

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. 4/2017
IV Bimestre

Autori:
Dott.ssa M. Menegotto

Rev. 0

Servizio Agenti Fisici della Direzione Scientifica

18/10/2017

Sommario

1. Premessa.....	2
2. Sintesi quarto bimestre 2017	3
3. Analisi evento 3-4 luglio 2017	4
4. Analisi evento 16-17 luglio 2017	7
5. Analisi evento 12-14 agosto 2017	10
6. Analisi evento 21-22 agosto 2017	15
7. Analisi falso negativo del 29 agosto 2017	18
8. Conclusioni.....	20
APPENDICE: Modalità e tecniche di valutazione delle previsioni dei <i>wind day</i>	21

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].

La definizione di *wind day* nasce da un precedente studio sui dati storici di PM10 e B(a)p registrati nella 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 sottoposte ad AIA ricadenti nell’area di Taranto e Statte. 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 quarto bimestre 2017

Nel quarto bimestre 2017 sono stati osservati n. 8 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. I due giorni non previsti (12 e 29 agosto) vengono conteggiati come falsi negativi.

Nel bimestre in questione inoltre si sono verificati n. 2 falsi positivi (si veda l’appendice al presente report per le definizioni e i criteri di verifica e analisi dei risultati), entrambi di tipo borderline (si veda paragrafo di dettaglio). Si sono verificate infine 5 giornate interessate da iniziale allerta e successiva revoca (sulla base delle previsioni a +48 ore): 4 revoche su 5 sono state corrette; una revoca ha interessato il falso negativo del 12 agosto, che è risultato di tipo borderline (si veda paragrafo di dettaglio).

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 day* comunicati: aggiornamento al quarto 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

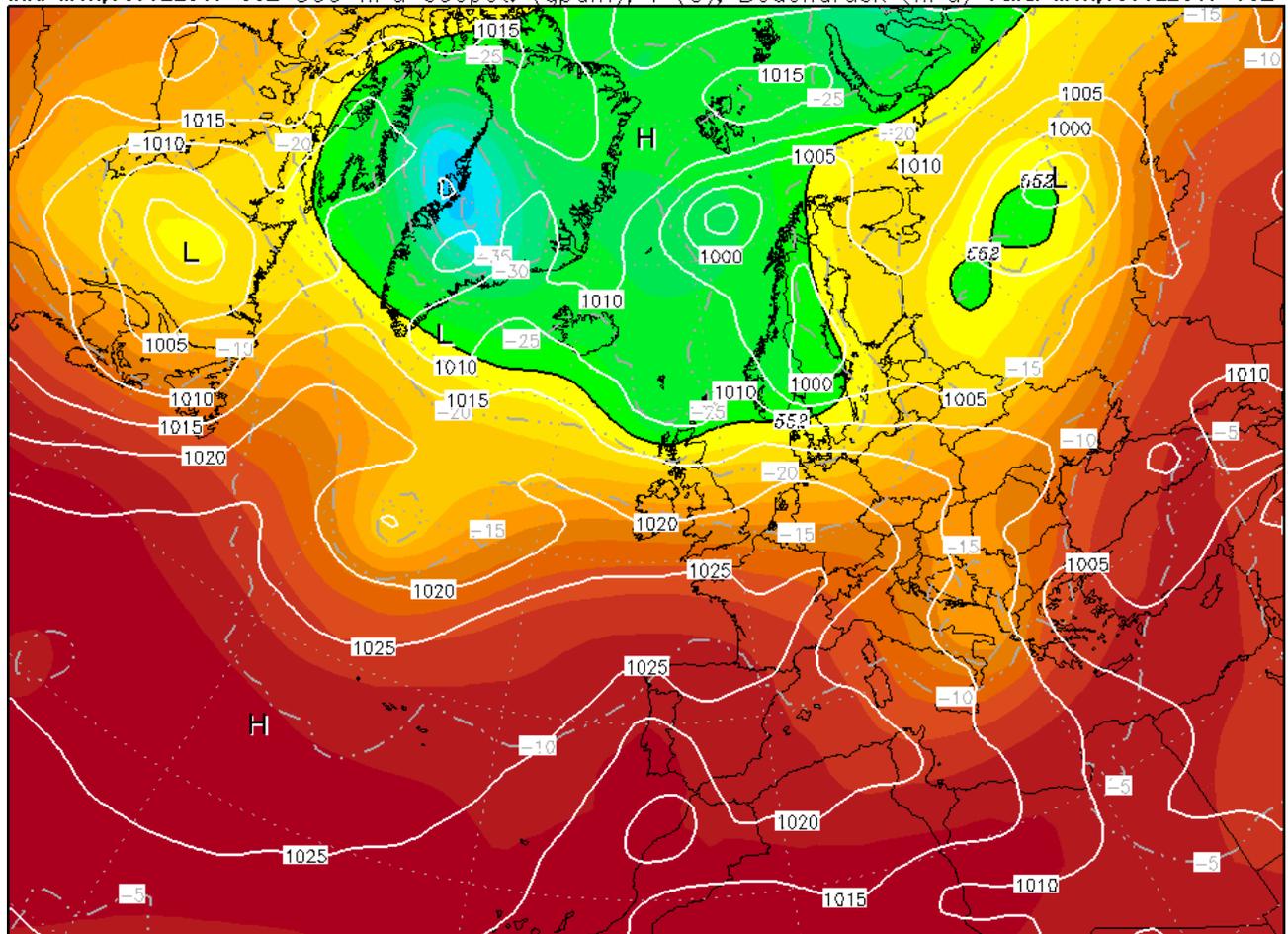
3. Analisi evento 3-4 luglio 2017

3.1. Analisi sinottica

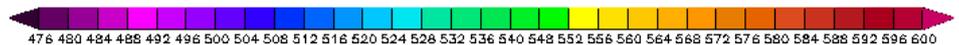
Un fronte di aria fredda associata alla goccia fredda in transito sui Balcani ha interessato l'Italia centro-meridionale, determinando venti di maestrale accompagnati da un netto calo termico.

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 3 luglio 2017 alle ore 00UTC.

Figura 1: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 3 luglio 2017 ore 00UTC
Init: Mon,03JUL2017 00Z 500 hPa Geopot. (gpdm), T (C), Bodendruck (hPa) Valid: Mon,03JUL2017 00Z



Data: GFS OPERATIONAL 1.000°
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de



Fonte: www.wetterzentrale.de

3.2. Analisi di dettaglio

Entrambi i modelli previsionali utilizzati hanno previsto *wind day* per i giorni 3 e 4 luglio, sia con le previsioni a +72 ore che con quelle a +48. Il giorno 3 luglio il *wind day* previsto è stato osservato (fig. 2). Il giorno 4 luglio, pur avendo osservato 4 ore di vento sopra soglia in un periodo di 5 ore, mancando il requisito delle tre ore consecutive, viene conteggiato come falso positivo (fig. 2). A titolo esemplificativo, in figura 3, si riportano velocità e direzione del vento previste a +72 ore dal modello COSMO.

Figura 2: Velocità e direzione del vento osservate presso la stazione di San Vito, confrontate con le rispettive soglie.

