



SISTEMA MODELLISTICO WRF-CAMX

SIMULAZIONE DELL'ANNO 2017

15 GIUGNO 2018

*Relazione finale:
Sistema modellistico WRF-CAMx - simulazione dell'anno 2017*

Autori:

*Caterina Busillo
Francesca Calastrini
Francesca Guarnieri*

*Per la sintesi climatica:
Giulio Betti*

Indice

Introduzione	4
1 - Sintesi delle condizioni climatiche - anno 2017	5
2 – Simulazione WRF-CAMx anno 2017	11
2.1 Il sistema di modelli e la configurazione adottata	11
2.2 Le concentrazioni medie stimate	13
3 – Validazione con dati misurati	17
3.1 Il dataset utilizzato per la validazione	17
3.2 Elaborati grafici	18
3.2.1 Serie storiche	18
3.2.2 Scatter-plot	23
3.2.3 Diagrammi di Taylor	25
3.3 Gli indicatori statistici per la valutazione dei risultati	28
3.4 Dust sahariano	31
Conclusioni	35
Indice appendice	39
Simulazione anno 2017	40
Mappe medie 2017	41
Serie storiche 2017	49
NO2	49
PM10	54
PM2.5	58
O3 60	
O3 orarie mensili	62
SO273	
DUST	74
SKILL giornalieri simulazione 2017	76

Introduzione

Il Consorzio Lamma ha sviluppato un sistema modellistico integrato di previsione e analisi della qualità dell'aria per la Regione Toscana – SPARTA - che permette di effettuare sia le previsioni quotidiane dei principali inquinanti atmosferici, sia le stime degli stessi in modalità analisi. Il sistema in modalità analisi è infatti utilizzato per simulare le concentrazioni degli inquinanti atmosferici relative all'anno solare precedente, in modo da fornire supporto alla Regione Toscana nell'elaborazione annuale del Programma di Valutazione della Qualità dell'Aria, come previsto dal D.G.R.T. n 964 del 12/10/15.

In questo lavoro sono presentati i risultati ottenuti dall'applicazione modellistica relativa all'anno 2017: la prima parte è dedicata alla sintesi delle condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato l'anno, mentre nel secondo e nel terzo capitolo sono commentate e validate le stime modellistiche di PM10, PM2.5, NO2, O3, attraverso il confronto con i dati misurati dalle stazioni di monitoraggio della rete regionale. L'ultima parte è dedicata alla stima della concentrazione di polvere sahariana, contributo non del tutto trascurabile sul territorio regionale.

In appendice sono riportati tutti gli elaborati grafici (mappe, serie storiche) ed analisi statistiche, in modo da fornire un quadro completo delle informazioni ottenibili attraverso l'approccio modellistico.

1 - Sintesi delle condizioni climatiche - anno 2017

TEMPERATURE:

Il 2017 in Toscana è risultato l'ottavo anno più caldo dal 1955 con una temperatura media di 15.3 °C (+0.6 °C rispetto alla climatologia 1981-2010, -0.2 °C rispetto al 2016). Nel dettaglio si sono registrate forti anomalie positive nel periodo febbraio-agosto (figura 1), con scarti particolarmente marcati nei mesi di febbraio (+2.5 °C), marzo (+2.1 °C), giugno (+2.5 °C - figura 2) e agosto (+2.0 °C - figura 3); febbraio e marzo sono risultati i quarti più caldi dell'intera serie storica, mentre giugno si piazza dietro al torrido 2003. Le forti anomalie osservate in estate sono state in gran parte causate da 3 ondate di calore, la più forte delle quali registrata tra fine luglio e la prima decade di agosto. Nelle località più interne le temperature massime si sono mantenute ben oltre il 90° percentile per 10-11 gironi consecutivi, dando luogo alla seconda ondata di calore estivo più intensa dal 1955 ad oggi. A Firenze e Arezzo, inoltre, si è battuto il record storico relativo al mese di agosto, raggiungendo, rispettivamente, i 41.3 °C e i 40.4 °C; valori massimi eccezionali osservati anche in località di montagna e di collina.

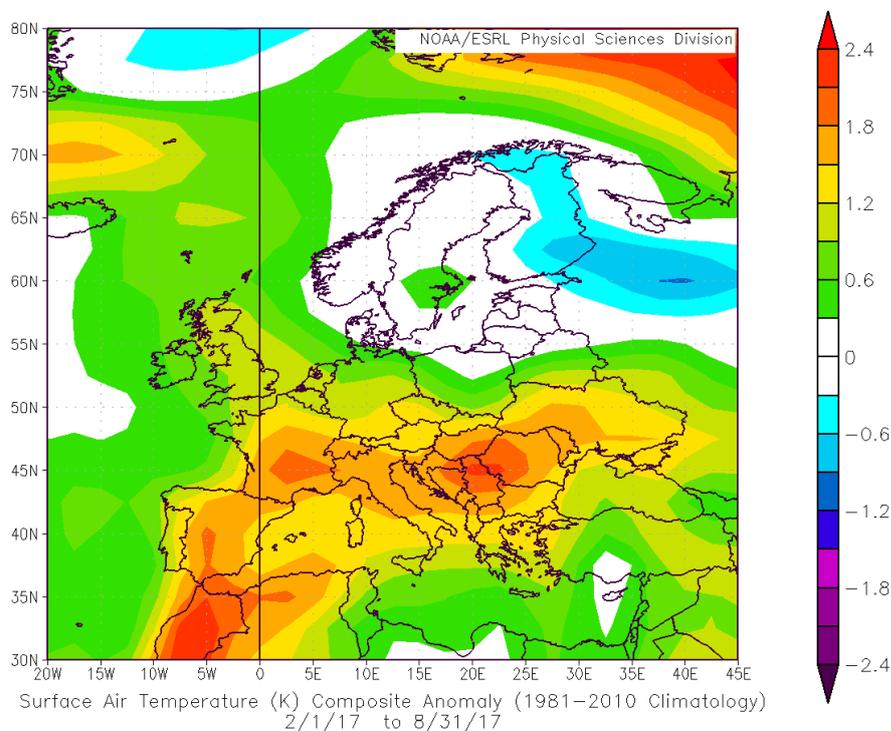


Figura 1. Anomalia di temperatura nel periodo febbraio-agosto rispetto alla climatologia 1981-2010

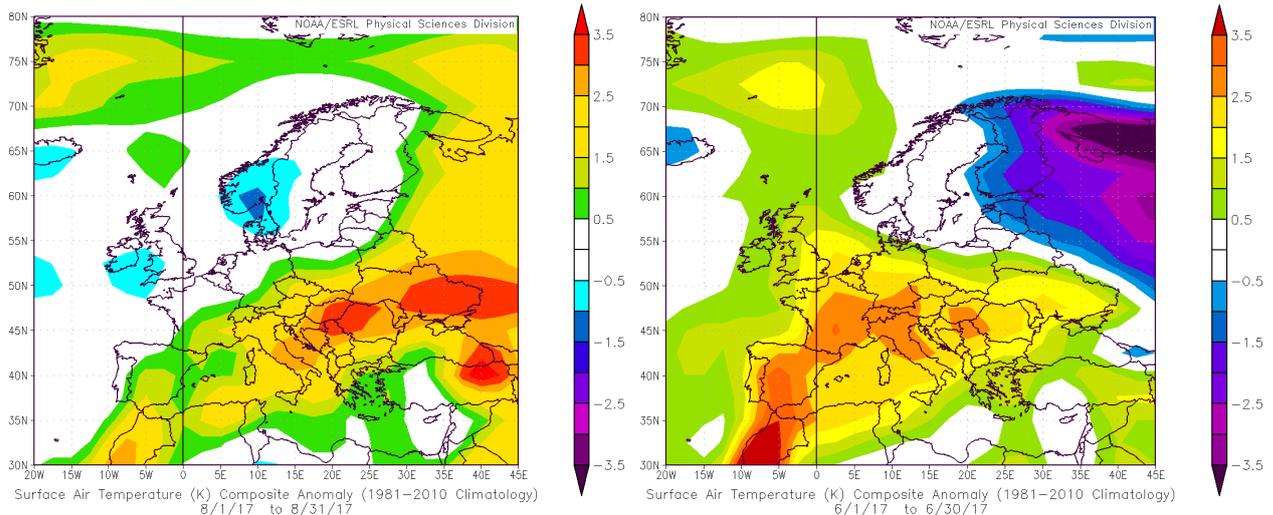


Figure 2-3. Anomalie di temperatura nei mesi di agosto (sinistra) e di giugno (destra). Si notino gli scarti particolarmente marcati sull'Italia.

I restanti mesi hanno fatto registrare anomalie negative, in particolare gennaio (-1.5 °C), settembre (-0.9 °C) e ottobre (-0.7 °C). Nonostante l'anomalia negativa particolarmente marcata, a gennaio non si sono registrate ondate di freddo nel senso più stretto del termine (in altre parole si sono osservati numerosi episodi freddi, ma di breve durata). Interessante notare come, a partire da settembre, i valori medi mensili siano risultati sempre inferiori alla normale climatica.

PRECIPITAZIONI:

Per quanto riguarda le piogge si è registrato un deficit piuttosto marcato, oscillante intorno al 20%, un valore che però nasconde forti differenze a livello territoriale: mentre sulle province settentrionali l'anomalia precipitativa è risultata nel complesso contenuta grazie alle abbondanti piogge cadute nei mesi di settembre, novembre e dicembre, sulle zone meridionali (senese, grossetano e parte delle province di Pisa e Arezzo) il deficit annuale si è attestato intorno al 40-50% con punte del 60-70% sulla costa maremmana (figura 4).

La penuria di precipitazioni sulla medio-bassa Toscana, tramutatasi poi in siccità, si è concentrata soprattutto a gennaio, in primavera e nel mese di ottobre, con deficit tra il 40 e il 60% e punte estreme fino a -80/-90% a aprile e maggio. Tralasciando l'estate, da sempre avara in precipitazioni, risulta particolarmente indicativo il caso di ottobre, che nel 2017 ha mostrato scarti pluviometrici compresi tra -70 e -90% su tutta la regione (figura 5); per le province settentrionali si è trattato dell'ottobre più secco degli ultimi 100 anni, il terzo per quelle centro-meridionali. Di contro dicembre, proprio sul nord della regione, è risultato tra i più piovosi della serie storica con surplus tra il 110 e i 125% (MS, PT e LU – figura 6).

