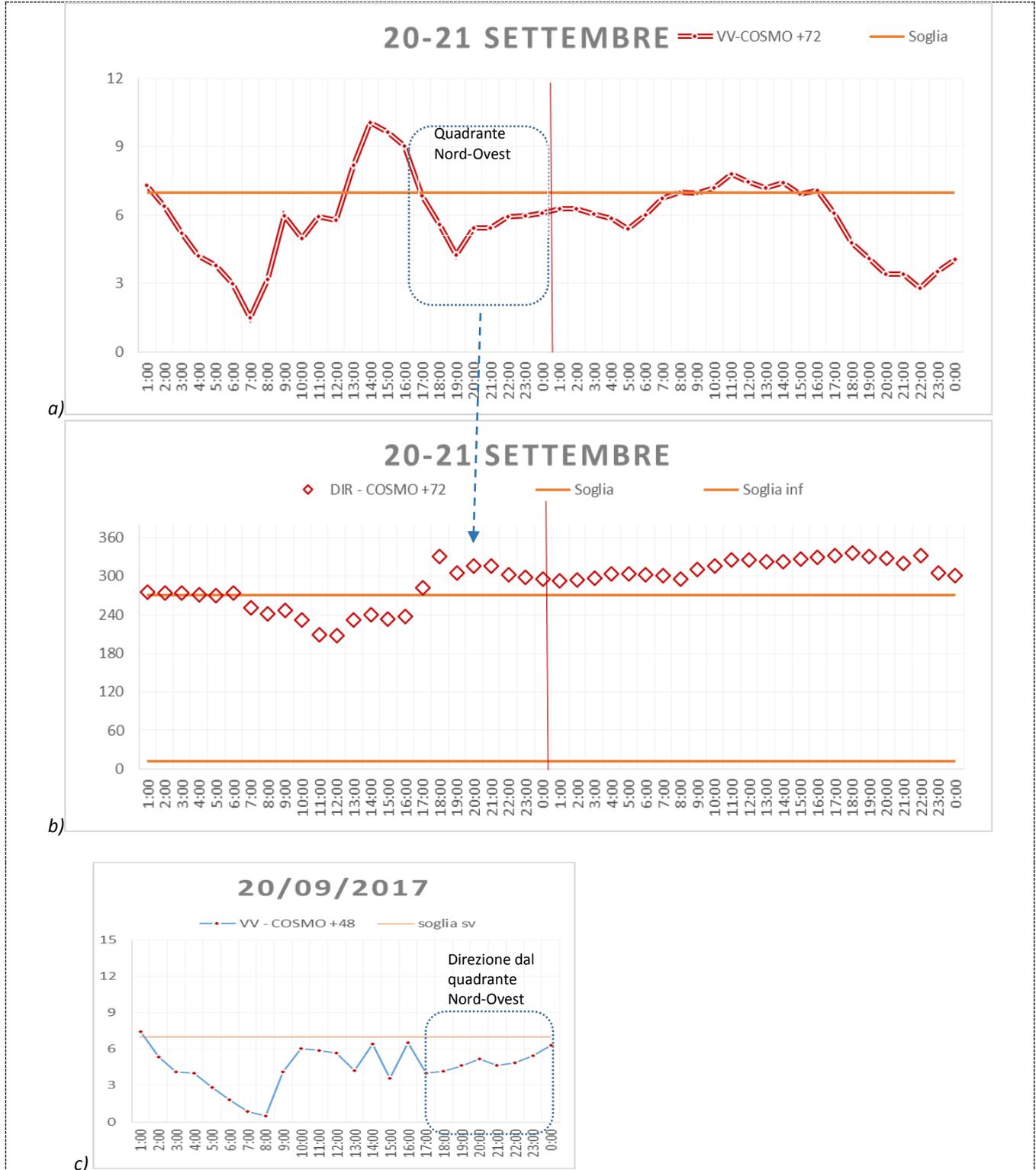


Figura 3: Velocità (in m/s) e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore (a,b) e velocità modellata con COSMO a +48 ore per il giorno 20 settembre 2017 (c).