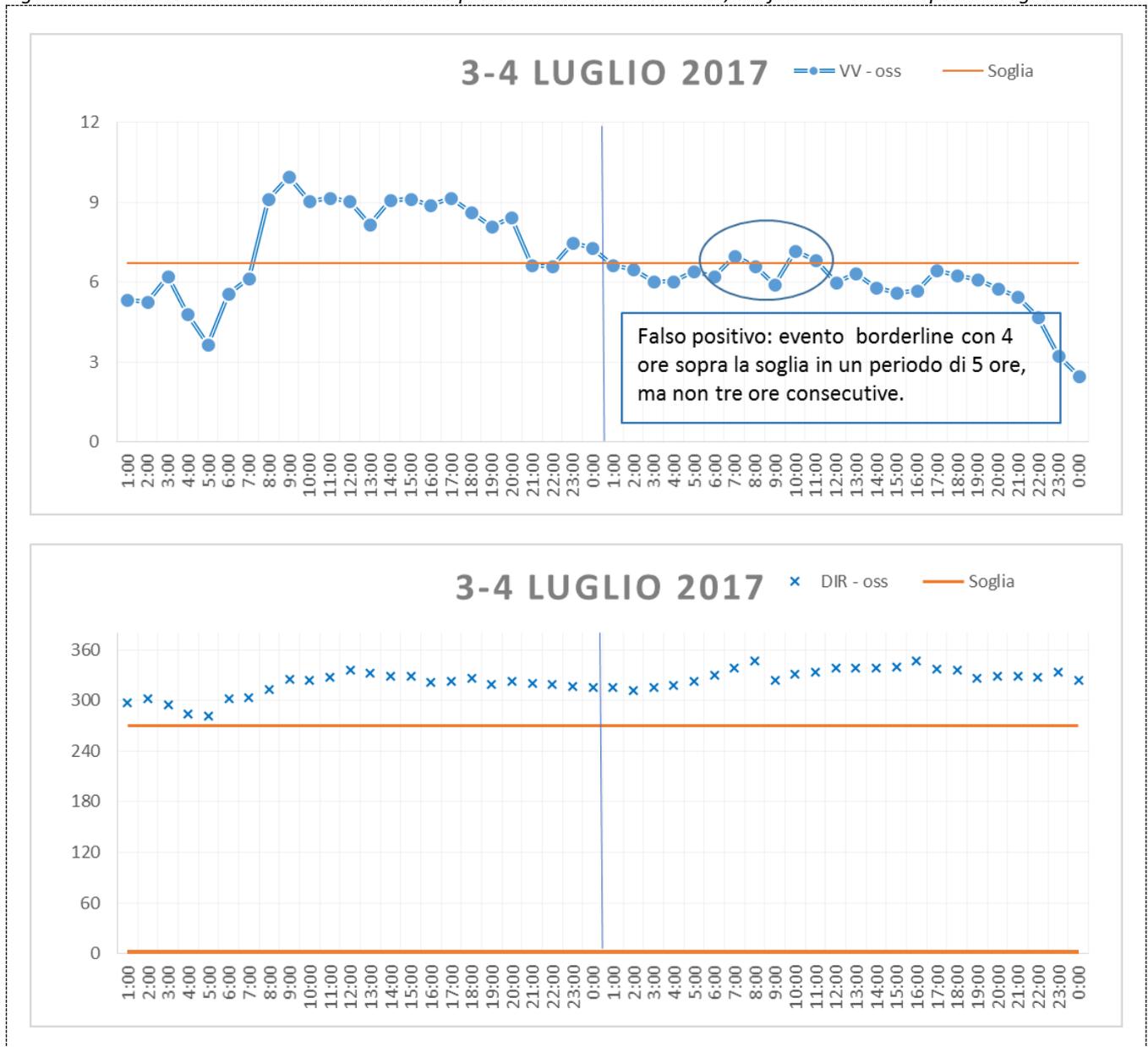
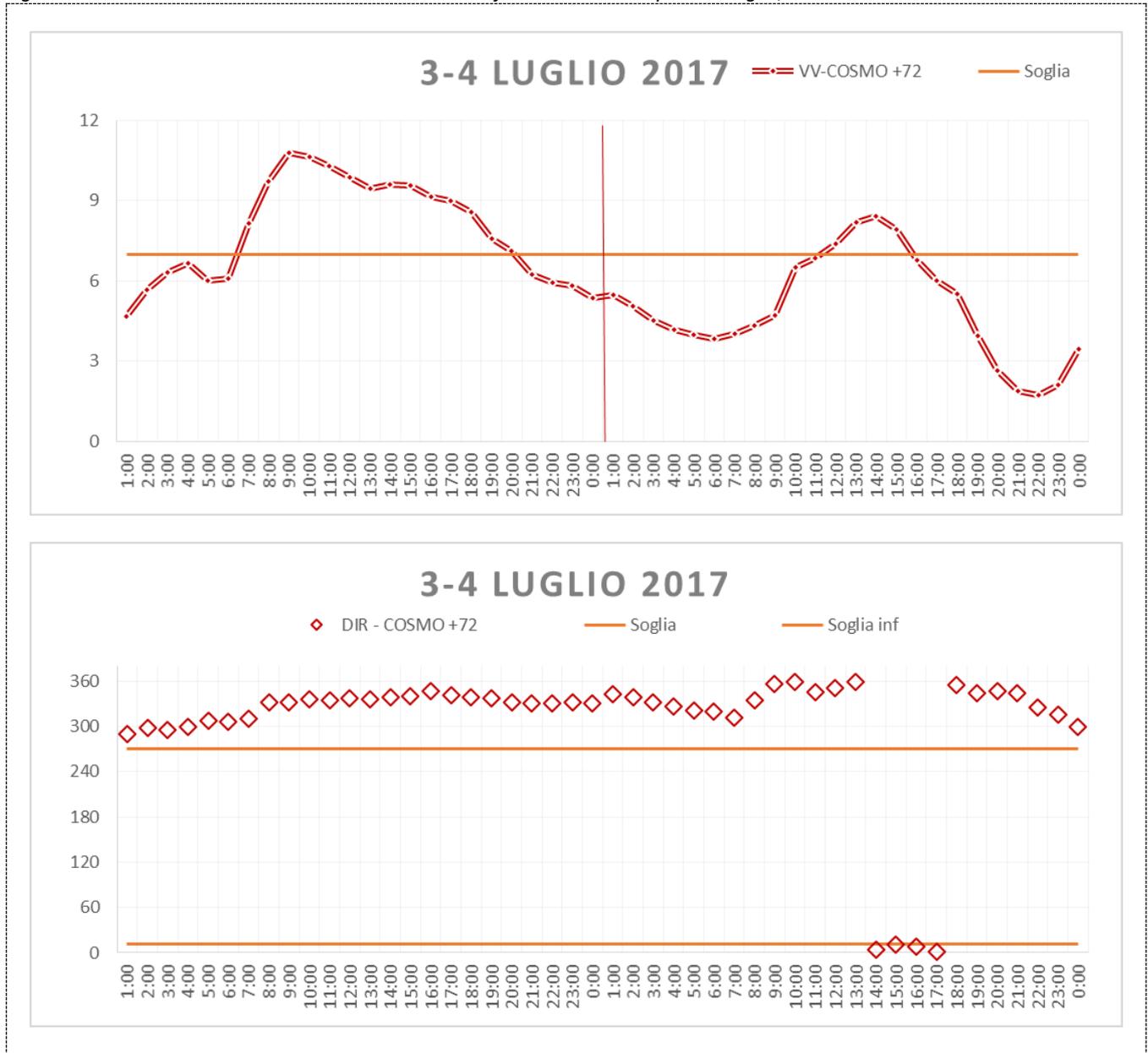


Figura 3: Velocità e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore

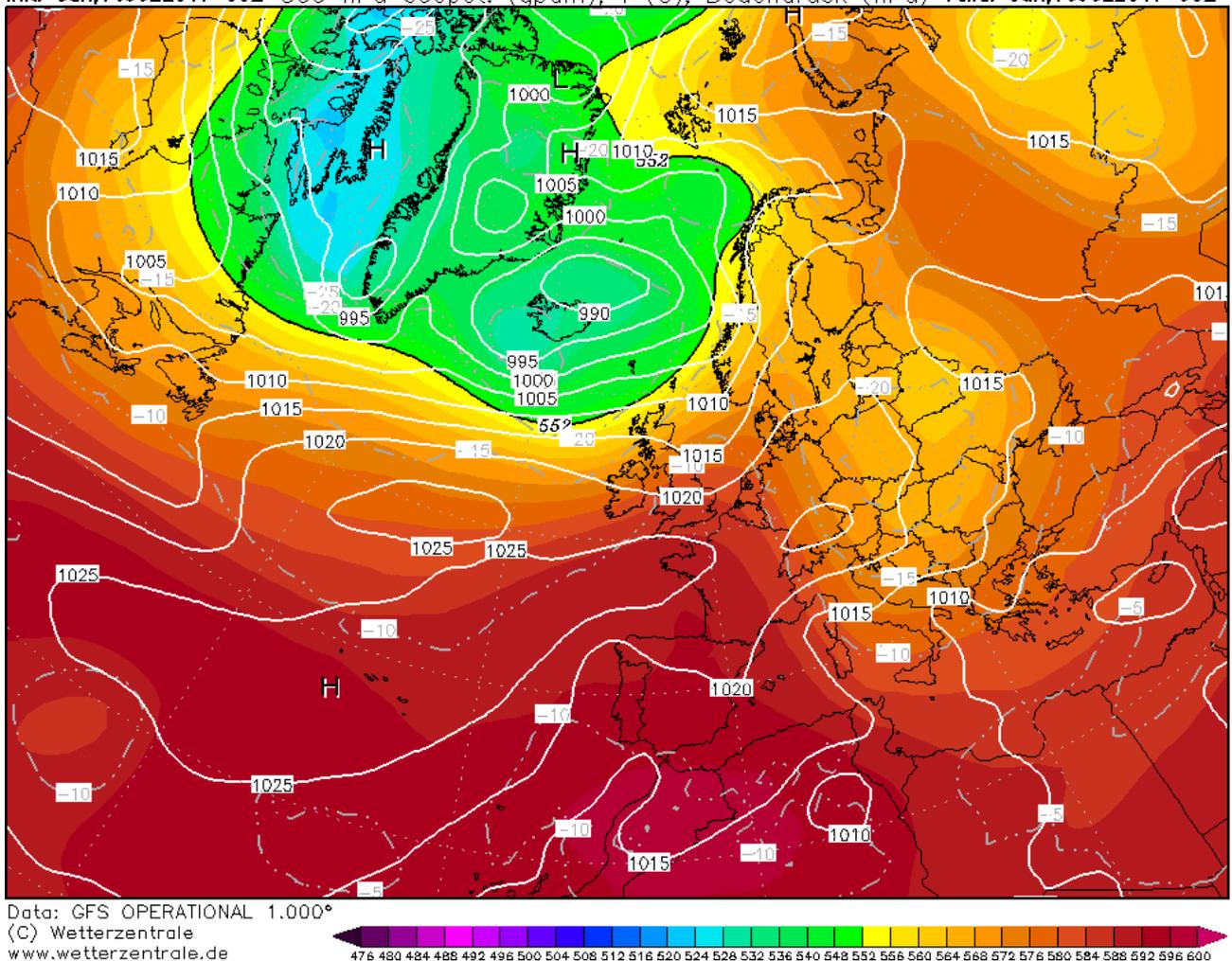


4. Analisi evento 16-17 luglio 2017

4.1. Analisi sinottica

A livello sinottico l'approfondimento di una bassa pressione sui settori nord-occidentali dell'Europa, ha portato ad una breve interruzione dell'ondata di caldo anticiclonica che ha caratterizzato tutto il periodo, portando aria fresca dal quadrante di NO sull'Adriatico. 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 16 luglio 2017 alle ore 00UTC.