Percentuale di Precipitazione rispetto alla media climatica
dal 01/01/2017 al 31/12/2017

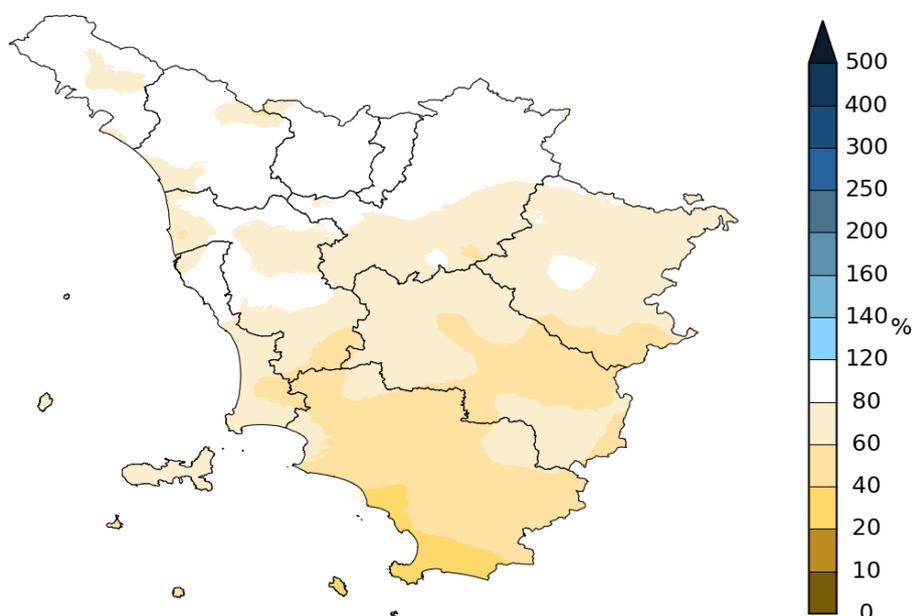
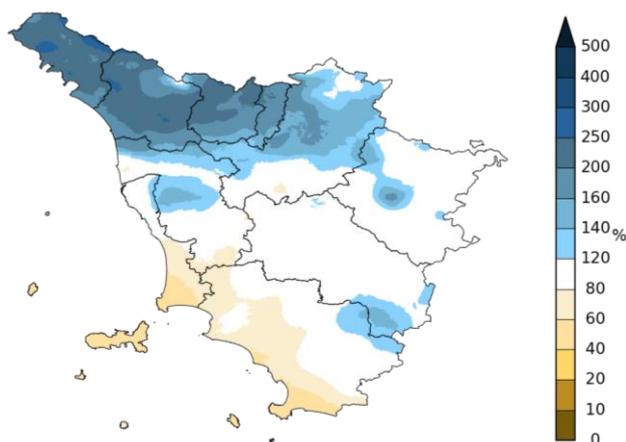


Figura 4. Percentuale di pioggia registrata nel 2017 rispetto alla media climatologica. Al nord anno sostanzialmente nella norma, al centro sud valori inferiori (su grossetano, senese, basso pisano e aretino meridionale anomalie negative tra il 40 e il 70%)

Percentuale di Precipitazione rispetto alla media climatica
dal 01/12/2017 al 31/12/2017



Percentuale di Precipitazione rispetto alla media climatica
dal 01/10/2017 al 31/10/2017

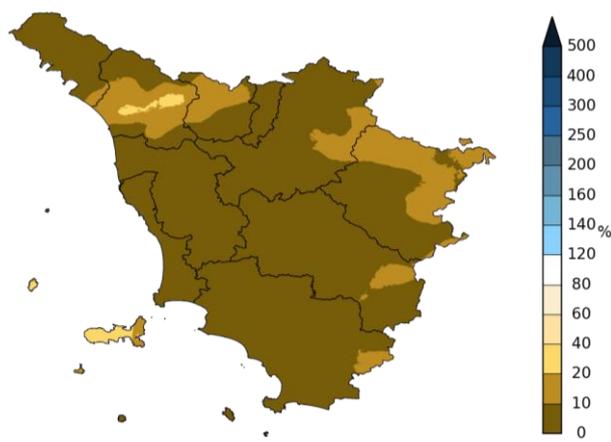


Figure 5-6. Percentuale di pioggia caduta rispetto alla climatologia di riferimento nei mesi di dicembre (sinistra) e di ottobre (destra). Si noti la pressoché totale assenza di precipitazioni a ottobre e i forti surplus sul nord ovest a dicembre.

CIRCOLAZIONE ATMOSFERICA:

Il 2017, coerentemente con quanto emerso nella descrizione termo-pluviometrica, si è contraddistinto per frequenti fasi anti-zonali, che si sono tradotte nelle irruzioni d'aria fredda e secca di gennaio e nelle lunghe parentesi anticicloniche primaverili, estive e di ottobre. Nella figura 7 si possono notare marcate anomalie dell'altezza geopotenziale a 500 hpa in Atlantico, segno di un'evidente debolezza del flusso zonale.

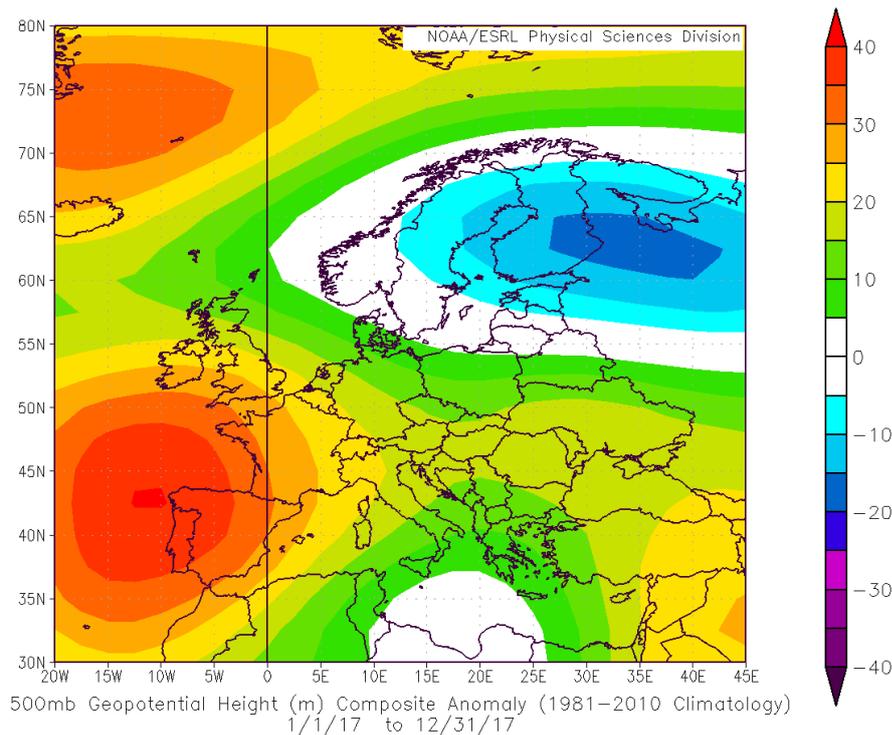


Figura 7. Mappa di anomalia dell'altezza del geopotenziale a 500 mb per l'anno 2017 su base climatologica 1981-2010. Gli evidenti segnali positivi in Atlantico indicano frequenti blocchi alla circolazione zonale.

Questo tipo di pattern meteorologico, caratterizzato da prevalente stabilità, da temperature superiori alla media e da un alto indice UV (figure 8-9), ha favorito, nel trimestre estivo, importanti innalzamenti delle concentrazioni di ozono, in particolare durante le ondate di calore di giugno e agosto. Nel mese di gennaio, invece, la presenza di aria molto fredda nei bassi strati, unitamente all'assenza di ingressi perturbati atlantici, ha permesso un accumulo talvolta eccessivo di PM10. Da sottolineare comunque come la scarsa impronta atlantica, e quindi ciclonica, sul 2017 sia stata decisiva nel ridurre considerevolmente le risalite di polvere desertica sulla Toscana (dust sahariano). E' bene ricordare, infatti, che le risalite di dust sahariano fin sulla Toscana sono possibili soltanto in presenza di profonde aree di bassa pressione sul Mediterraneo occidentale (saccature fortemente barocline, o cut-off), sul cui lato orientale si instaura un intenso flusso di correnti meridionali. In anni particolarmente perturbati, come il 2016, gli episodi di dust-sahariano sono molto più frequenti rispetto ad anni anticiclonici come il 2017 o il 2015. L'unico episodio degno di nota ha coinciso con l'ondata di calore di agosto, durante la quale, complice la presenza di una saccatura tra Inghilterra e Spagna, si è assistito a più riprese alla risalita di polveri desertiche (Figura 10).