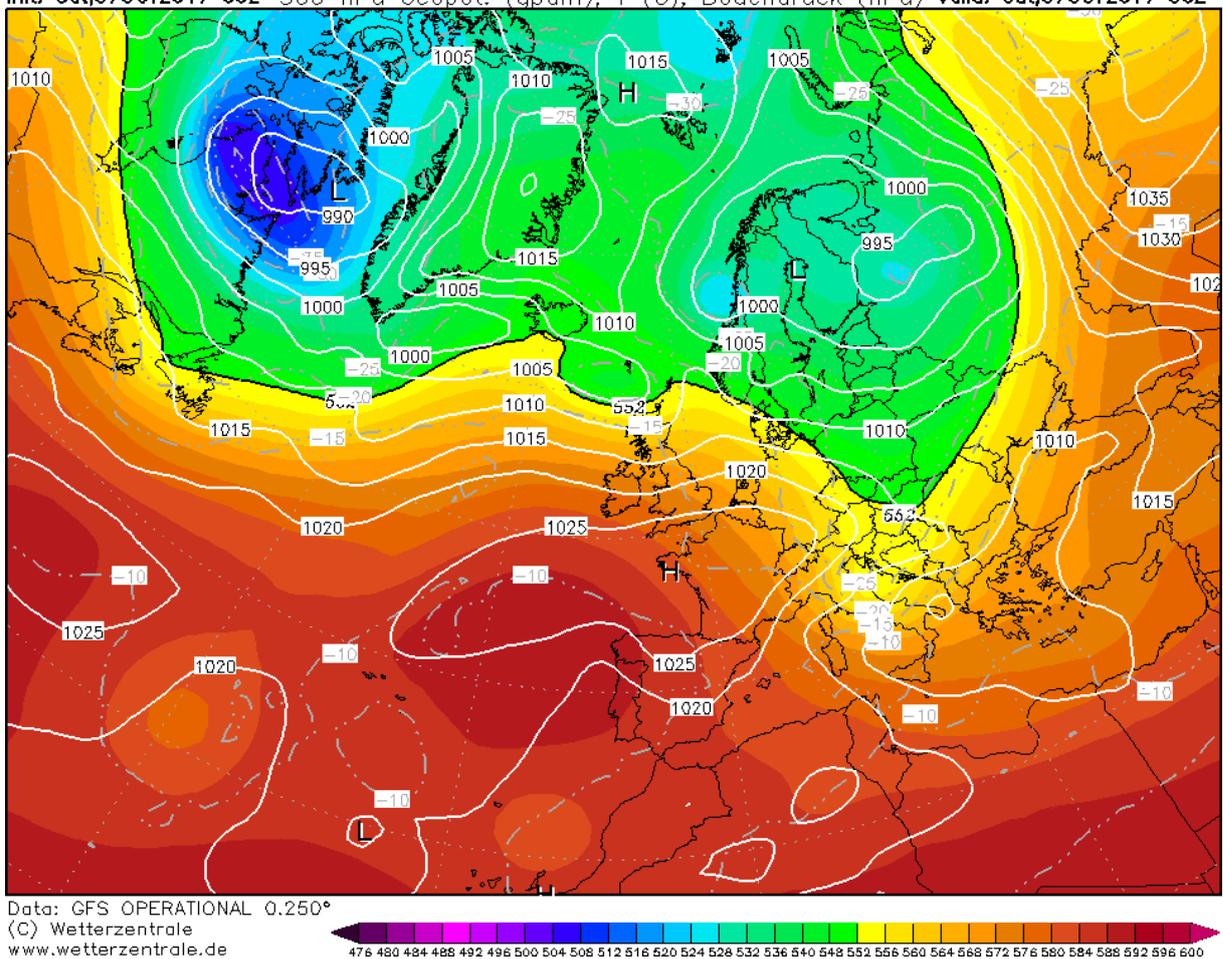


4. Analisi evento 7 ottobre 2017

4.1. Analisi sinottica

Un fronte perturbato è transitato lungo le regioni adriatiche, portando con sé aria fredda e venti settentrionali. Si riporta, a titolo esemplificativo, in figura 4, la mappa di geopotenziale e temperatura a 500 hPa e della pressione al livello del mare (www.wetterzentrale.de) relativa al giorno 7 ottobre 2017 alle ore 00UTC.

Figura 4: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 7 ottobre 2017 ore 00UTC
 Init: Sat,07OCT2017 00Z 500 hPa Geopot. (gpm), T (C), Bodendruck (hPa) Valid: Sat,07OCT2017 00Z



4.2. Analisi di dettaglio

Il giorno 7 ottobre 2017 si è osservato un *wind day* con venti persistenti per tutte le 24 ore, con un picco orario superiore a 12 m/s. Entrambi i modelli hanno previsto il *wind day* sia con le previsioni a +72 ore che con quelle a +48.