Figura 4: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 16 luglio 2017 ore 00UTC
 Iniz: Sun,16JUL2017 00Z 500 hPa Geopot. (gpm), T (C), Bodendruck (hPa) Valid: Sun,16JUL2017 00Z



4.2. Analisi di dettaglio

Nei giorni 16 e 17 luglio si sono osservati due *wind day* correttamente allertati. Nel dettaglio i *wind day* sono stati previsti a +72 ore da entrambi i modelli, con qualche discrepanza sulla previsione della direzione del vento. Le previsioni a +48 ore hanno visto la conferma con entrambi i modelli per il giorno 16 e con il solo modello COSMO per il giorno 17.

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

Figura 5: Velocità e direzione del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie.

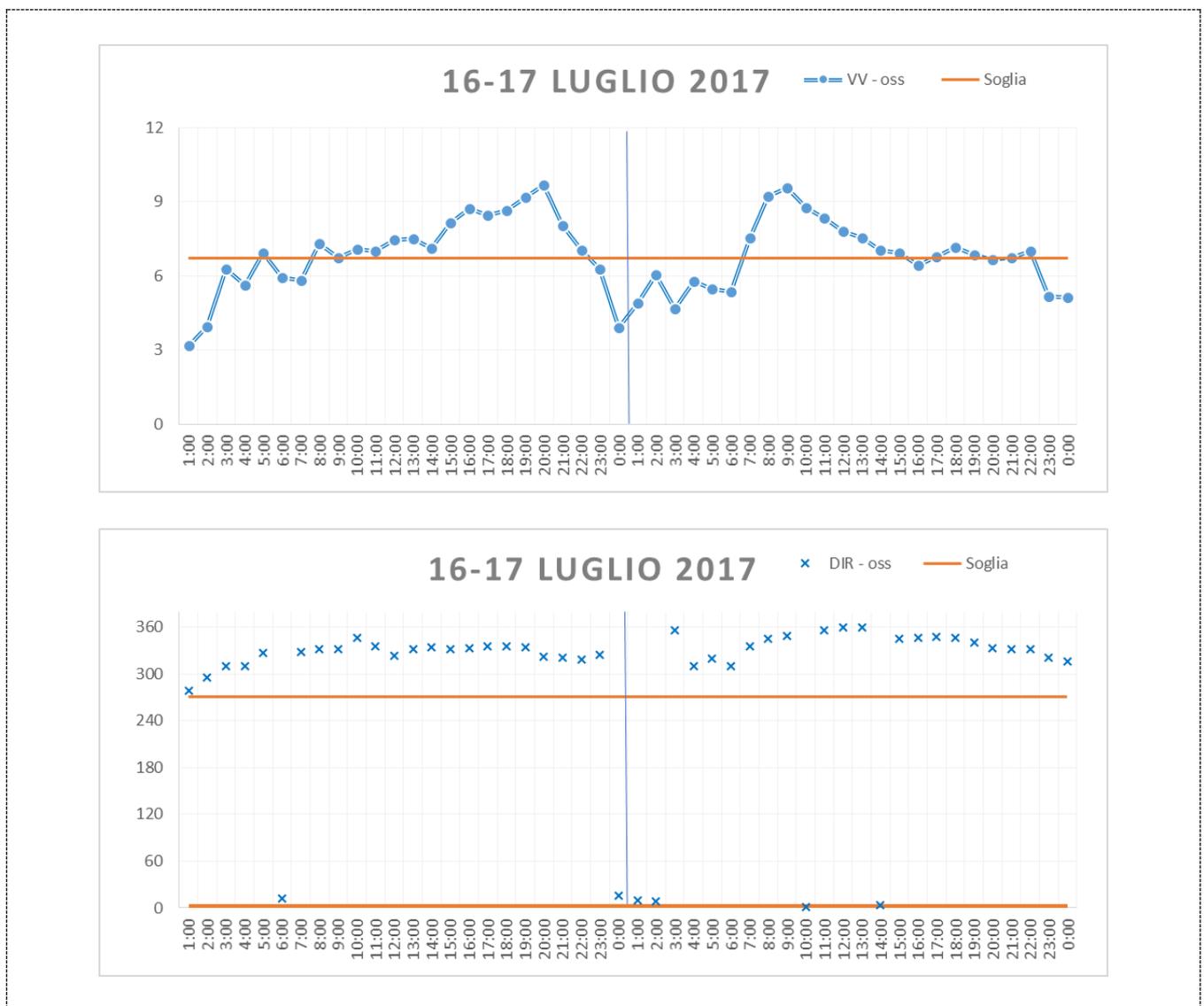
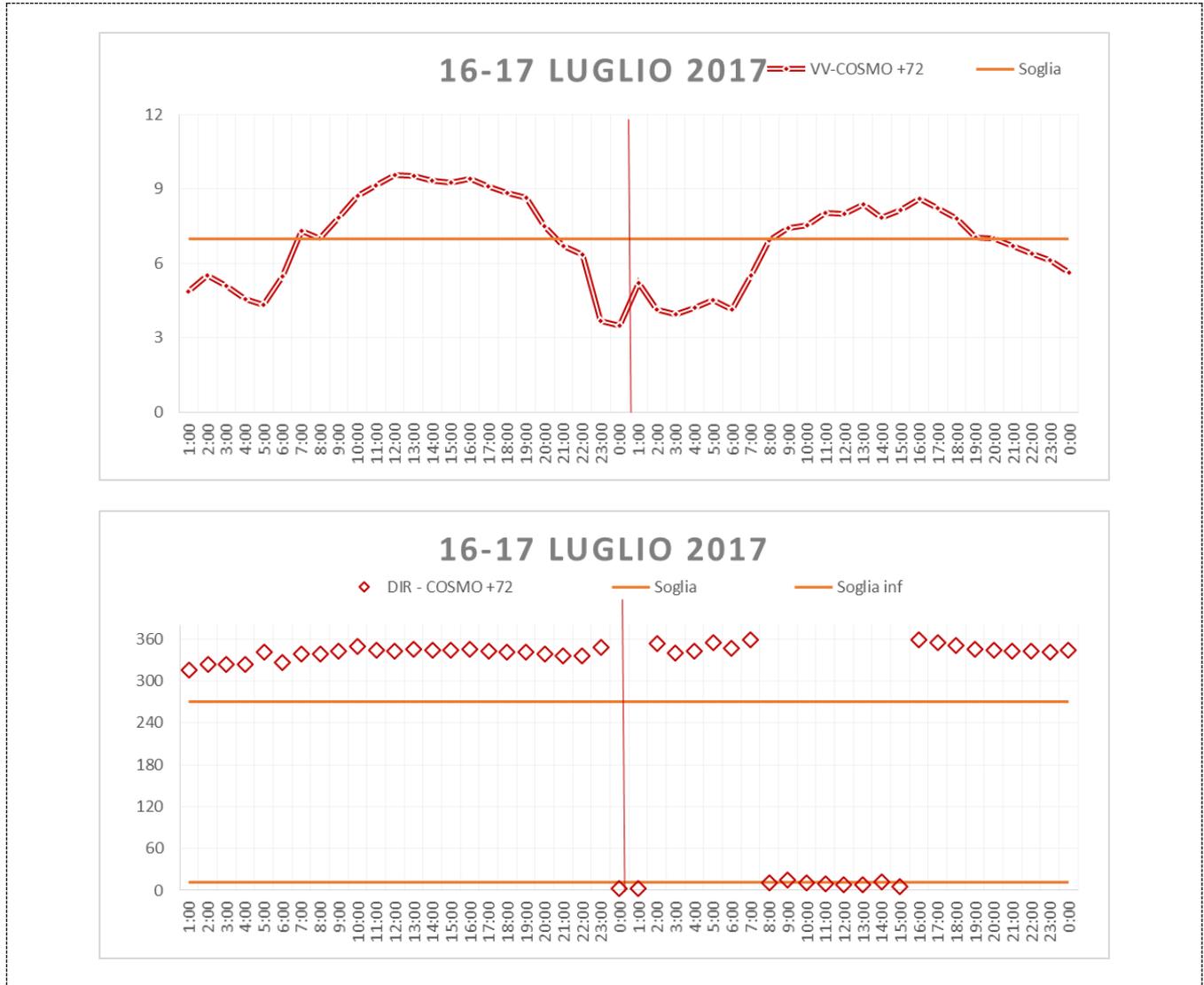