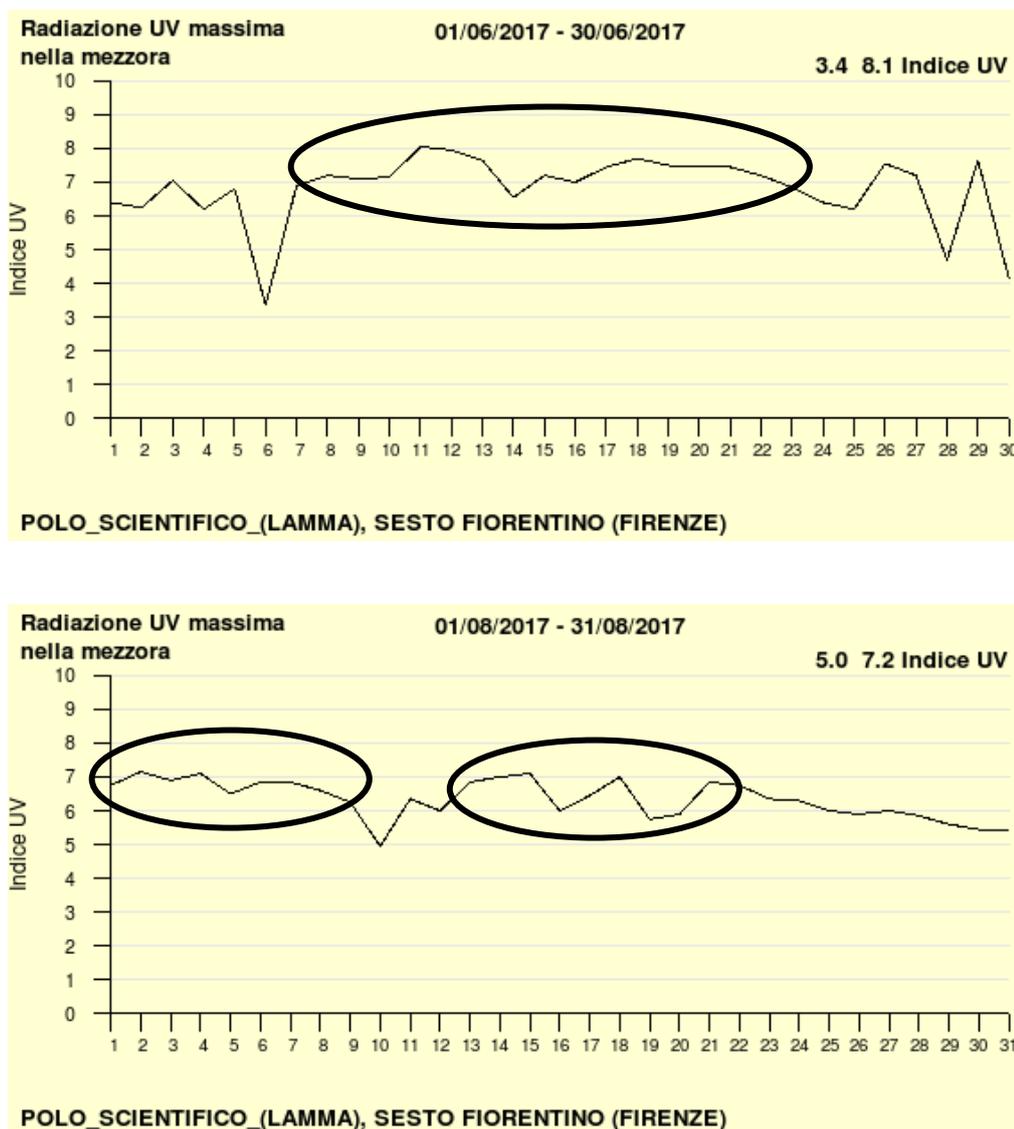


Figure 8-9. Andamento dell'indice UV nei mesi di giugno (sopra) e agosto (sotto) 2017, si notino le scarse oscillazioni nella parte centrale di giugno (UV 7-8) e nella prima metà di agosto (UV 6-7).

La lunga fase stabile si è interrotta nel bimestre novembre-dicembre, quando una circolazione ancora meridiana, ma fortemente instabile, ha favorito la formazione di minimi di bassa pressione tra alto Tirreno e golfo Ligure (figura 11). In questo contesto si sono osservati numerosi passaggi perturbati spesso a carattere freddo che hanno recato precipitazioni abbondanti, in particolare sulle province settentrionali.

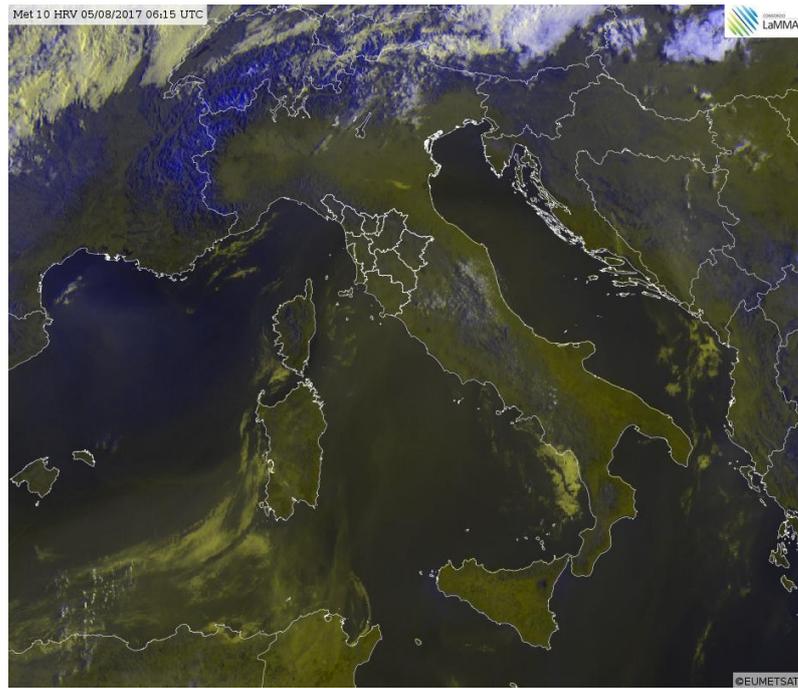


Figura 10. Immagine canale visibile delle ore 06.15 UTC del 5 agosto 2017. Si noti il flusso di polveri sahariane che dall’Algeria e dalla Tunisia si spinge fin sulla Toscana.

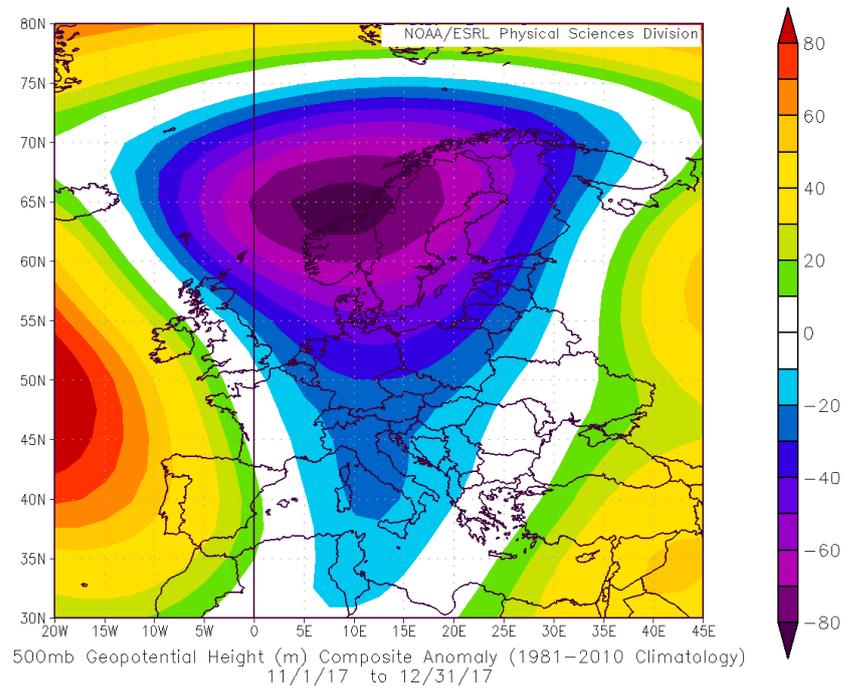


Figura 11. Mappa di anomalia dell’altezza del geopotenziale a 500 mb per il bimestre novembre-dicembre 2017.

2 – Simulazione WRF-CAMx anno 2017

2.1 Il sistema di modelli e la configurazione adottata

Il sistema integrato di previsione e analisi della qualità dell'aria SPARTA (Sistema Integrato di Previsioni e Analisi della Qualità dell'Aria per la Regione Toscana), basato sul modello chimico CAMx e sul modello meteo WRF-ARW, consente di ottenere due tipi di prodotti, previsioni e analisi dei principali inquinanti atmosferici da configurazioni compatibili, su un dominio che copre la Toscana.

SPARTA

Sistema Integrato di Previsione e Analisi della Qualità dell'Aria per la Regione Toscana

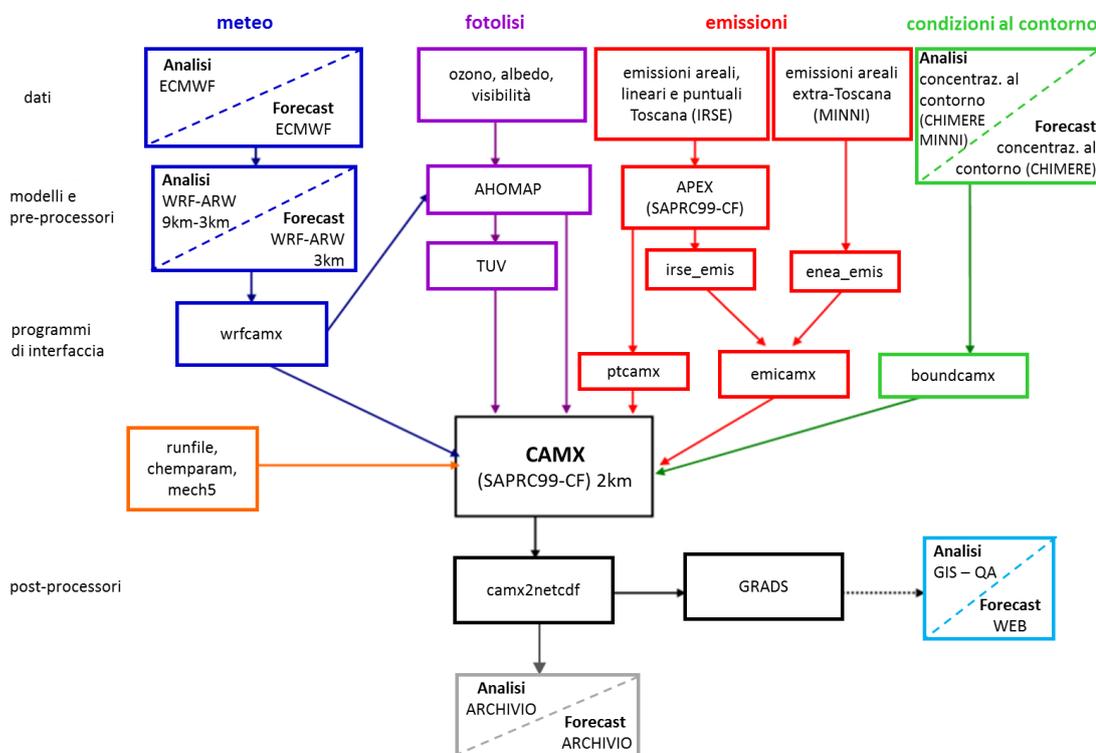


Figura 12. Schema del sistema di modelli SPARTA.