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

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

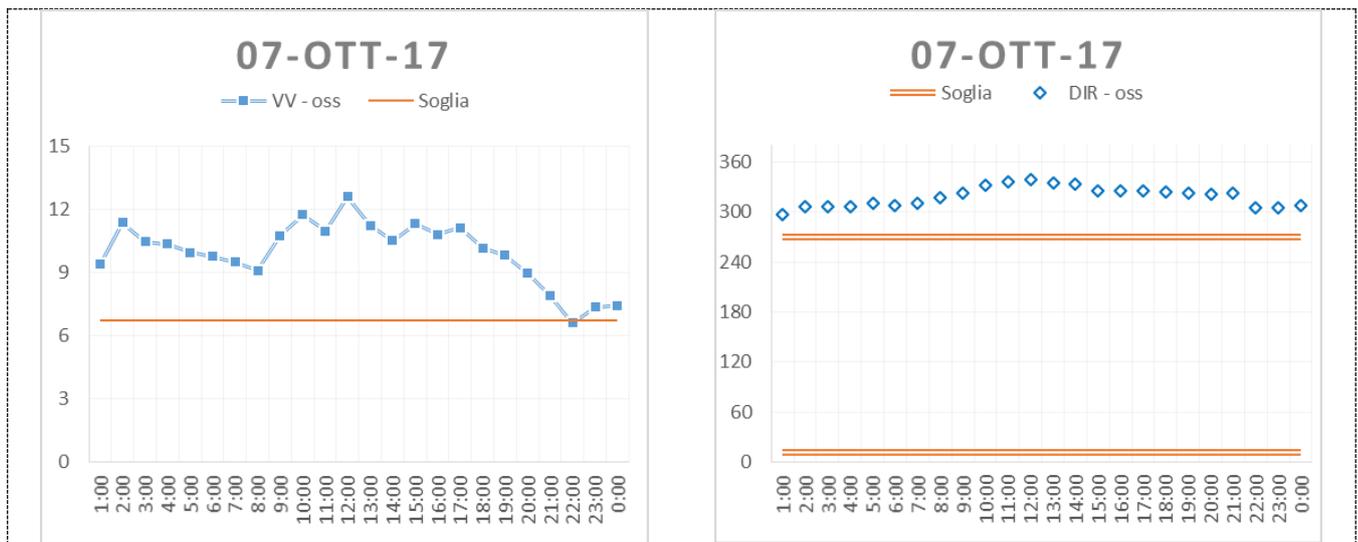
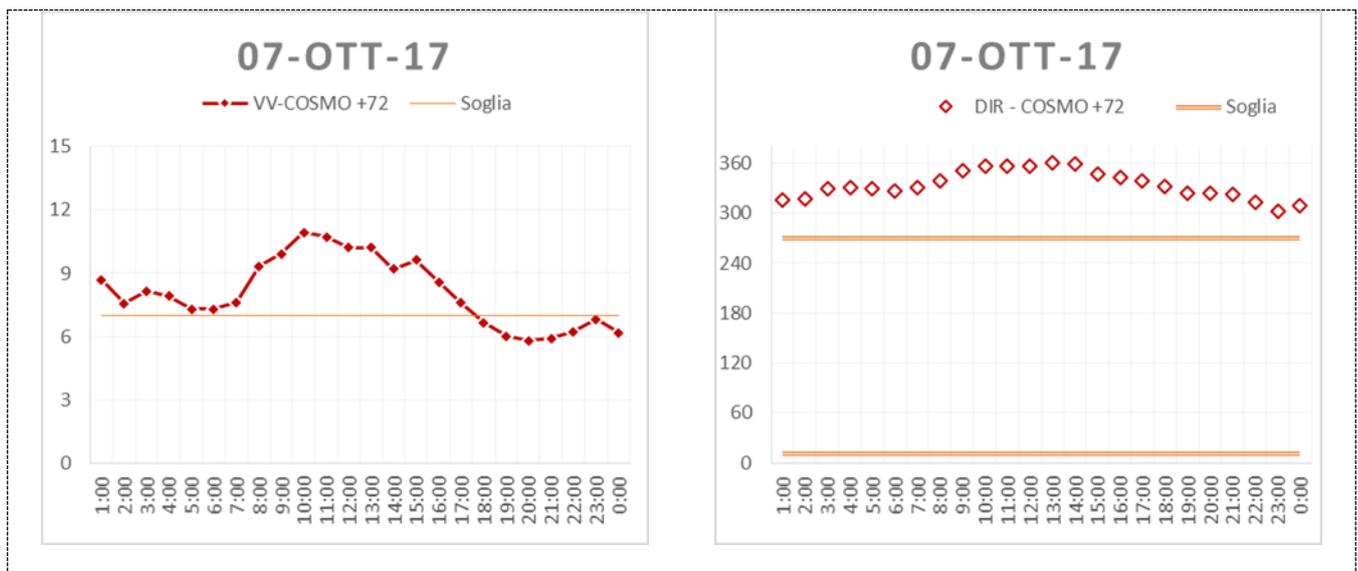


Figura 6: Velocità (in m/s) e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore

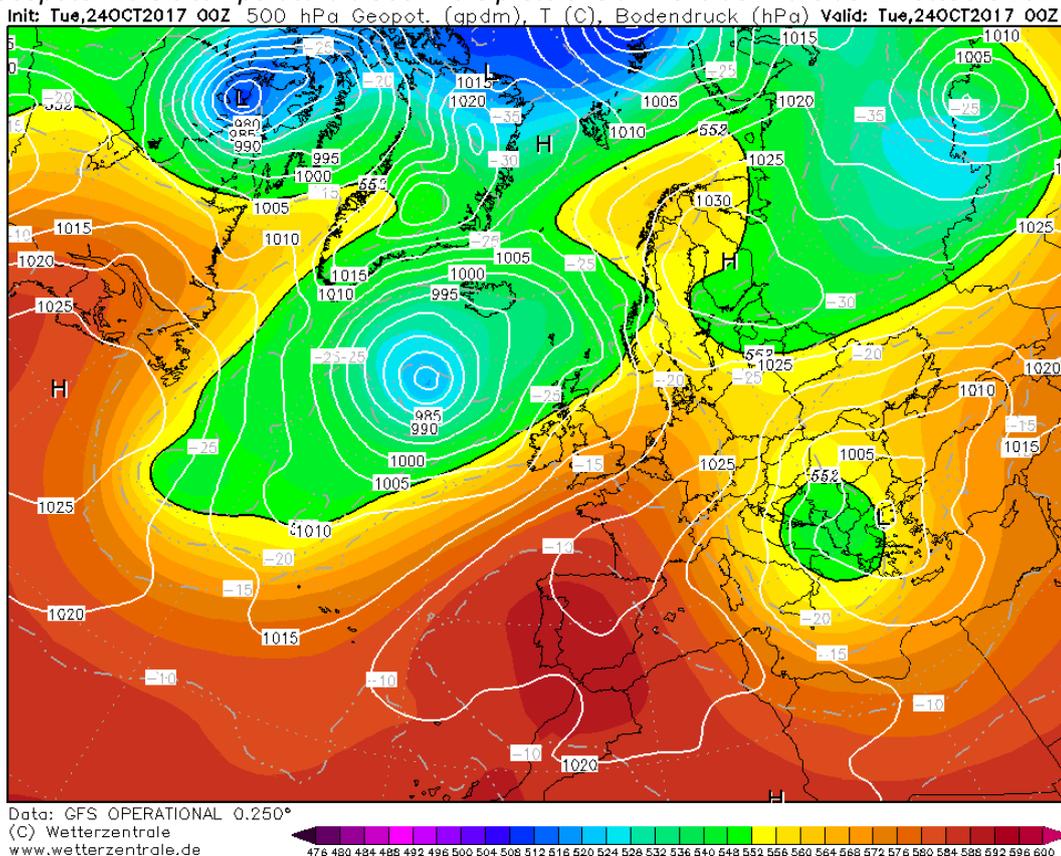


5. Analisi evento 23-24-25 ottobre 2017

5.1. Analisi sinottica

Un vortice di bassa pressione posizionato nell'area adriatico-balcanica ha generato un'intensa perturbazione, determinando i forti venti di maestrale registrati nel periodo in oggetto. Si riporta, a titolo esemplificativo, in figura 7, la mappa di geopotenziale e temperatura a 500 hPa e della pressione al livello del mare (www.wetterzentrale.de) relativa al 24 ottobre 2017 alle ore 00UTC.

Figura 7: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 24 ottobre 2017 ore 00UTC



5.2. Analisi di dettaglio

Il periodo 23-25 ottobre 2017 è stato caratterizzato da instabilità atmosferica dovuta ad un'intensa perturbazione legata ad un vortice di bassa pressione.

Tutti e tre i giorni si sono configurati come *wind day* e tutti e tre sono stati oggetto di allerta.

In figura 8 sono riportate: la velocità del vento oraria in m/s unitamente alla precipitazione cumulata oraria (in mm, asse a destra) e la direzione del vento oraria prevalente, registrate presso la stazione di San Vito a Taranto dal 23 al 25 ottobre 2017.

In figura 9 si riportano a titolo esemplificativo le previsioni a +72 ore del modello COSMO (per l'allerta, avendo riscontrato una situazione borderline per la direzione del vento, si sono utilizzate le informazioni della risoluzione più alta del modello COSMO-I2).

Dalla figura 8 si evince che nei giorni del 23 e 24 ottobre si sono registrati dati di velocità media oraria anche superiori ai 10 m/s con picchi superiori a 12 m/s il giorno 24; il giorno 24 ottobre è stato quello maggiormente caratterizzato da persistenza di venti con velocità media oraria superiore alla soglia di 7 m/s per tutte le 24 ore. Si evidenzia infine una precipitazione pari a 1.8 mm registrata alle ore 19 ora legale del giorno 23 (quindi avvenuta tra le 18:01 e le 19:00) e una ulteriore precipitazione nelle ore notturne a cavallo tra il 23 e il 24 ottobre.

Figura 8: Velocità (in m/s) e direzione del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie (in aggiunta alla velocità del vento, in grigio, asse a destra, si riporta la precipitazione cumulata in mm/ora).