Figura 6: Velocità e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore

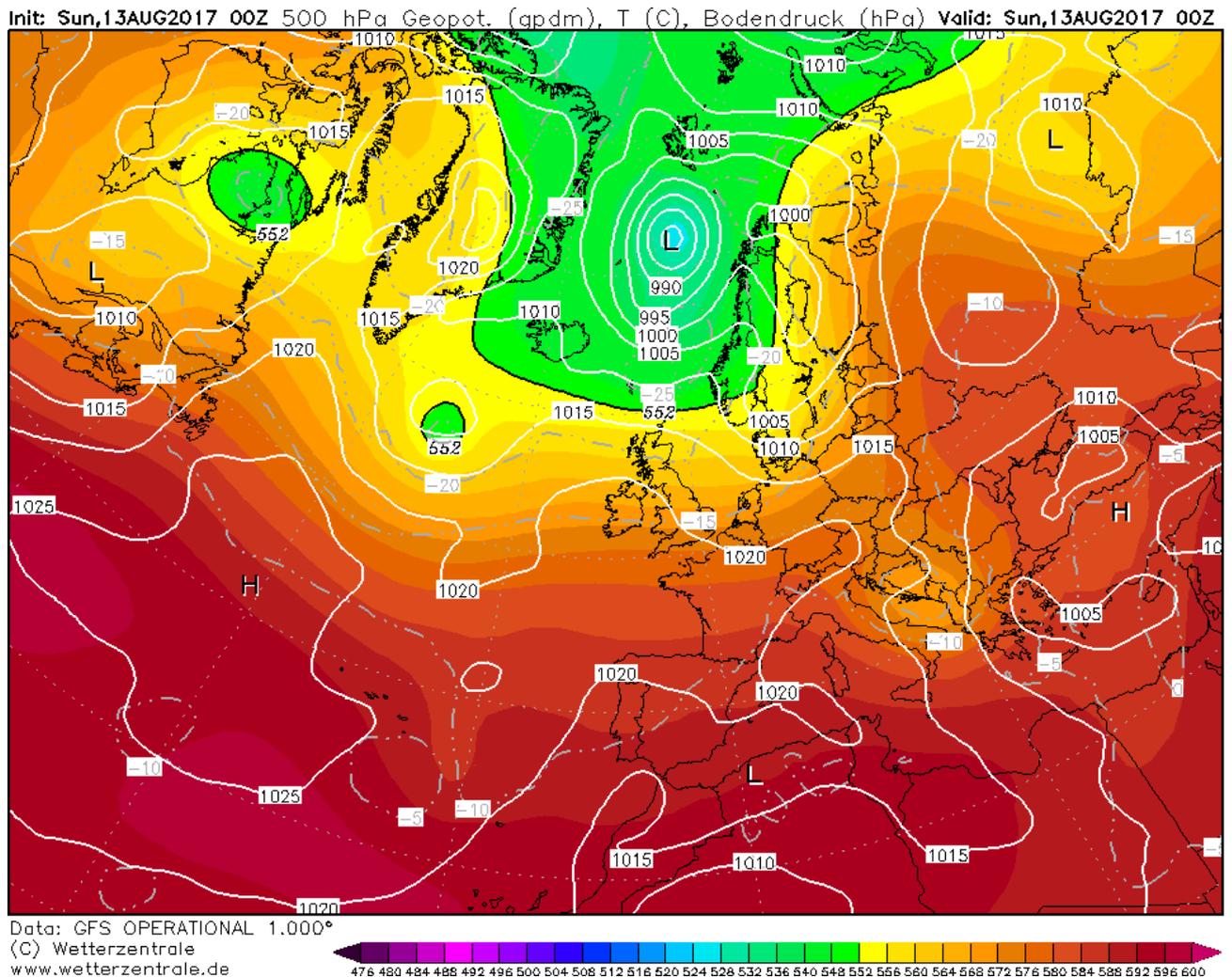


5. Analisi evento 12-14 agosto 2017

5.1. Analisi sinottica

Una forte perturbazione ha attraversato l'intera penisola, giungendo nel settore meridionale e portando instabilità e venti di maestrale. 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 13 agosto 2017 alle ore 00UTC.

Figura 7: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 13 agosto 2017 ore 00UTC



5.2. Analisi di dettaglio

Il periodo 12-14 agosto 2017 è stato caratterizzato da instabilità atmosferica legata ad una forte perturbazione transitata sulla penisola, che i modelli hanno avuto difficoltà a descrivere fedelmente, registrando una discrepanza nella determinazione della velocità del vento, mentre la direzione è stata ben modellata.

Nel dettaglio sono stati allertati *wind day* per i giorni 13 e 14 agosto, mentre il 12 è stato oggetto di iniziale chiamata e successiva revoca, sulla base delle previsioni a +48 ore del modello COSMO.

- Si è riscontrato il *wind day* del giorno 13 agosto (l'unico "visto" chiaramente da entrambi i modelli previsionali).

- Si è riscontrato un falso negativo il giorno 12 agosto. Tale *wind day* si è configurato come un picco isolato di sole 3 ore sopra soglia con concomitante cambio di direzione del vento dai quadranti meridionali a quelli nord-occidentali, nella fascia serale. In pratica si tratta dell'inizio dell'evento di *wind day* del 13 agosto. Si veda figura 8 in cui è evidenziato il picco di tre ore concomitante con il cambio di direzione del vento. Tale giorno è stato previsto inizialmente solo dal modello WRF a +72 ore; con le previsioni a +48 il modello COSMO (con i dati del centro europeo ECMWF in input) ha previsto un vento con velocità inferiore, "vedendo" un picco isolato in anticipo e della durata di una sola ora. Sulla base di ciò la chiamata è stata revocata. Questo tipo di evento viene infatti classificato come *borderline*.

Va detto che per i casi *borderline*, con valori di vento intorno alla soglia, non è possibile aumentare la prestazione del sistema modellistico, poiché la differenza tra i valori predetti e la soglia rientra nella fascia di incertezza intrinseca delle previsioni numeriche.

Per quanto riguarda l'istituto della revoca, in questo bimestre si sono utilizzate 5 revoche di cui 4 corrette (80% di efficacia, in linea con la capacità predittiva valutata per l'anno 2016¹).

- Si è riscontrato infine un falso positivo il giorno 14 agosto, predetto solo dal modello COSMO (che viene privilegiato per le previsioni a +48 ore) e che viene classificato come falso positivo *borderline* (2 ore osservate sopra soglia anziché tre). Vale lo stesso discorso fatto al punto precedente per gli eventi *borderline*.

Quanto suddetto è graficamente rappresentato nelle seguenti figure:

- figura 8: velocità e direzione del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie;
- figura 9: velocità del vento prevista a +72 ore dai due modelli confrontata con il dato osservato;
- figura 10: velocità del vento prevista a +48 ore dai due modelli confrontata con il dato osservato;
- figura 11: direzione del vento prevista a +72 ore dai due modelli confrontata con il dato osservato.

¹ Come già riportato in precedenti report, l'istituto della revoca è in genere affidabile con una capacità predittiva registrata nel 2016 del 78% (per dettagli si veda il "*Report Novembre-Dicembre 2016 con riepilogo anno 2016*" scaricabile al link http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wd_meteo).

Figura 8: Velocità e direzione del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie.

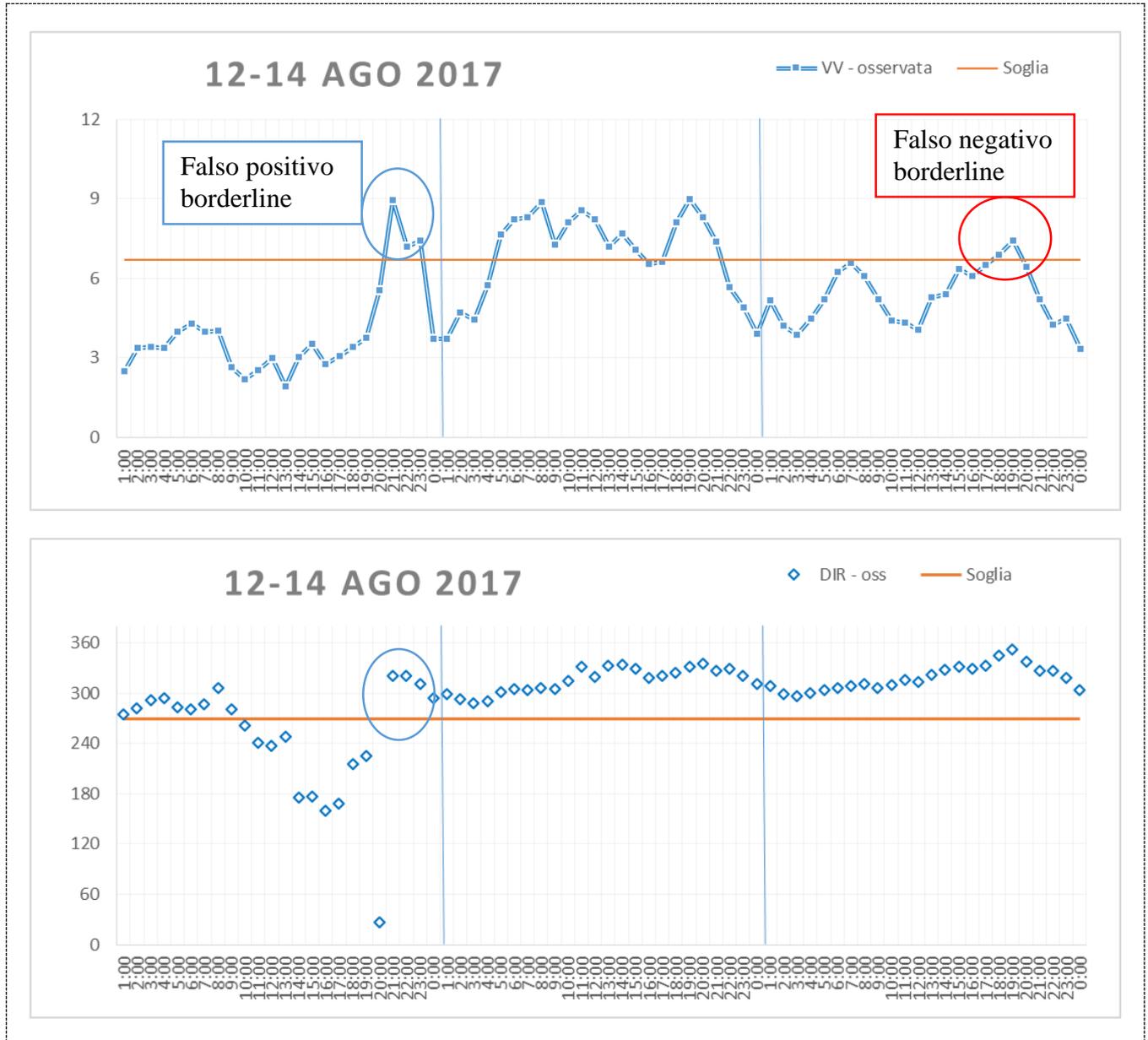


Figura 9: Velocità del vento modellata a +72 ore con i modelli COSMO e WRF, confrontate con la velocità osservata (in rosso tratteggiato) e la rispettiva soglia