La catena previsionale utilizza come input meteo le previsioni operative elaborate quotidianamente dal Consorzio Lamma per il servizio meteo regionale e come condizioni iniziali e al contorno le previsioni del modello chimico CHIMERE (fornite da PREV'AIR). Per quanto riguarda la catena modellistica di analisi, l'input meteorologico è fornito dal modello WRF-ARW a 3 Km di risoluzione, inizializzato da dati di analisi ECMWF e configurato su un dominio che copre l'Italia centro-settentrionale: tali dati, oltre ad essere utilizzati per la modellistica della qualità dell'aria, vanno a popolare l'archivio meteo del Consorzio Lamma. Le condizioni iniziali e al contorno possono essere fornite

sia dalle analisi del modello CHIMERE, sia dalle stime del modello di riferimento nazionale MINNI (ENEA). Per entrambe le catene i dati di emissione derivano dall'inventario IRSE relativo all'ultimo aggiornamento disponibile, il 2010. Dopo la fase di post-elaborazione, le stime modellistiche vengono validate attraverso il confronto con i dati misurati nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete regionale.

Nella seguente figura è riportato lo schema del sistema integrato SPARTA e in tabella 1 sono riportate le principali caratteristiche del run relativo all'anno 2017, mentre in Tabella 2 l'elenco degli elaborati grafici ottenuti da questa simulazione.

Modello	CAMx versione 5.4
Periodo	ANNO 2017
Risoluzione temporale	oraria
Dominio di calcolo	Dimensioni: 220x248 Km ² ; 110 x 124 celle Risoluzione spaziale: 2 Km Coordinate: UTM (32) 554 km E; 4677 Km N
Livelli verticali	18 livelli; da 10 m a 10500 m
Input meteo	WRF; variabili su base oraria, risoluzione 3 Km, con interpolazione 2 Km, anno 2017
Deposizione secca	Attivata - Slinn e Slinn (1980)
Deposizione umida	Attivata - Seinfeld e Pandis (1998)
Chimica	SAPRC99+CF (mech 5)
Concentrazioni iniziali e al contorno	CHIMERE (MELCHIOR), analisi(day-1), anno 2017, risoluzione 0.5° da gennaio a maggio, risoluzione 0.25° da giugno a dicembre.
Emissioni areali Simulazione 2010-2010	IRSE 2010-2010: database aggiornato al 2010 variabili su base oraria; risoluzione 1 Km, con interpolazione 2 Km, MINNI (SAPRC99) - area esterna alla Toscana: variabili su base oraria; risoluzione 4 Km, con interpolazione 2 Km
Emissioni puntuali	IRSE 2010-2010: database aggiornato al 2010 variabili su base oraria
Specie in output	26 specie: NO, NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , HNO ₃ , NH ₃ , PNO ₃ , PSO ₄ , PNH ₄ , POA, PEC, FPRM, CPRM, CCRS, FCRS, SOA1, SOA2, SOA3, SOA4, SOA5, SOA6, SOA7, SOPA, SOPB, NA, PCL

Tabella 1. Principali caratteristiche della configurazione adottata per l'anno 2017.

Da segnalare che nel corso del 2017 il modello europeo CHIMERE è stato aggiornato e in particolare la risoluzione orizzontale del modello è stata aumentata passando da 0.5° a 0.25°, da giugno 2017 in poi.

Concentrazione media annua degli inquinanti PM10, PM2.5, NO2, SO2, O3
Concentrazione media mensile degli inquinanti PM10, PM2.5, NO2, SO2, O3
Concentrazione media stagionale degli inquinanti PM10, PM2.5, NO2, SO2, O3
Grafici della serie temporale della concentrazione media giornaliera stime-misure di PM10, PM2.5, NO2, SO2, O3, in corrispondenza delle centraline di monitoraggio
Grafici della serie temporale della concentrazione media oraria stime-misure di O3 in corrispondenza delle centraline di monitoraggio (maggio-settembre)
Scatter-plot: concentrazioni medie annue stime-misure di PM10, PM2.5, NO2, SO2, O3
Concentrazione media giornaliera di dust sahariano per alcuni episodi significativi
Grafici della serie temporale della concentrazione media giornaliera stime-misure di dust sahariano, contrapposto a PM10, in corrispondenza di alcune centraline di monitoraggio

Tabella 2. Elaborati grafici ottenuti dalla simulazione 2017.

2.2 Le concentrazioni medie stimate

Per avere una visione d'insieme della distribuzione della concentrazione di inquinanti atmosferici sul territorio della regione Toscana sono state elaborate le mappe medie su base mensile, stagionale e annuale per PM10, PM2.5, NO2, SO2, O3. Tutti gli elaborati sono riportati in appendice (pagg. 38), mentre di seguito sono riportate le mappe stagionali (Fig.13) e annuale (Fig.14).

Come già segnalato, anche per la simulazione dell'anno 2017 come input emissivo sono stati utilizzati i dati forniti dall'inventario IRSE aggiornato all'anno di riferimento 2010: la simulazione 2017 differisce da quella degli anni precedenti per le condizioni meteo e per le concentrazioni degli inquinanti esterne al dominio di calcolo, fornite come condizioni al contorno. La seguente analisi evidenzia quindi, a parità di carico emissivo sul territorio regionale, il diverso impatto dovuto alle condizioni meteorologiche, e l'apporto di inquinanti esterni al dominio.

PM10 – PM2.5 – I valori di concentrazione più alti di PM10 e PM2.5 si riscontrano nei mesi di gennaio-marzo e ottobre-dicembre, nelle aree con maggiori pressioni antropiche, cioè la piana Firenze-Prato-Pistoia, la pianura del Val d'Arno inferiore, il val d'Arno superiore, la valle del Serchio. Le condizioni meteo, in particolare la scarsità di pioggia nei mesi di gennaio, febbraio, marzo e ottobre, hanno favorito l'accumulo degli inquinanti, con valori medi mensili più alti rispetto all'anno precedente. A livello di

media annua comunque non si evidenziano significative differenze rispetto all'anno precedente.

NO₂ – Per questo inquinante, sebbene le concentrazioni più alte si verifichino in inverno, si evidenzia una scarsa variabilità stagionale, con valori piuttosto alti anche nel periodo estivo lungo le tratte autostradali e in alcune aree densamente antropizzate come il bacino Firenze-Prato-Pistoia. Si ipotizza una sovrastima del carico emissivo delle emissioni di NO per la componente traffico: questa sovrastima induce la non corretta determinazione, in particolare in alcune aree, della concentrazione degli inquinanti secondari come il biossido di azoto, l'ozono, etc.

O₃ – L'estate 2017 e in particolare i mesi di giugno e agosto è stata caratterizzata da condizioni critiche per le concentrazioni di ozono, in accordo con quanto evidenziato nella analisi climatica. Anche nei mesi di aprile e maggio si sono riscontrati valori alti, superiori rispetto all'anno precedente.

SO₂ – Le stime modellistiche, basate sull'inventario IRSE-2010, mostrano che il biossido di zolfo è presente con valori significativi, senza particolari variazioni stagionali, solo in prossimità di Livorno e Piombino, in conseguenza alle emissioni delle attività portuali e degli impianti industriali presenti nelle due aree.

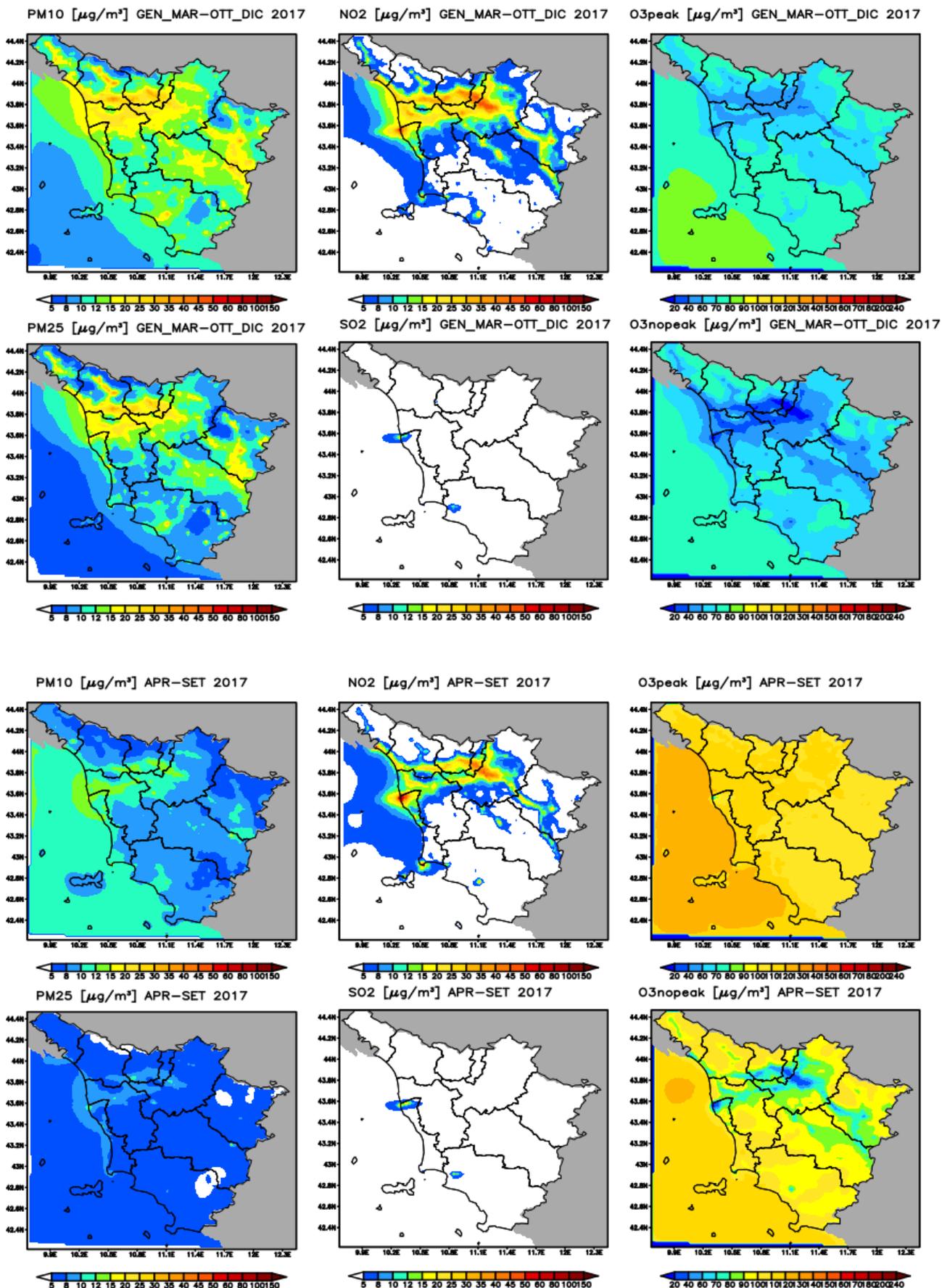


Figura 13. Mappe delle concentrazioni medie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, O₃ (come media nelle ore diurne e notturne) e SO₂ nei semestri invernale (sopra) ed estivo (sotto) del 2017.