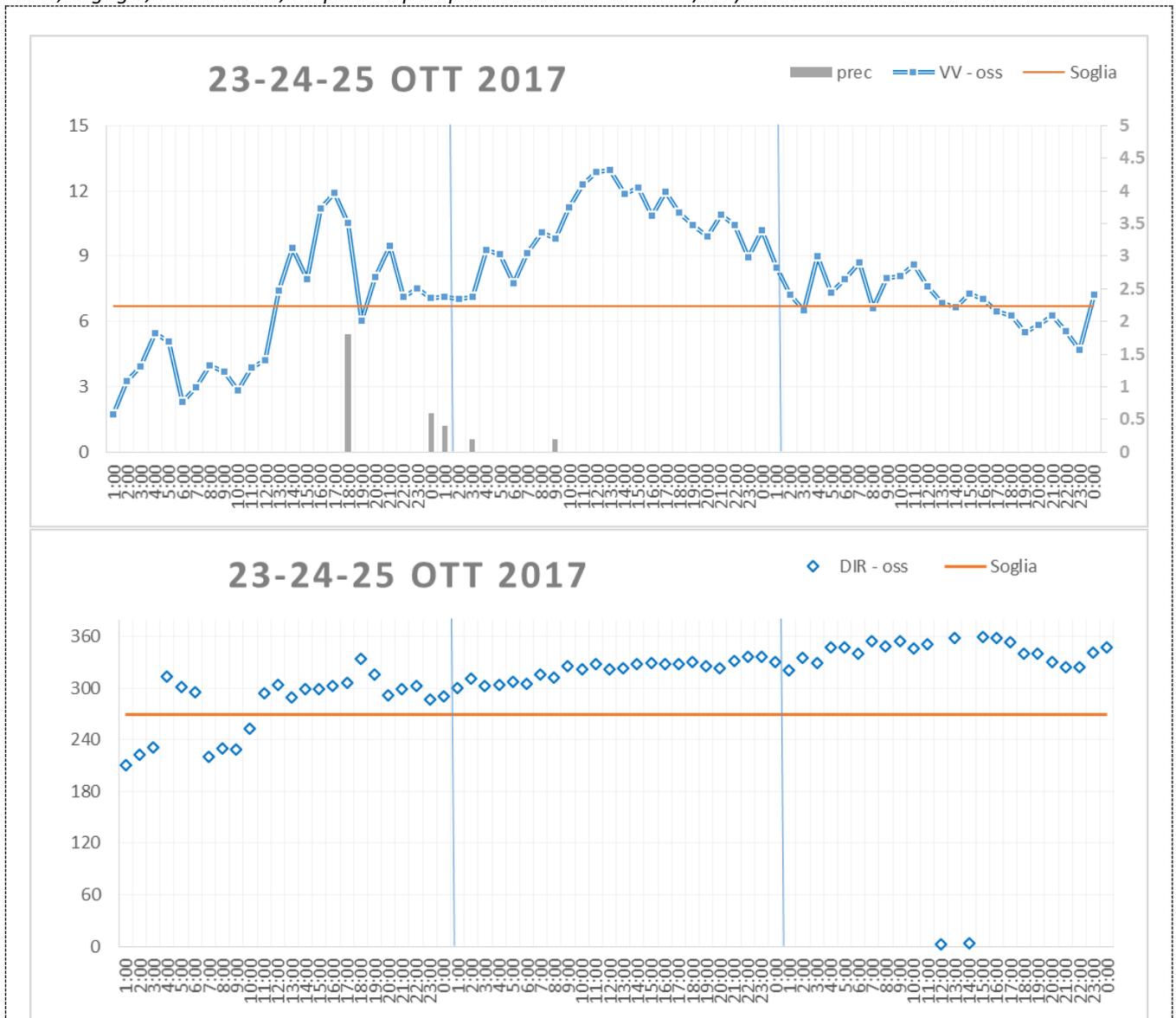
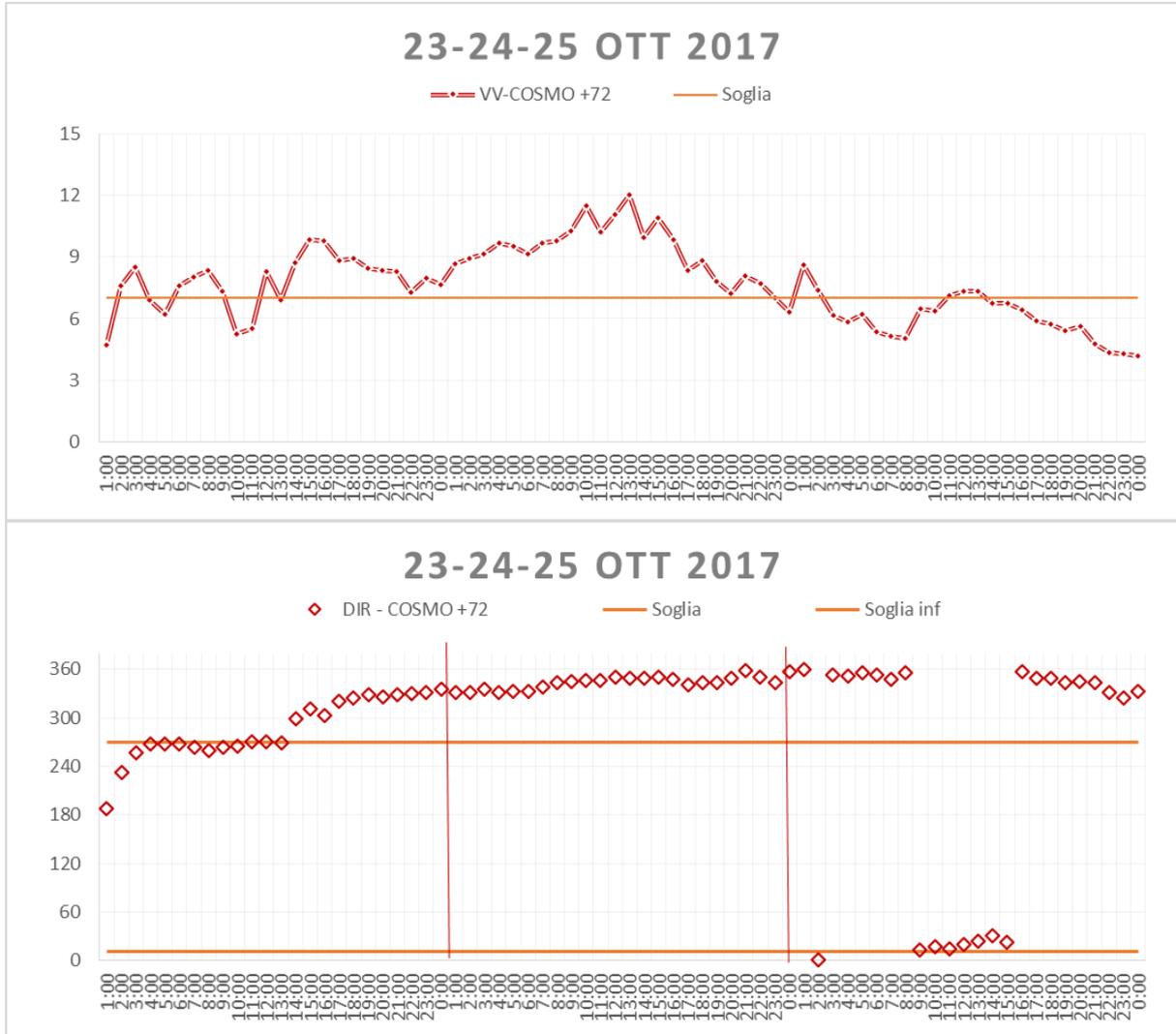