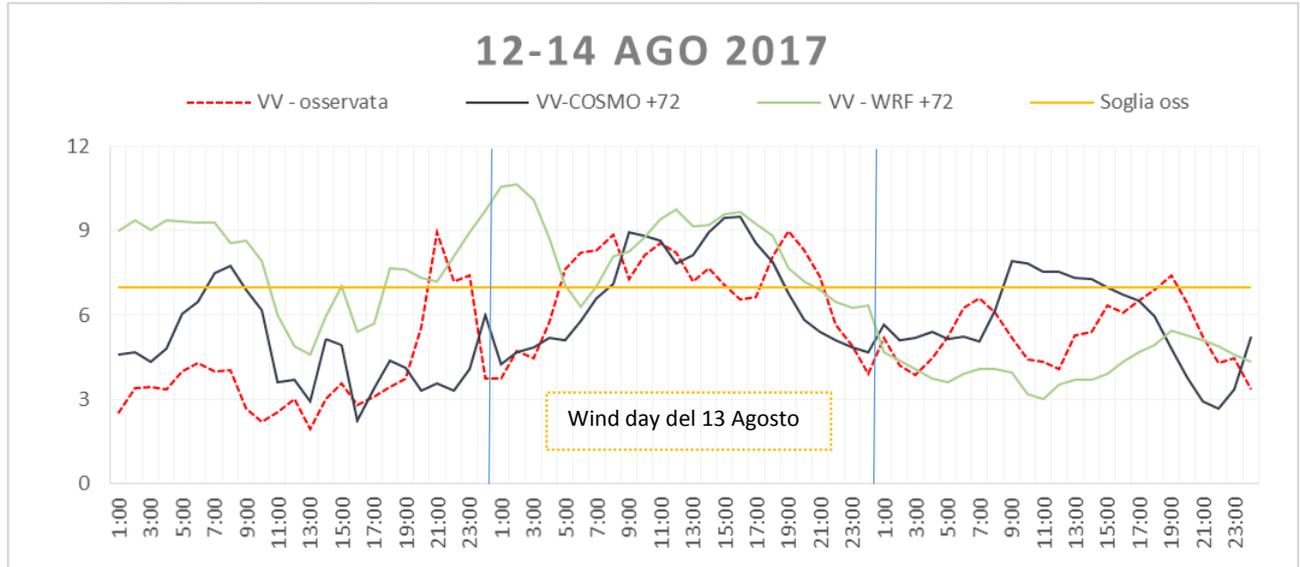


Figura 10: Velocità del vento modellata a +48 ore con i modelli COSMO e WRF, confrontate con la velocità osservata (in rosso tratteggiato) e la rispettiva soglia

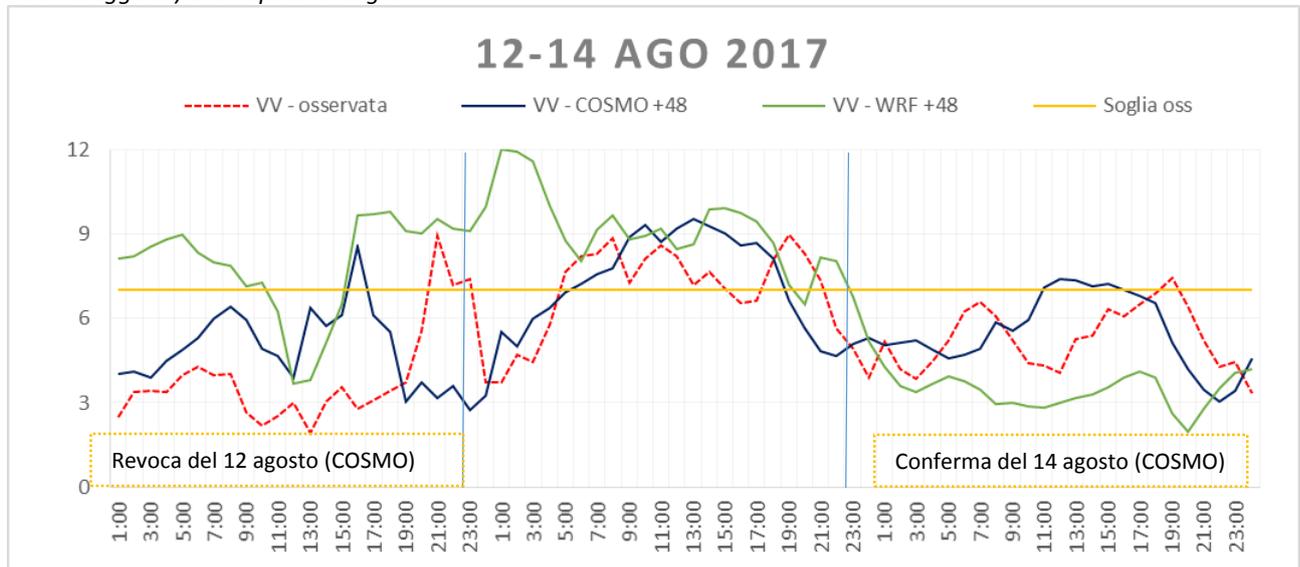
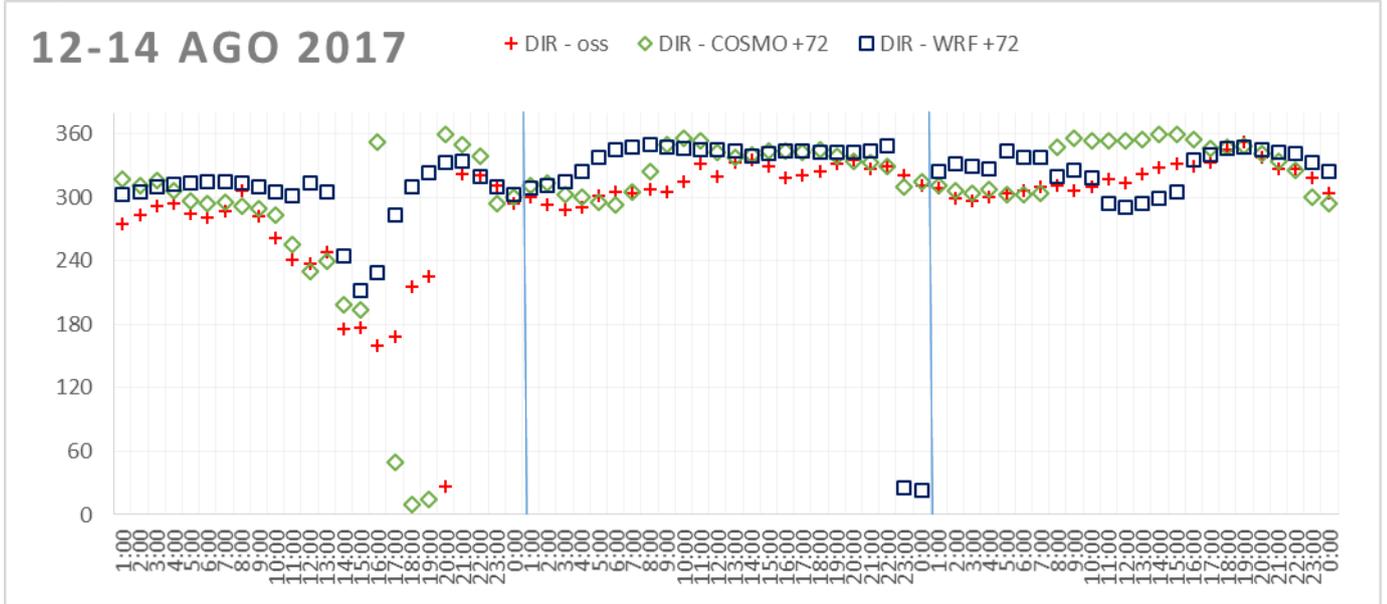


Figura 11: Direzioni del vento modellate a +72 ore con i modelli COSMO e WRF , confrontate con la direzione osservata (in rosso)