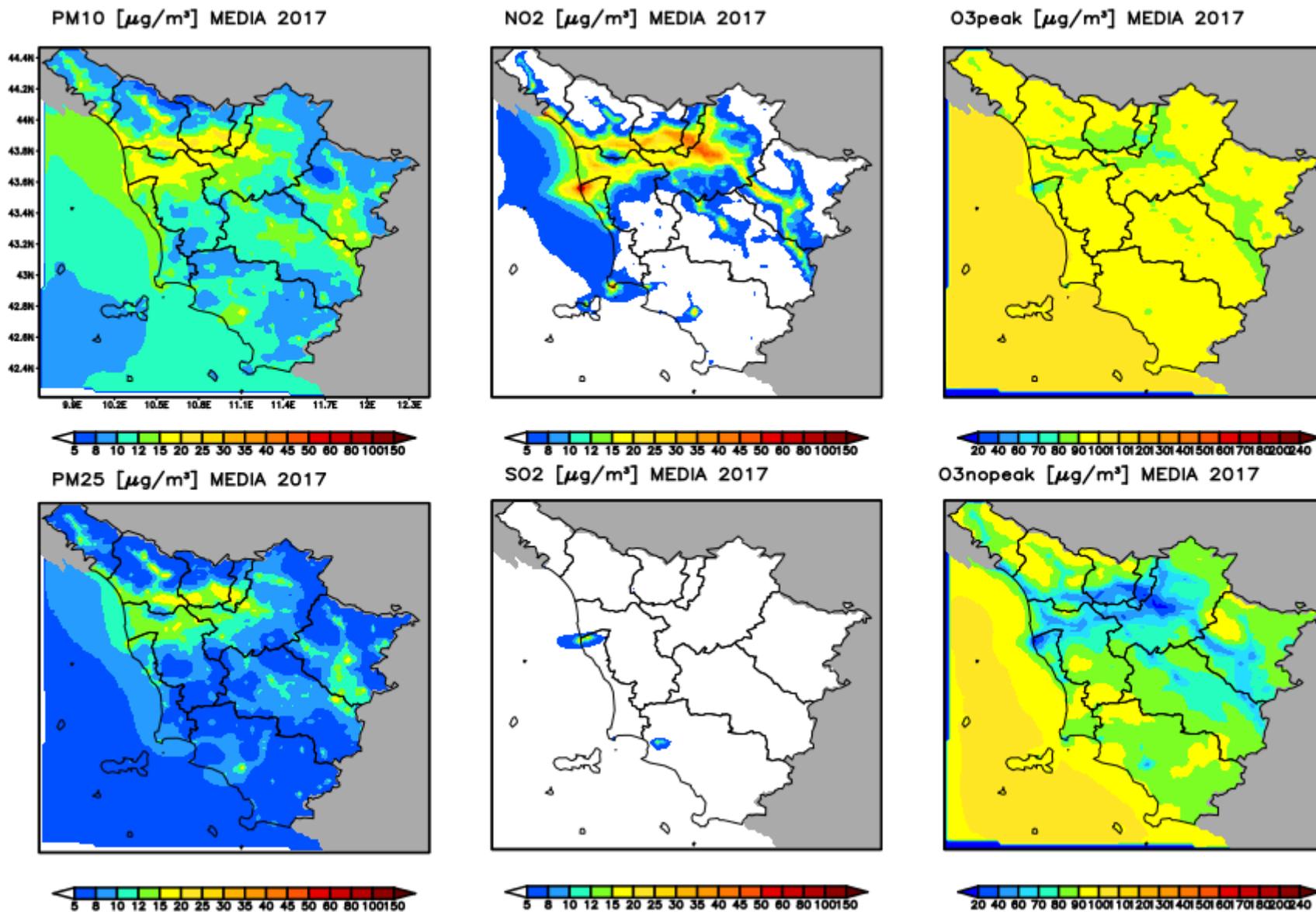


Figura 14. Mappe delle concentrazioni medie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di PM10, PM2.5, NO2, SO2, O3, relative all'anno 2017.

3 – Validazione con dati misurati

3.1 Il dataset utilizzato per la validazione

Le stime modellistiche relative all'anno 2017 sono state validate attraverso il confronto con dati misurati. Il data-set utilizzato è costituito dalle misure effettuate in 38 stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, di cui 37 appartenenti alla rete regionale, una appartenente alla Provincia di Livorno (id 29, LI-Poggio San Rocco).

Nella Fig. 15 sono riportate le principali caratteristiche di queste stazioni: il codice identificativo (codice Lamma), il nome e la provincia, il tipo di stazione (fondo, traffico, industriale), il tipo di zona (urbana, periferica, rurale), le coordinate geografiche, la percentuale di dati validi per ogni inquinante misurato.

Le stazioni di fondo sono 27, 10 di traffico, una industriale. Delle 37 stazioni che misurano NO₂, 26 sono di fondo, 10 di traffico, 1 industriale; delle 34 stazioni che misurano PM10, 23 sono di fondo, 10 di traffico, 1 industriale. Il PM2.5 è misurato in 16 stazioni, di cui 11 sono di fondo, 5 di traffico. Le 11 stazioni che misurano O₃ sono di fondo, come le 3 stazioni che misurano SO₂.

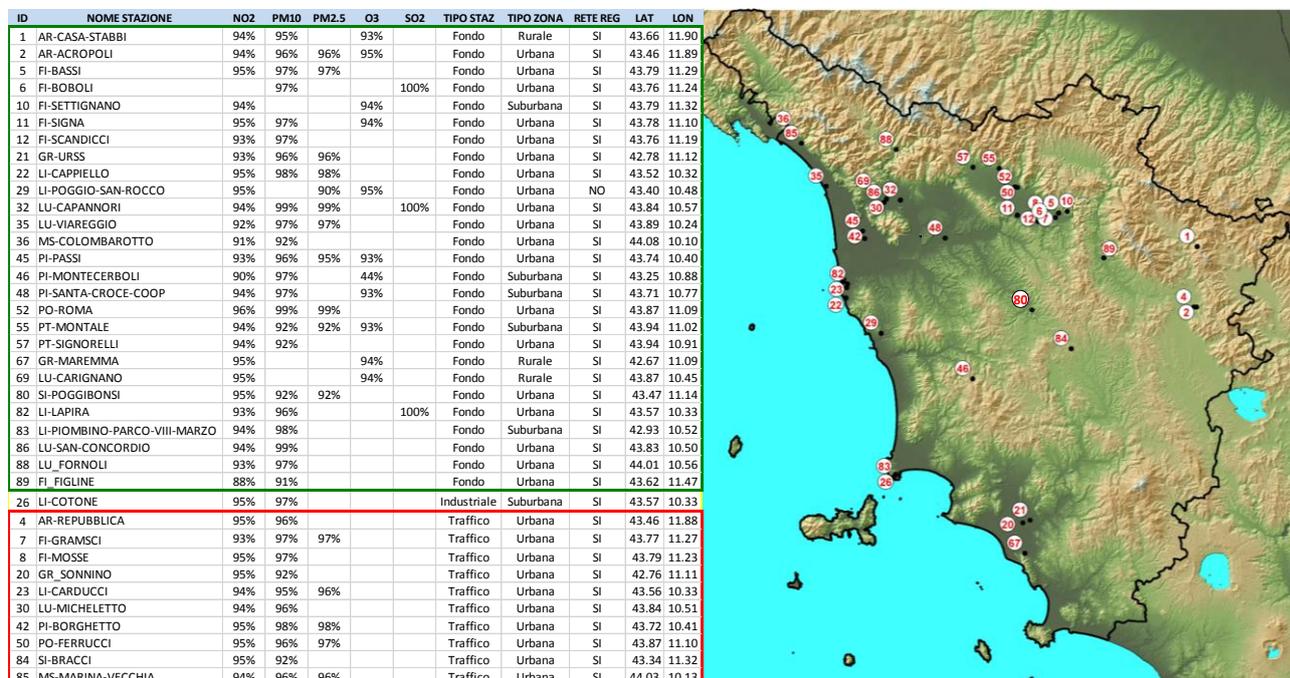


Figura 15. Mappa e tabella delle stazioni di monitoraggio della rete regionale e percentuale dei dati validi disponibili nell'anno 2017: in verde le stazioni di fondo, in rosso le traffico, in giallo le industriali.

3.2 Elaborati grafici

In questo paragrafo vengono presentati gli elaborati grafici per il confronto stime-misure, cioè le serie storiche dei valori medi giornalieri di concentrazione di NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, SO₂, e gli scatter-plot dei valori di concentrazione media annua.

Per ciascun inquinante sono riportati anche i diagrammi di Taylor: tali diagrammi facilitano la comprensione del grado di corrispondenza del modello rispetto ai dati osservati, considerando contemporaneamente il coefficiente di correlazione e la deviazione standard.

3.2.1 Serie storiche

Per ciascuno degli inquinanti in esame sono state elaborate le serie storiche annuali delle concentrazioni medie giornaliere: nei grafici sono riportati i dati misurati e le stime modellistiche in corrispondenza delle stazioni di monitoraggio della rete regionale della qualità dell'aria. Per l'ozono sono stati considerati anche i grafici della concentrazione media oraria nei mesi maggio-settembre. Questi elaborati sono riportati in forma completa in appendice, mentre di seguito sono riportati solo alcuni esempi.

PM₁₀ – Le stime del modello, confrontate con le concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ misurate nelle stazioni della rete di monitoraggio, mostrano un buon accordo in termini di trend temporale. In generale, i valori ottenuti da modello sono sottostimati nel periodo estivo in tutte le stazioni, anche se in misura minore rispetto agli anni precedenti: è possibile che questo lieve miglioramento sia attribuibile al contributo delle condizioni al contorno, in particolare all'aggiornamento del modello CHIMERE (da giugno 2017 sono state utilizzate le stime a 0.25° di risoluzione).