Figura 9: Velocità (in m/s) e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore

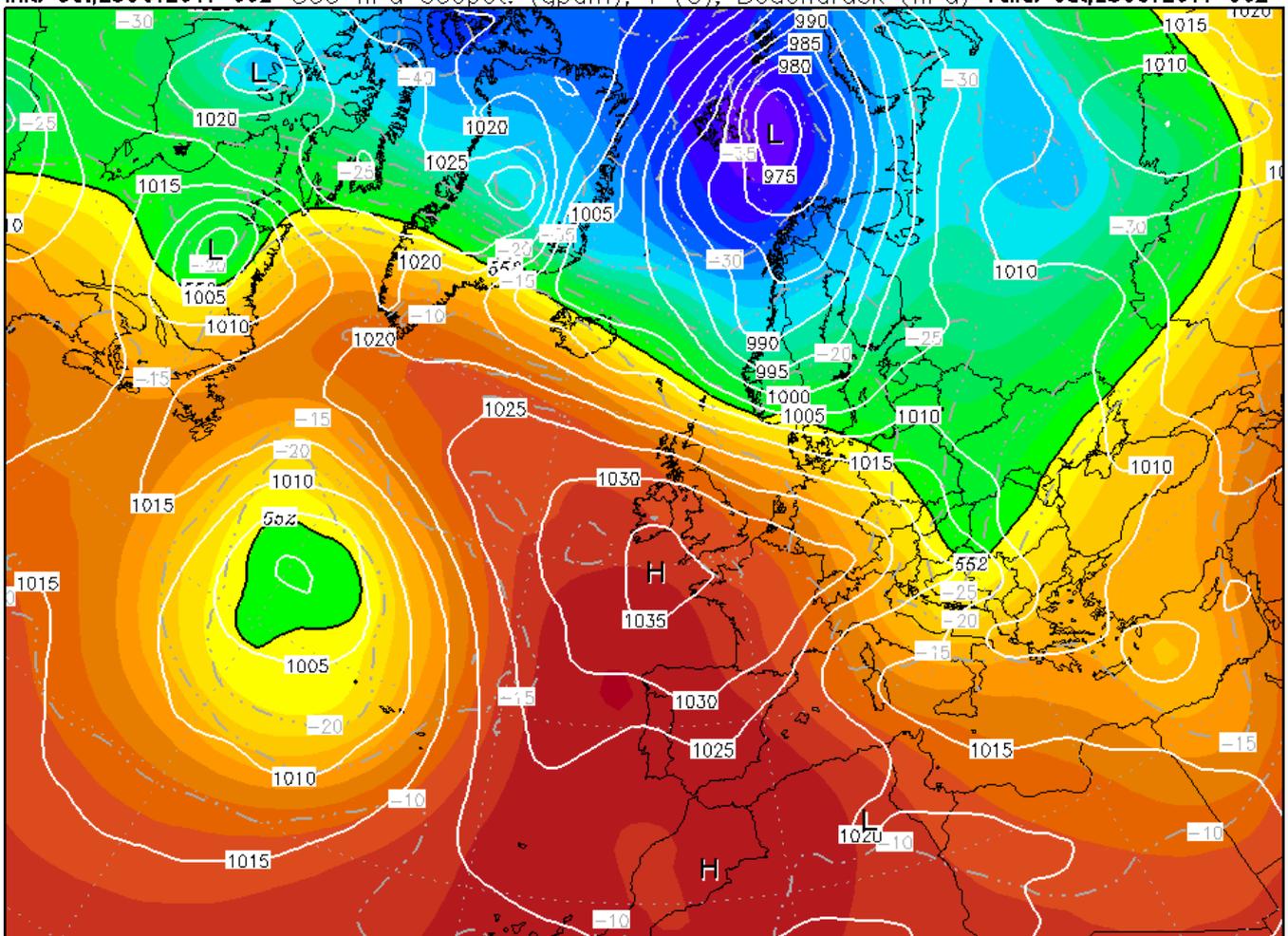


6. Analisi evento 28 ottobre 2017

6.1. Analisi sinottica

Si riporta in figura 10, la mappa di geopotenziale e temperatura a 500 hPa e della pressione al livello del mare (www.wetterzentrale.de) relativa al 28 ottobre 2017 alle ore 00UTC, da cui è visibile una profonda saccatura che interessa l'Europa orientale dai paesi scandinavi fino alla Grecia, che ha determinato il regime di venti settentrionali sull'adriatico.

Figura 10: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 28 ottobre 2017 ore 00UTC
 Init: Sat,28OCT2017 00Z 500 hPa Geopot. (gpdm), T (C), Bodendruck (hPa) Valid: Sat,28OCT2017 00Z



Data: GFS OPERATIONAL 0.250°
 (C) Wetterzentrale
 www.wetterzentrale.de



6.2. Analisi di dettaglio

Il giorno 28 ottobre 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.