6. Analisi evento 21-22 agosto 2017

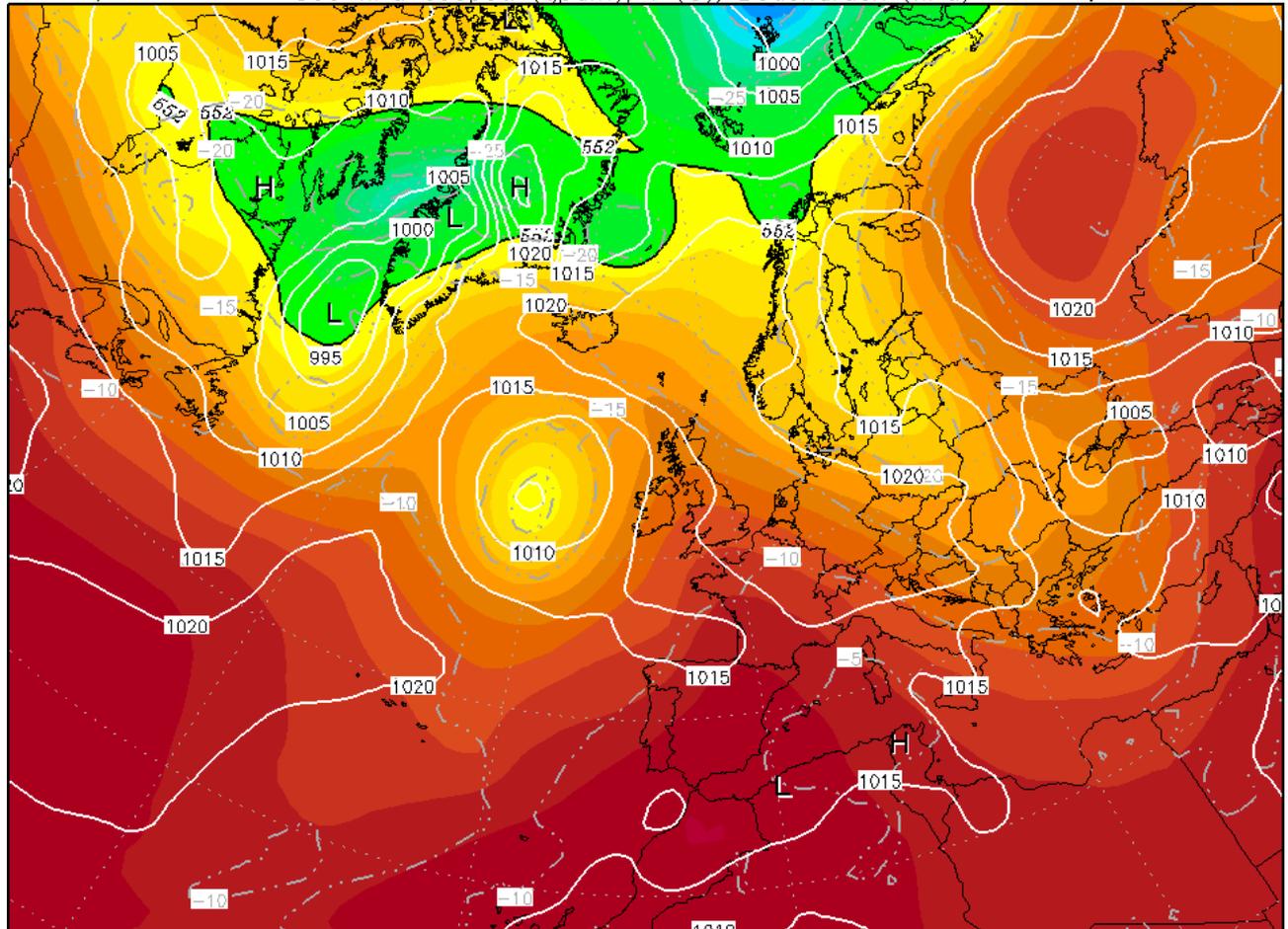
6.1. Analisi sinottica

Una perturbazione ha attraversato l'intera penisola, giungendo nel settore meridionale e portando una forte ventilazione settentrionale.

Si riporta, a titolo esemplificativo, in Figura 12, la mappa di geopotenziale e temperatura a 500 hPa e della pressione al livello del mare (www.wetterzentrale.de) relativa al 21 agosto 2017 alle ore 00UTC, da cui è visibile una profonda saccatura che interessa l'Europa orientale dai paesi scandinavi fino alla Grecia.

Figura 12: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 21 agosto 2017 ore 00UTC

Init: Tue,22AUG2017 00Z 500 hPa Geopot. (gpdm), T (C), Bodendruck (hPa) Valid: Tue,22AUG2017 00Z



Data: GFS OPERATIONAL 1.000°
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de



6.2. Analisi di dettaglio

I giorni 21 e 22 agosto si sono osservati due *wind day*, correttamente previsti a +72 da entrambi i modelli e confermati a +48 con entrambi i modelli per il giorno 21 e con il solo modello COSMO per il giorno 22. In figura 13 e 14 si possono visualizzare i valori osservati e quelli previsti dal modello COSMO a +72.

Figura 13: Velocità e direzione del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie

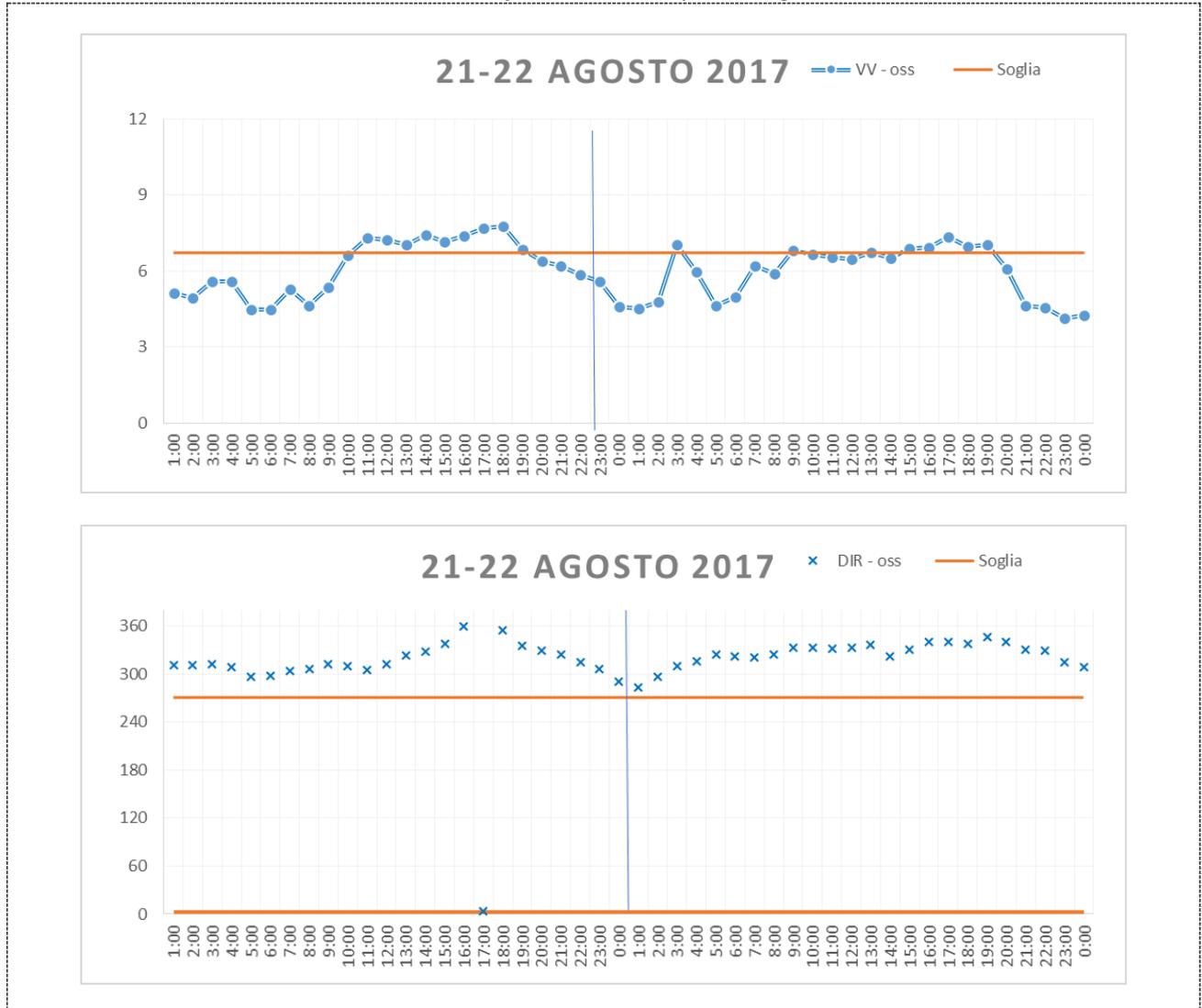
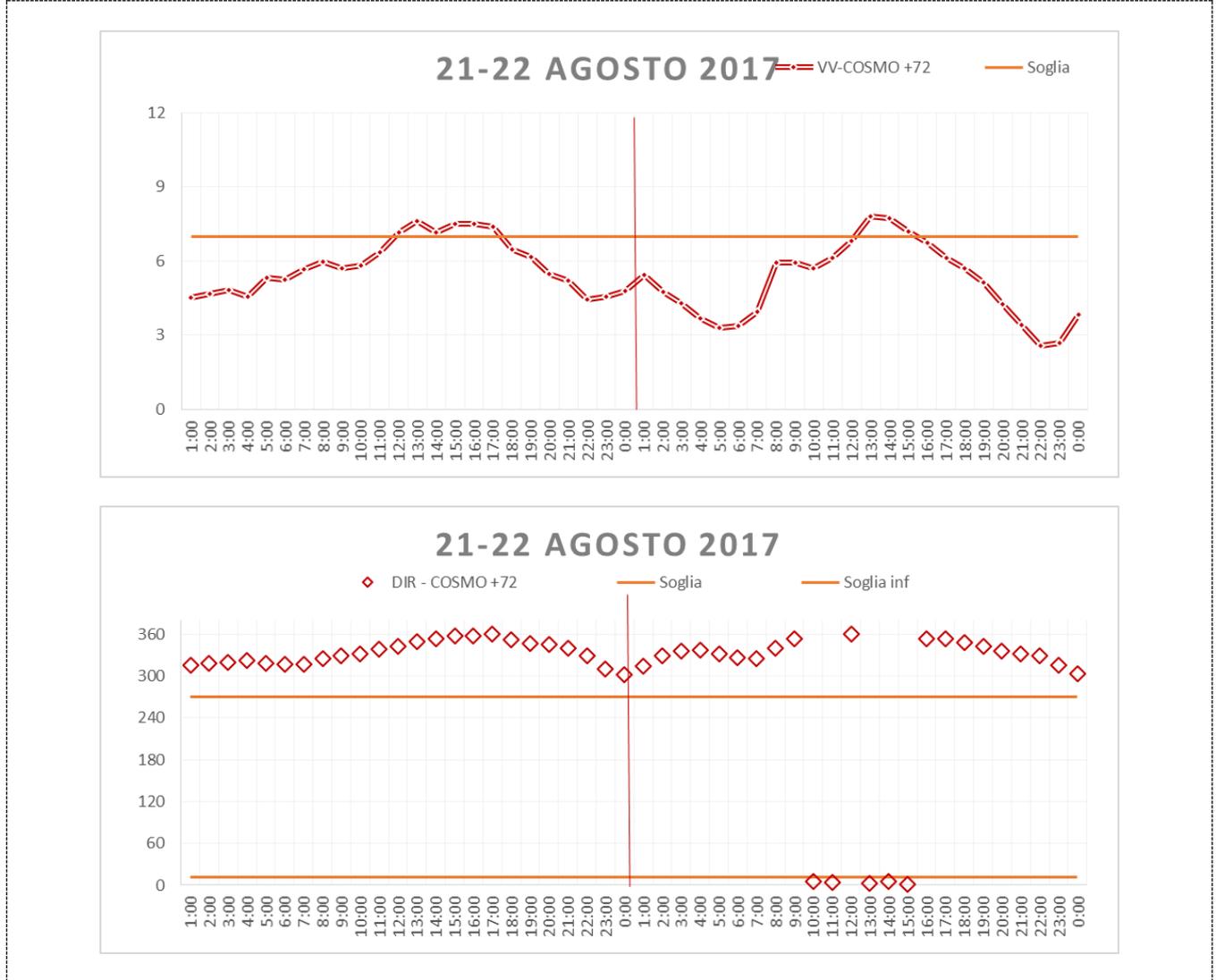