Il modello riproduce molto bene i valori di concentrazione, sia in termini di andamento temporale che in termini quantitativi, nelle stazioni delle aree costiere (Massa, Viareggio, Livorno), ma anche nelle stazioni di AR-Casa Stabbi (rurale, fondo) e di PI-Montecerboli (suburbana, fondo). Buoni risultati si hanno anche nelle stazioni di Arezzo, Siena, Pistoia (PT-Signorelli), Lucca (Fornoli, San Concordio, Micheletto). Le stazioni dell'area di Firenze e di Prato, come anche la stazione LU-Capannori, registrano valori più alti nel periodo invernale rispetto alle concentrazioni stimate: Il modello, pur riproducendo correttamente il trend temporale, durante gli episodi caratterizzati da concentrazioni molto alte mostra una significativa sottostima dei valori di picco. Infine, nella stazione di Montale il modello non riproduce correttamente la concentrazione, con valori sempre sottostimati, soprattutto durante i picchi di concentrazione invernali.

Queste discrepanze potrebbero in parte essere attribuibile ad una non corretta stima, a livello locale, delle emissioni IRSE, in particolare alla stima del fattore riconducibile alla combustione di biomasse, sia legata al riscaldamento residenziale sia a abbruciamenti in aree rurali. Una parziale conferma deriva da studi condotti nell'ambito del progetto PATOS, attraverso il confronto tra le stime modellistiche e misure di speciazione chimica del particolato PM10. Una prima analisi dei risultati evidenzerebbe una buona riproduzione da parte del modello della componente inorganica (Nitrati, solfati, ammonio), ma una importante sottostima della componente organica.

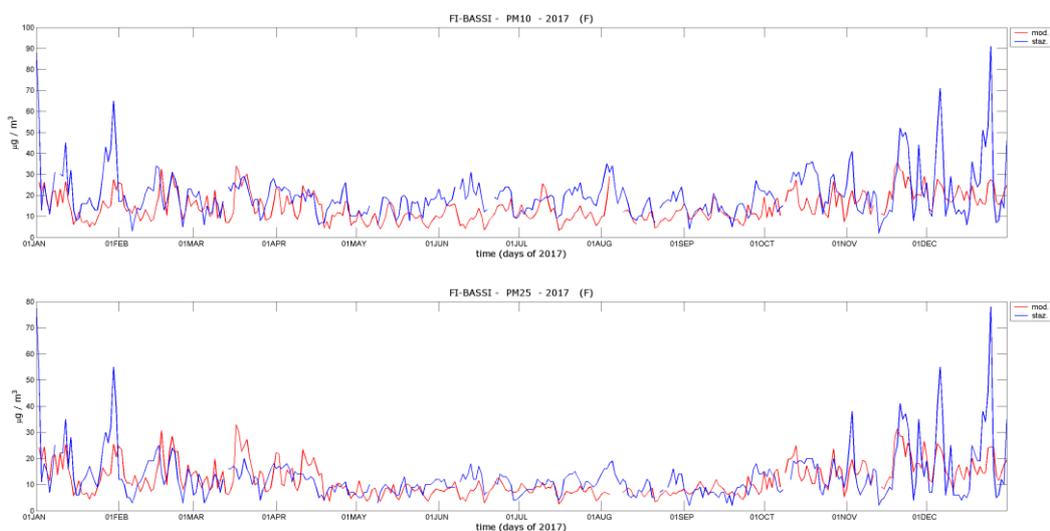


Figura 16. Serie storiche di confronto tra i dati di PM10 (sopra) e PM2.5 (sotto) da stazione (blu) e da modello (rosso) relative alla stazione di FI-Bassi.

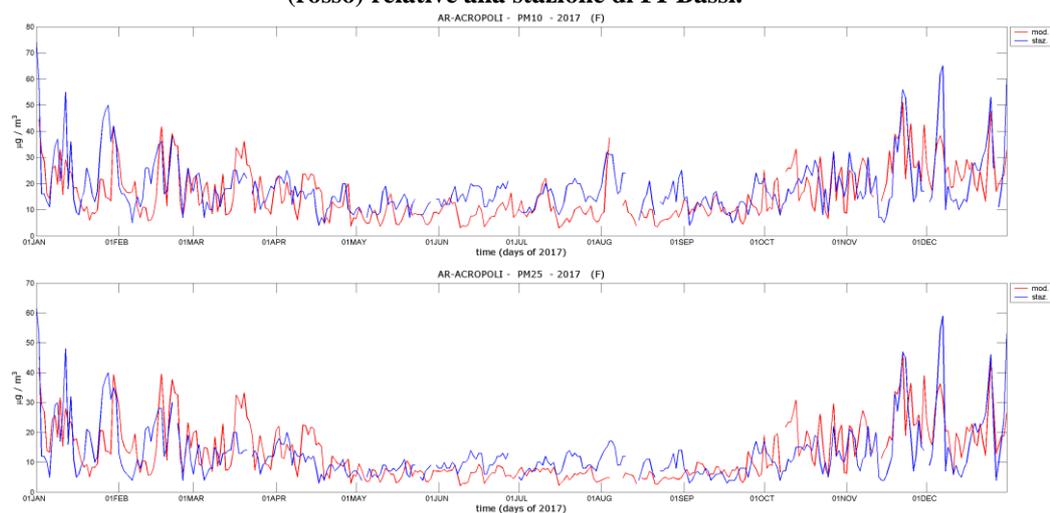


Figura 17. Serie storiche di confronto tra i dati di PM10 (sopra) e PM2.5 (sotto) da stazione (blu) e da modello (rosso) relative alla stazione di AR-Acropoli.

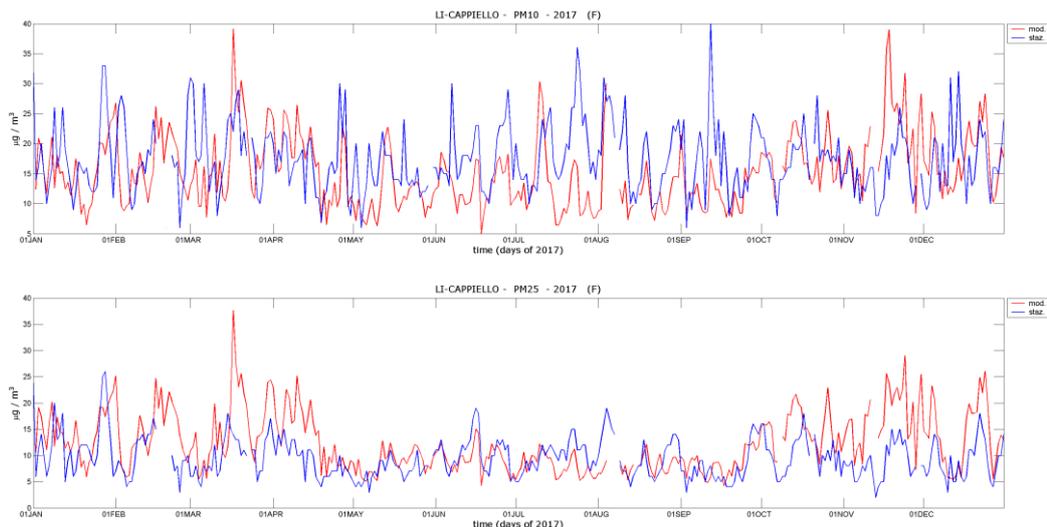


Figura 18. Serie storiche di confronto tra i dati di PM10 (sopra) e PM2.5 (sotto) da stazione (blu) e da modello (rosso) relative alla stazione di LI-Cappiello.

PM2.5 – Per quanto riguarda il PM2.5, si conferma quanto riscontrato negli anni precedenti, i risultati ottenuti sono decisamente buoni, sia in termini di andamento temporale che in termini quantitativi, con valori stimati molto vicini a quelli misurati. In generale c'è un migliore accordo stime-misure rispetto a quanto riscontrato per il PM10: la sottostima estiva è minima, mentre resta significativa quella relativa agli episodi acuti in alcune stazioni (Firenze, Prato e Capannori).

Nelle stazioni costiere (Massa, Viareggio, Livorno e Grosseto) le stime modellistiche mostrano valori superiori alle misure nel periodo invernale, mentre nella stazione di PT-Montale le stime sono caratterizzate da valori sempre troppo bassi rispetto alle misure.

Si riscontrano le stesse carenze dell'inventario regionale già segnalate negli anni precedenti: la differenza tra PM10 e PM2.5 stimata è generalmente molto minore rispetto a quella tra le misure delle due frazioni ed è quindi ipotizzabile che questo deficit sia imputabile ad una non corretta valutazione nell'inventario IRSE della frazione compresa tra 2.5 e 10 μm , prevalentemente di origine primaria.

NO₂ – Per quanto riguarda le stime di concentrazione di NO₂ si evidenziano risultati molto diversi sul territorio regionale. Un cospicuo gruppo di stazioni dell'entroterra, nelle province di Firenze, Prato, Pistoia, Lucca, Arezzo e Siena presentano risultati discreti in termini di andamento temporale, anche se si ha una sensibile sovrastima nel periodo maggio-ottobre. Fanno eccezione le stazioni di Firenze Bassi e Firenze Settignano, in cui il modello supera di molto i valori misurati durante tutto l'anno; anche la stazione di AR-Casa Stabbi, rurale-fondo, mostra una importante sovrastima, dovuta probabilmente all'effetto delle condizioni al contorno. Nelle stazioni di traffico in

alcuni casi si ha un buon accordo (LU-Micheletto) in altri una sottostima (FI-Gramsci, AR-Repubblica). Si può individuare un altro gruppo di stazioni situate sulla costa, come LU-Viareggio, PI-Passi, LI-PoggioS.Rocco, o prossime alla costa come LU-S.Concordio e PI-Montecerboli, che presentano risultati molto buoni. Nelle stazioni delle città portuali, Livorno e Piombino, invece, i valori stimati sono molto maggiori rispetto a quelli misurati, soprattutto nel periodo estivo. E' possibile che si tratti di una non corretta stima delle emissioni derivanti sia dalle attività portuali, sia dalle attività industriali.

Come segnalato negli anni scorsi, sulla base di risultati così differenziati sul territorio, sarebbe auspicabile una revisione dell'inventario delle emissioni, con particolare attenzione ai precursori di NO₂ e alle sorgenti potenzialmente più critiche come il traffico veicolare, le attività portuali, le principali sorgenti industriali.