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

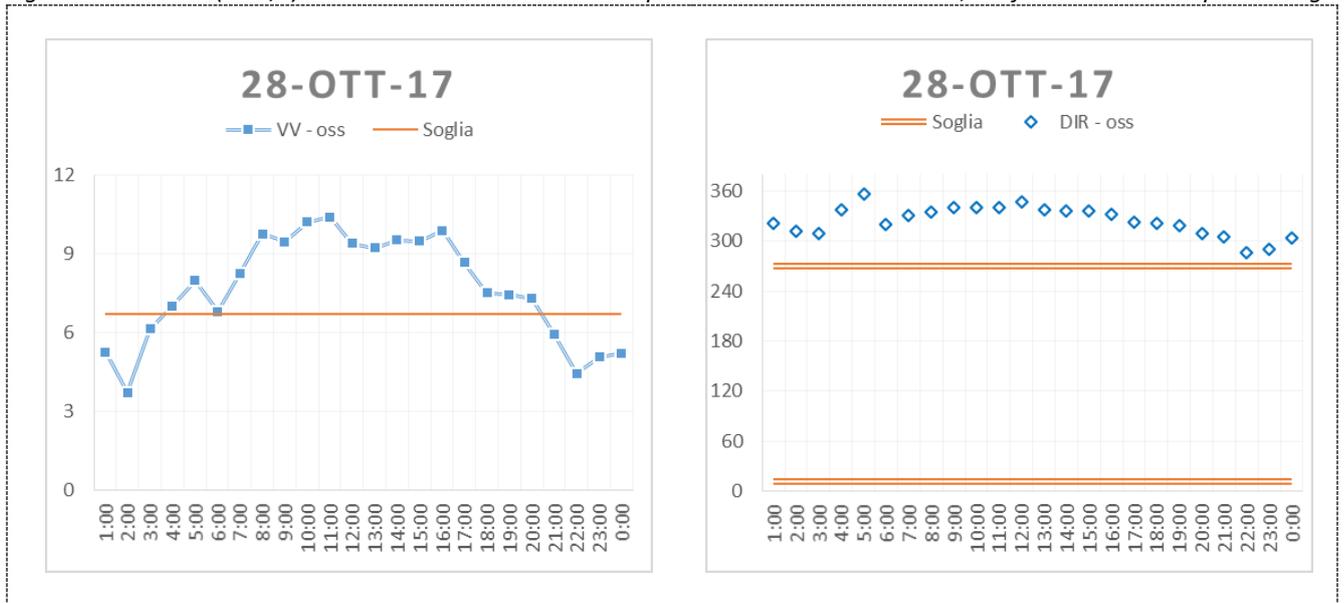
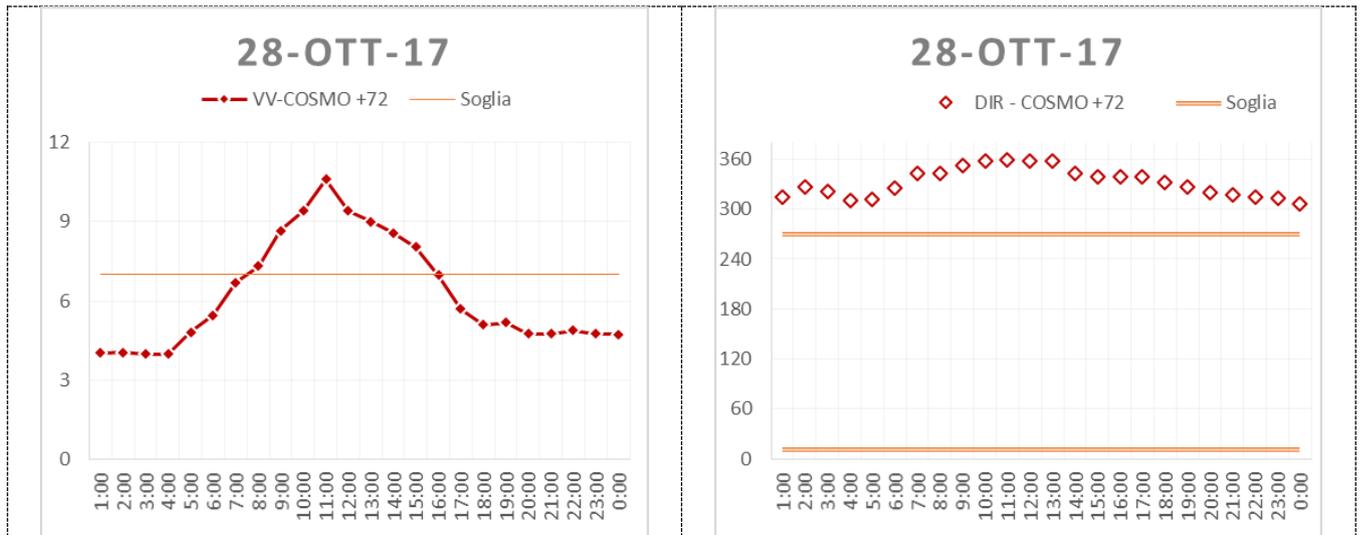


Figura 12: Velocità (in m/s) e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore



7. Conclusioni

Nel quinto bimestre 2017 sono stati osservati n. 7 giorni con caratteristiche di *wind day*, di cui n. 6 oggetto di allerta. Il giorno non previsto (20 settembre) viene conteggiato come falso negativo (si tratta di un evento avvenuto durante le serali e rappresenta l'inizio dell'evento del 21 settembre, *wind day* correttamente allertato).