Figura 14: Velocità e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore



7. Analisi falso negativo del 29 agosto 2017

Il giorno 29 agosto si è osservato un *wind day* non previsto dai i modelli.

Una perturbazione è transitata dal centro Europa verso i Balcani, indebolendo il persistente anticiclone africano e causando i venti di maestrale (mappa di geopotenziale e temperatura a 500 hPa e della pressione al livello del mare da www.wetterzentrale.de - figura 15).

Nelle figure 16, 17 e 18 si riportano i dati osservati di direzione e velocità del vento e i dati di previsione a +72 e a +48 del modello COSMO.

Si rileva come le previsioni a +72 ore abbiano previsto una errata direzione del vento, mentre quelle a +48 ore, pur correggendo la previsione della direzione del vento, hanno evidentemente sottostimato la velocità.

Figura 15: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 29 agosto 2017 ore 00UTC

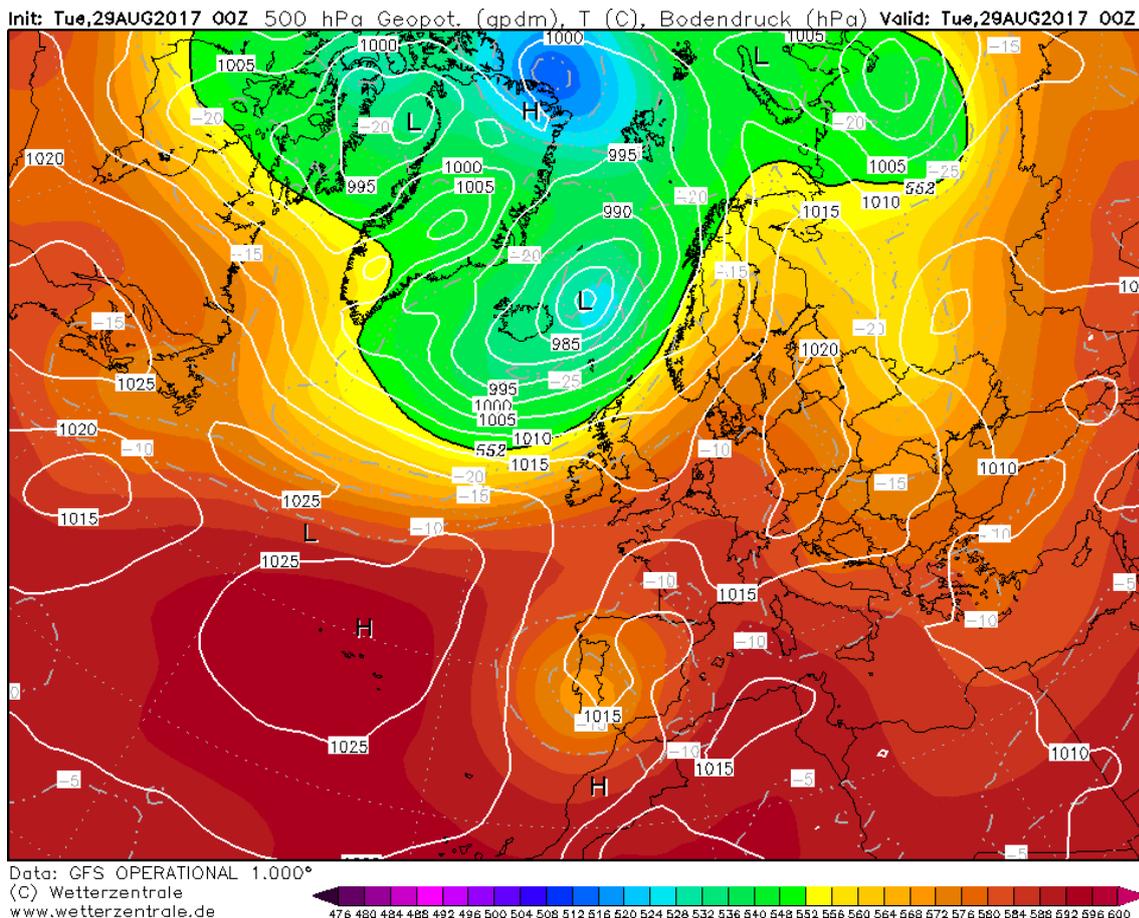


Figura 16: Velocità e direzione del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie.