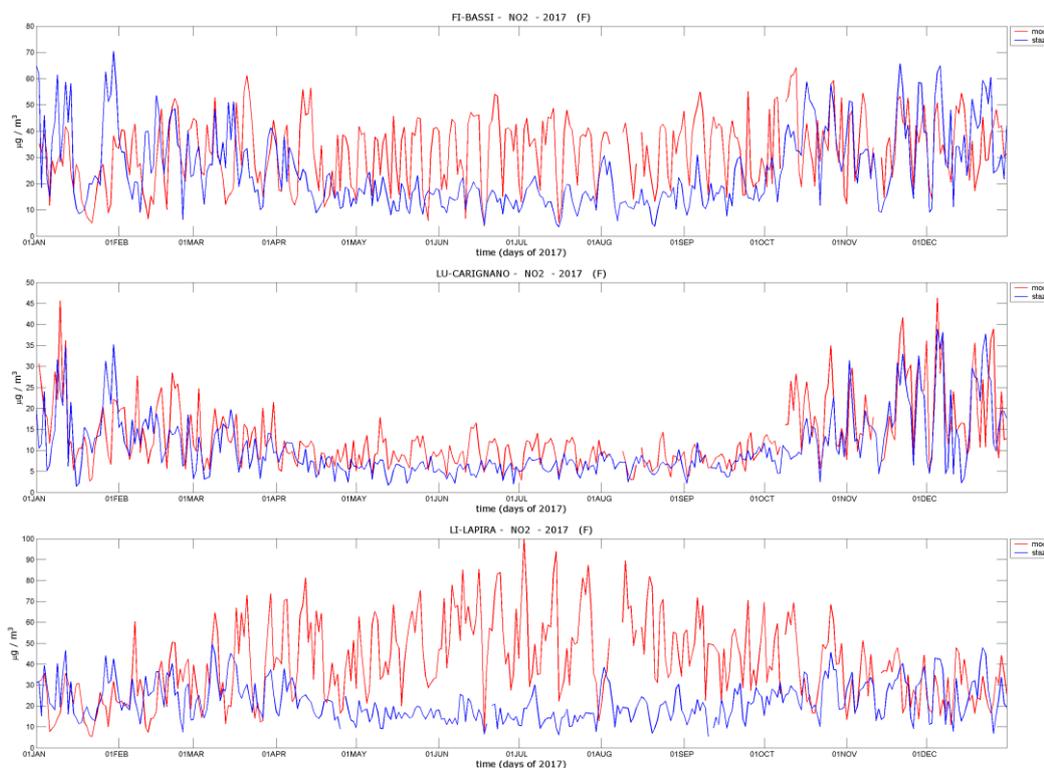


Figura 19. Serie storiche di confronto tra i dati di NO₂ da stazione e da modello relative alle stazioni di FI-Bassi, LU-Carignano, LI-La Pira.

SO₂ – Nella rete regionale sono presenti 3 stazioni di fondo che misurano SO₂, FI-Bassi, LU-Capannori, LI-LaPira. Le tre stazioni misurano valori di concentrazione bassi, con medie annue dell'ordine di 1-2 µg/m³; l'andamento temporale però mostra alcune discontinuità che potrebbero essere attribuite a calibrazioni degli strumenti avvenute nel corso dell'anno. Le stime modellistiche riproducono come ordine di grandezza i valori misurati nelle stazioni di FI-Bassi e di Capannori, mentre nella stazione di Livorno il modello sovrastima in modo importante. Anche in questo caso, come per gli ossidi di

azoto, sarebbe opportuno rivedere criticamente l'input emissivo, in particolare le sorgenti legata alle attività portuali e industriali.

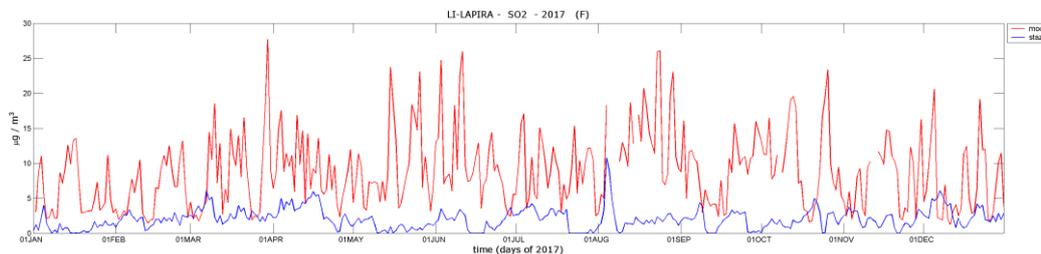


Figura 20. Serie storiche di confronto tra misure di SO2 (blu) e modello (rosso), presso la stazione di LI-LaPira.

O₃ – L'analisi climatica ha evidenziato che il 2017 è stato caratterizzato da temperature e da un indice UV molto alti, soprattutto nei mesi giugno e agosto, favorendo quindi la formazione dell'ozono troposferico.

Osservando le serie storiche della concentrazione media giornaliera si può notare un buon accordo stime-misure nelle stazioni di FI-Settignano, Fi-Signa, LI-PoggioS.Rocco, discreto per GR-Maremma, LU-Carignano, PT-Montale, AR-Acropoli; negli altri casi, PI-Passi, PI-Santa-Croce, AR-Casastabbi, si ha una sovrastima nei mesi estivi.

Analizzando i grafici mensili relativi alla concentrazione media oraria per i mesi maggio-settembre, si conferma un buon accordo sia in termini di trend che dei valori di picco nelle stazioni di FI-Settignano, Fi-Signa, LI-PoggioS.Rocco, mentre nelle stazioni GR-Maremma, LU-Carignano, PT-Montale, AR-Acropoli si ha una discreta riproduzione dei valori di picco ma una generale sovrastima dei valori di concentrazione nelle ore notturne. Considerando i valori orari, nelle stazioni di PI-Passi, PI-Santa-Croce il modello tende a sovrastimare di molto i valori di concentrazione sia nelle ore più calde del giorno che durante la notte. Nella stazione di AR-Casa-Stabbi il modello non riproduce correttamente l'andamento giornaliero caratterizzato da valori alti nelle ore centrali e bassi nelle ore notturne, ma tende a sovrastimare la concentrazione, presumibilmente per la maggiore influenza delle condizioni al contorno.

In generale, in tutte le stazioni il modello sovrastima la concentrazione di ozono nel mese di settembre.

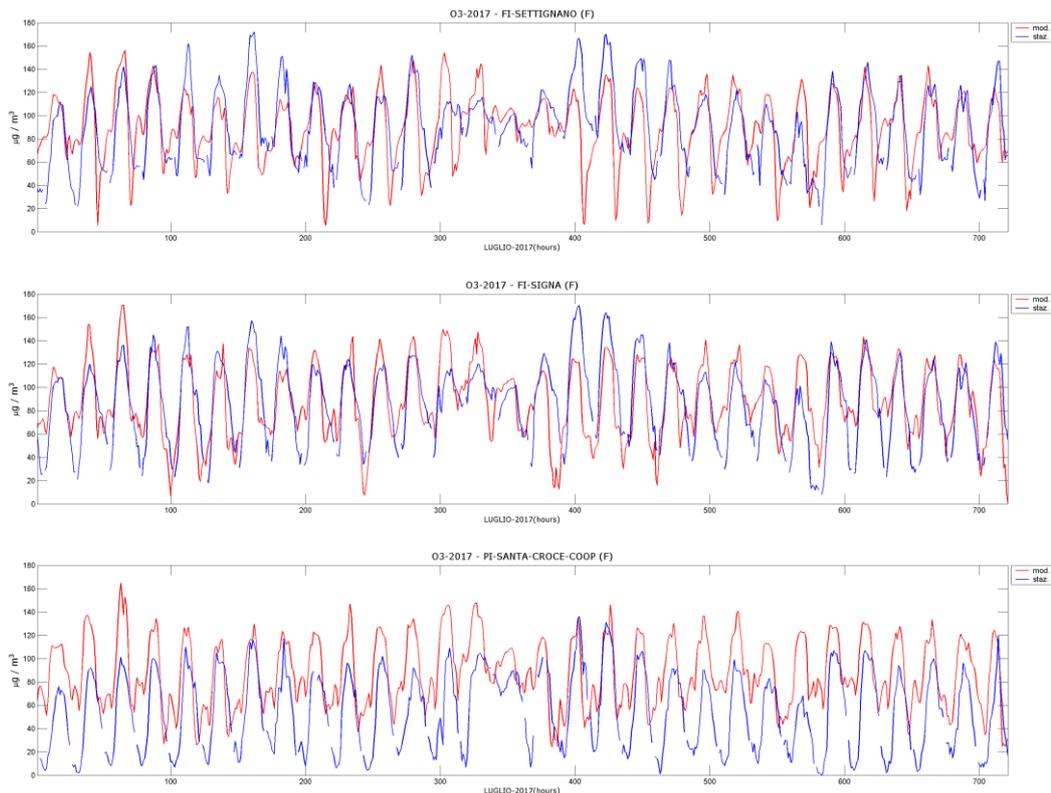


Figura 21. Serie storiche di confronto tra misure di ozono (blu) e modello (rosso), presso le stazioni di FI-Settignano, FI-Signa e PI-Passi, nel mese di luglio 2017.

3.2.2 Scatter-plot

Tramite gli scatter-plot relativi alla concentrazione media annua stimata e misurata per ciascun inquinante si ha una rappresentazione sintetica con cui si può valutare la validità della simulazione, attraverso una visualizzazione immediata dei risultati in corrispondenza delle stazioni di monitoraggio. Nei grafici viene definita un'area di confidenza, delimitata da due rette con coefficienti angolari stabiliti, all'interno della quale i punti rappresentano una simulazione numerica adeguata. Se i punti ricadono nell'area sopra la retta rossa tratteggiata con coefficiente angolare maggiore si ha una sovrastima, mentre al di sotto della retta rossa tratteggiata con coefficiente minore si evidenzia una sottostima; nel caso ideale i punti si distribuiscono lungo la bisettrice, indicata con la retta blu.

Come per gli anni precedenti, la simulazione relativa alle concentrazioni medie annue relative al 2017 fornisce risultati buoni per tutti gli inquinanti.

Il PM10 raggiunge il 100% di stazioni che cadono nell'area di confidenza: la maggior parte dei punti si trovano nel settore al di sotto della bisettrice, indicando una generalizzata sottostima. Ottimi risultati si hanno per le stazioni di GR-Sonnino, GR-URSS, PI-Montecerboli. Anche il per PM2.5 il 100% delle stazioni cadono nell'area di confidenza: in questo caso la distribuzione dei punti è molto vicina alla bisettrice,

evidenziando un risultato globalmente migliore rispetto al PM10. Fa eccezione la stazione PT-Montale, in cui il modello sottostima sia nella frazione PM10 che PM2.5.