Si sono verificate infine 4 giornate interessate da iniziale allerta e successiva revoca (sulla base delle previsioni a +48 ore): 3 revoche su 4 sono state corrette; una revoca ha interessato il falso negativo del 20 settembre. 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).

Nella Tabella 2 si riporta la tabella di contingenza aggiornata (dati a partire dal 03/01/2015, avvio della internalizzazione delle previsioni, fino al 31/10/2017) 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 31/10/2017

		Osservati		TOTALE
		Wind Days	Non WD	
Previsti	Wind Days	68 (Veri Positivi)	13 (Falsi Positivi)	81
	Non WD	25 (Falsi Negativi)	927 (Veri Negativi)	952
	TOTALE	93	940	1033
		Sensibilità (POD)		0.73
		Specificità		0.99
		Valore predittivo positivo (SR)		0.84
		BIAS = (VP+FP)/(VP+FN)		0.87
		Threat Score		0.64

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

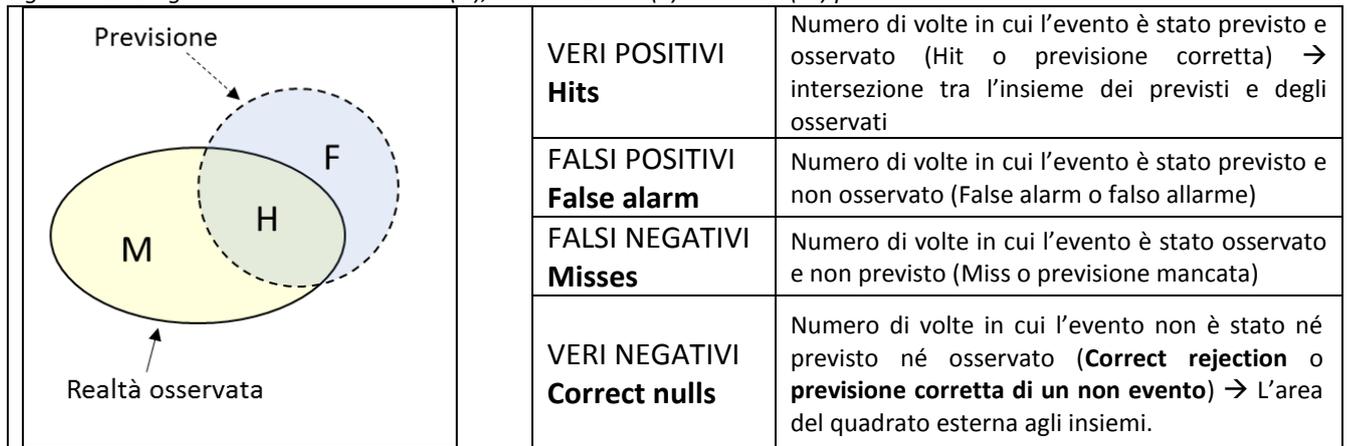


Tabella A-1: Definizione della Tabella di contingenza 2x2

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

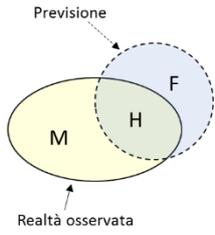
Dalle tabelle di contingenza è possibile estrarre le seguenti informazioni:

- 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.

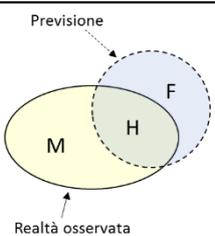
• **Sensibilità (PROBABILITY OF DETECTION – POD)**

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

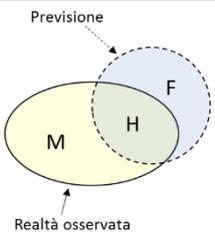
• **Valore predittivo positivo (SUCCESS RATIO)**

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**

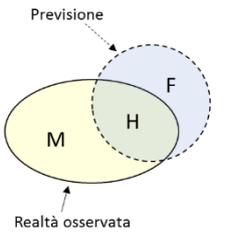
Rappresenta la percentuale dei NON Wind Day, previsti dal criterio e confermati dalle osservazioni. Tale indice rappresenta la capacità del modello di identificare i NON Wind Day. Poiché in un anno si verificano molti più giorni di "NON Wind Day" rispetto a quelli di "Wind Day", questo indicatore presenta 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**

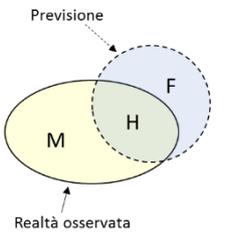
Rapporto tra la frequenza delle previsioni e la frequenza degli eventi osservati. Il valore ottimale è 1: valori inferiori a 1 indicano una tendenza delle previsioni a sottostimare gli eventi, al contrario, valori maggiori di 1 una tendenza a sovrastimarli.

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.

$BIAS = (VP+FP)/(VP+FN)$		<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.

$TS=VP/(VP+FP+FN)$		<p>Sottoinsieme H diviso somma dei sottoinsiemi H+F+M</p>
--------------------	--	---