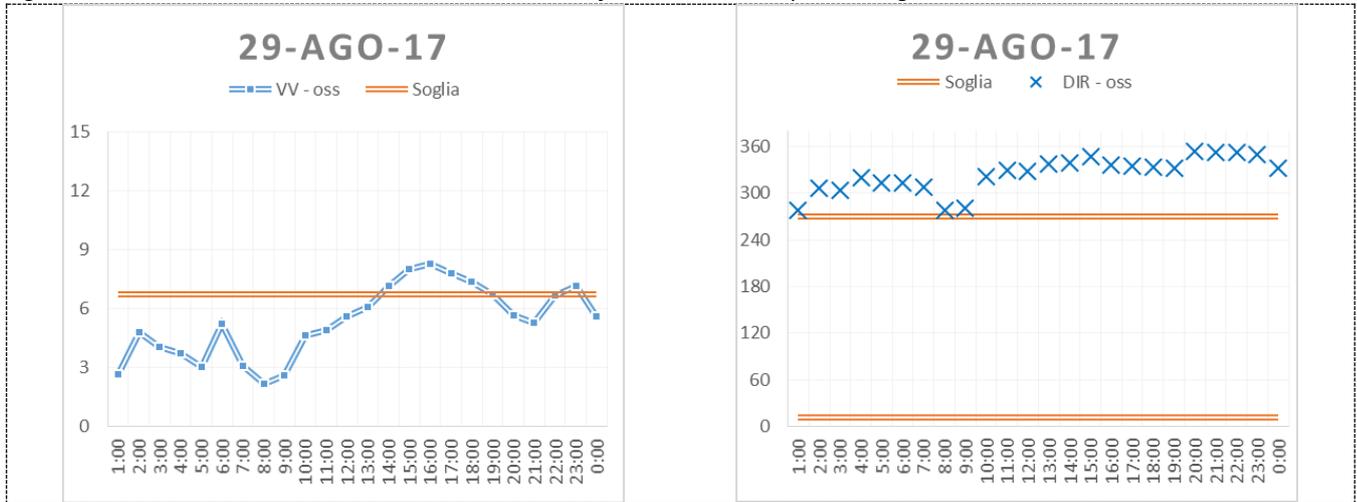


Figura 17: Velocità e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore

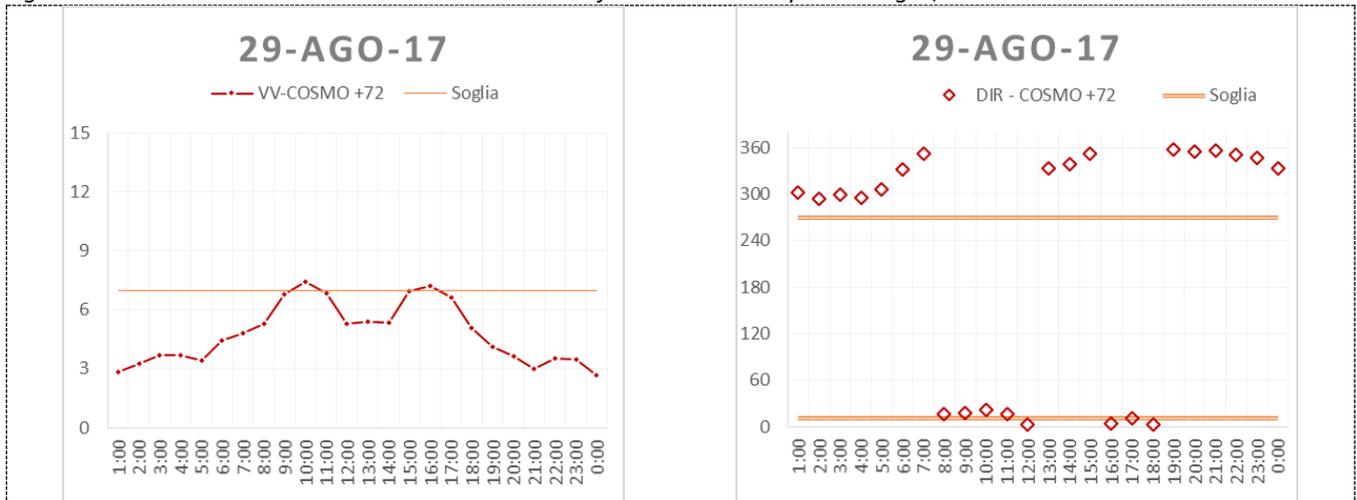
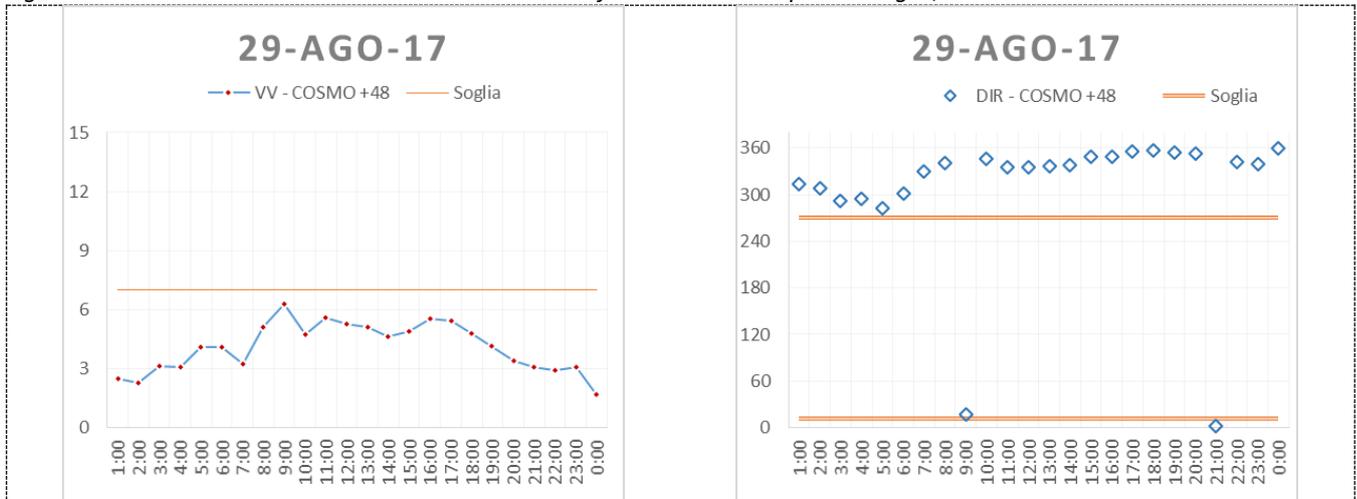


Figura 18: Velocità e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +48 ore



8. Conclusioni

Nel quarto bimestre 2017 sono stati osservati n. 8 giorni con caratteristiche di *wind day*. Di questi, n. 6 sono stati individuati correttamente. I due giorni non individuati (12 e 29 agosto) vengono conteggiati come falsi negativi.

Nel bimestre in questione inoltre si sono verificati n. 2 falsi positivi (si veda l'appendice al presente report per le definizioni e i criteri di verifica e analisi dei risultati), entrambi di tipo borderline.

Si sono verificate 5 giornate interessate da iniziale allerta e successiva revoca (sulla base delle previsioni a +48 ore generalmente più affidabili): 4 revoche su 5 sono state corrette; una revoca ha interessato il falso negativo del 12 agosto, che è risultato di tipo borderline. La percentuale di efficacia della revoca pari all'80% 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).

Per quanto riguarda gli eventi di tipo borderline, si evidenzia che la previsione di questi eventi non può essere migliorata significativamente, poiché la differenza tra i valori predetti e la soglia rientra nella fascia di incertezza delle previsioni numeriche, una cui componente è intrinseca e non predicibile.

Nella seguente Tabella 2 si riporta la tabella di contingenza aggiornata (dati a partire dal 03/01/2015, avvio della internalizzazione delle previsioni) 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 30/09/2017

		Osservati		TOTALE
		Wind Days	Non WD	
Previsti	Wind Days	62 (Veri Positivi)	13 (Falsi Positivi)	75
	Non WD	24 (Falsi Negativi)	874 (Veri Negativi)	898
	TOTALE	86	887	973
		Sensibilità		0.72
		Specificità		0.97
		Valore predittivo positivo		0.83
		BIAS		0.87
		Threat Score		0.63

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

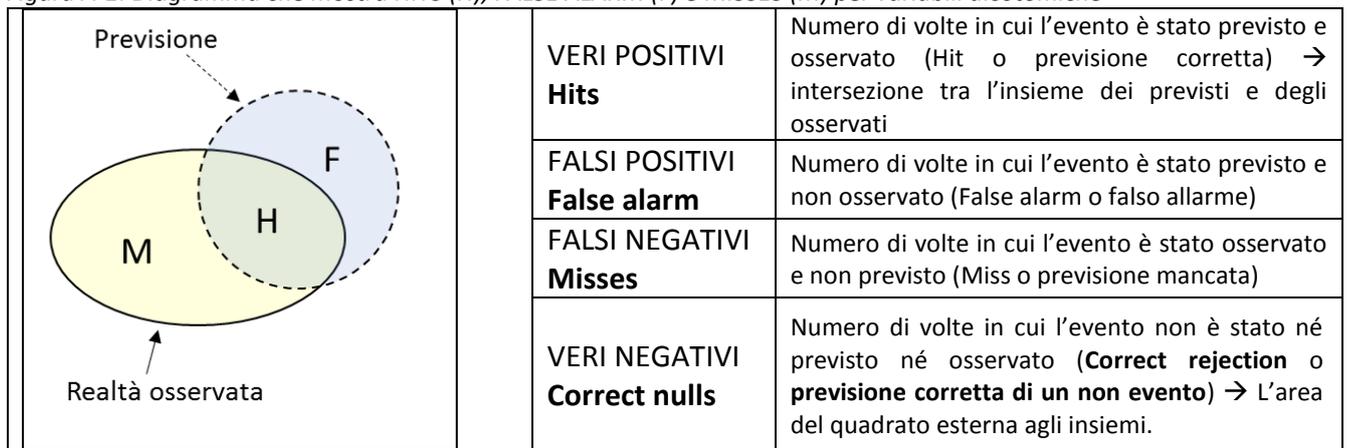


Tabella A-1: Definizione della Tabella di contingenza 2x2

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

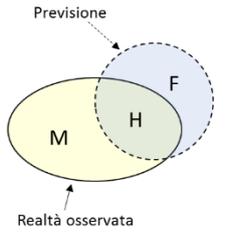
Dalle tabelle di contingenza è possibile estrarre le seguenti informazioni:

- 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

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

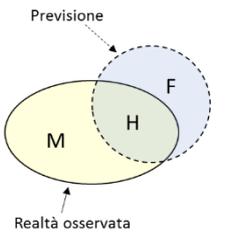
• **Sensibilità (PROBABILITY OF DETECTION – POD)**

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

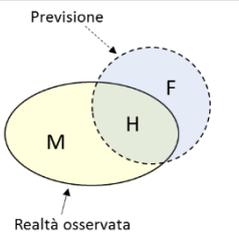
• **Valore predittivo positivo (SUCCESS RATIO)**

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**

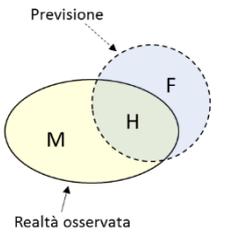
Rappresenta la percentuale dei NON Wind Day, previsti dal criterio e confermati dalle osservazioni. Tale indice rappresenta la capacità del modello di identificare i NON Wind Day. Poiché in un anno si verificano molti più giorni di "NON Wind Day" rispetto a quelli di "Wind Day", questo indicatore presenta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

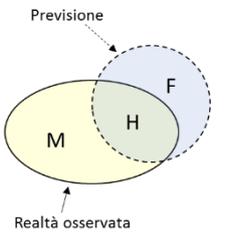
Rapporto tra la frequenza delle previsioni e la frequenza degli eventi osservati. Il valore ottimale è 1: valori inferiori a 1 indicano una tendenza delle previsioni a sottostimare gli eventi, al contrario, valori maggiori di 1 una tendenza a sovrastimarli.

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