Il biossido di azoto mostra risultati meno buoni: il 76% dei punti cade nell'area di confidenza, per il 19% dei casi si ha sovrastima e solo nel 5% sottostima.

Per questi inquinanti sono stati riportati anche i grafici con le sole stazioni di fondo, ma non si riscontrano sostanziali differenze.

Lo scatter-plot relativo all'ozono mostra che il 100% di punti cadono nell'area di confidenza, anche se la maggior parte sono nel settore superiore, indicando una sovrastima del modello. Alcune stazioni, FI-Signa, FI-Settignano, LI-PoggioS.Rocco e GR-Maremma sono molto vicine alla bisettrice, evidenziano un buon risultato.

Per quanto riguarda il biossido di zolfo, trattandosi solo di tre stazioni, lo scatter-plot è stato elaborato solo per completezza: si evidenzia una notevole sovrastima nella stazione di LI-La Pira.

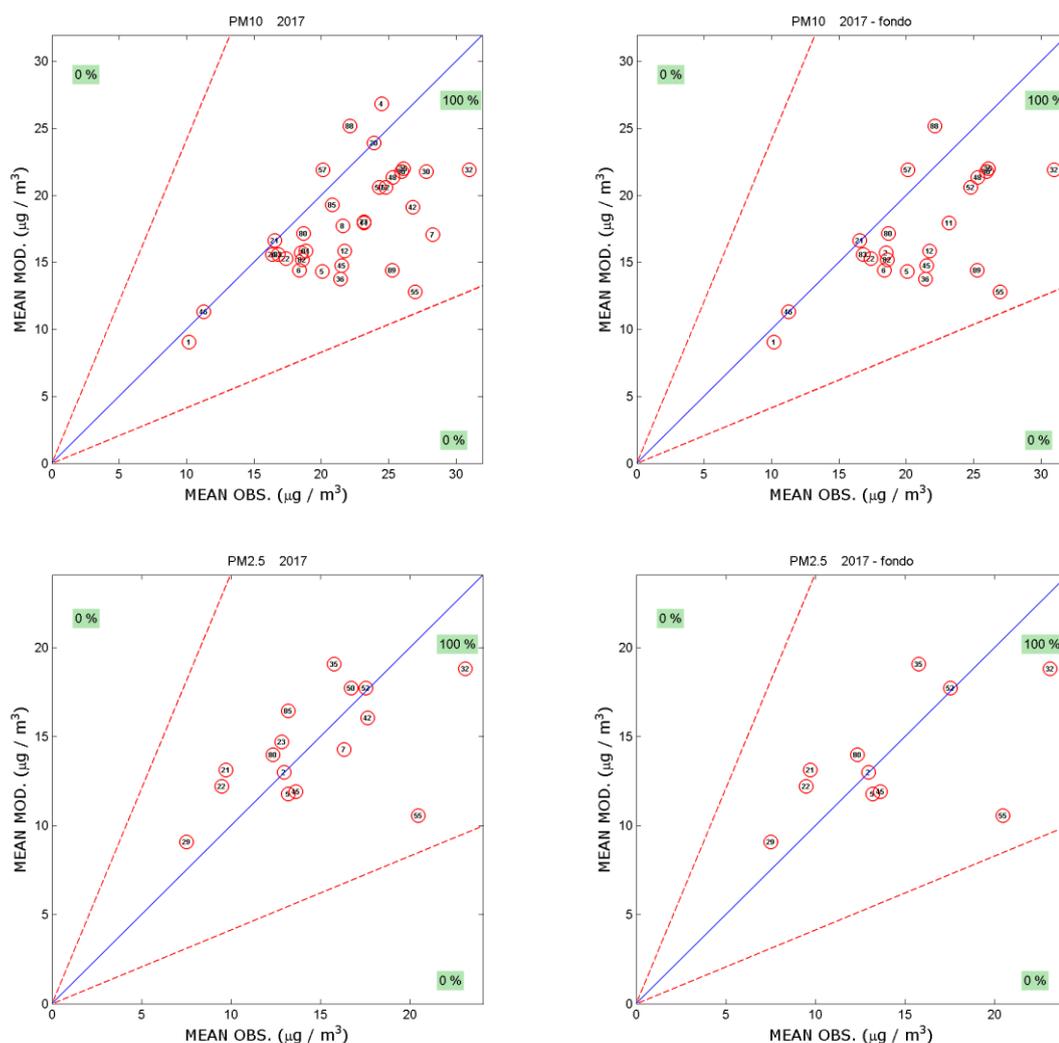


Figura 22. Scatter-plot relativi alla media annua stime-misure di PM10, PM2.5, per tutte le stazioni (sinistra) e per le sole stazioni di fondo (destra).

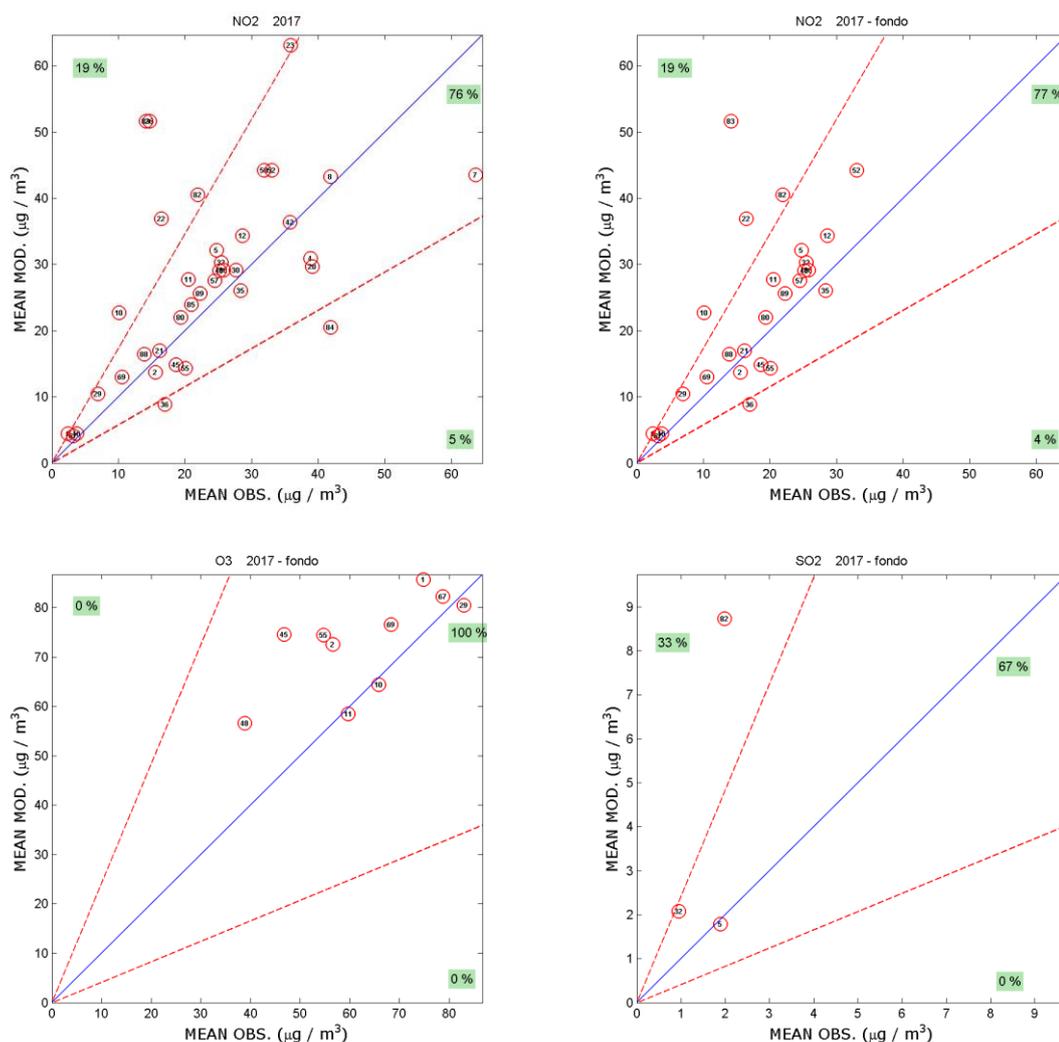


Figura 23. Scatter-plot relativi alla media annua stime-misure di NO₂, O₃, SO₂, per tutte le stazioni (sinistra) e per le sole stazioni di fondo (destra).

3.2.3 Diagrammi di Taylor

Per ciascun inquinante sono riportati anche i diagrammi di Taylor: tali diagrammi facilitano la comprensione del grado di corrispondenza del modello rispetto ai dati osservati, considerando contemporaneamente il coefficiente di correlazione e la deviazione standard, per ogni singolo punto di misura. Nella figura seguente (Fig. 24) viene riportato un esempio di diagramma di Taylor: sull'asse orizzontale viene riportato il rapporto tra la deviazione standard del modello e la deviazione standard delle osservazioni, per ciascuna coppia di osservazioni/misure. Le curve azzurre rappresentano isolinee del rapporto fra le deviazioni standard. Sull'arco di circonferenza a destra viene riportato il coefficiente di correlazione di Pearson con i valori più bassi di correlazione in alto e crescenti verso il basso. Le linee tratteggiate rappresentano le isolinee del coefficiente di correlazione.

Il punto ideale è rappresentato dal punto rosso, quindi un modello sarà tanto più affidabile quanto più i punti rappresentanti le coppie di osservazioni e dati stimati cadranno in una regione intorno a tale punto. Dati peggiori si hanno discostandosi dal punto rosso nel senso indicato dalla freccia. A titolo di esempio sono riportati alcuni punti. I due punti gialli rappresentano due risultati equivalententi: si discostano dall'ottimo per mezza deviazione standard (cadono sulla stessa isolina azzurra) e riportano lo stesso coefficiente di correlazione pari a 0.9 (stessa isolina tratteggiata). Il punto verde, che cade sullo stessa isolina azzurra fornisce lo stesso risultato dal punto di vista dei rapporti delle deviazioni standard ma una correlazione leggermente peggiore.

Tale grafico, unito allo scatterplot dei valori medi, fornisce un quadro esaustivo sulle performance del modello, fornendo in maniera visuale informazioni su bias, correlazione e standard deviation.

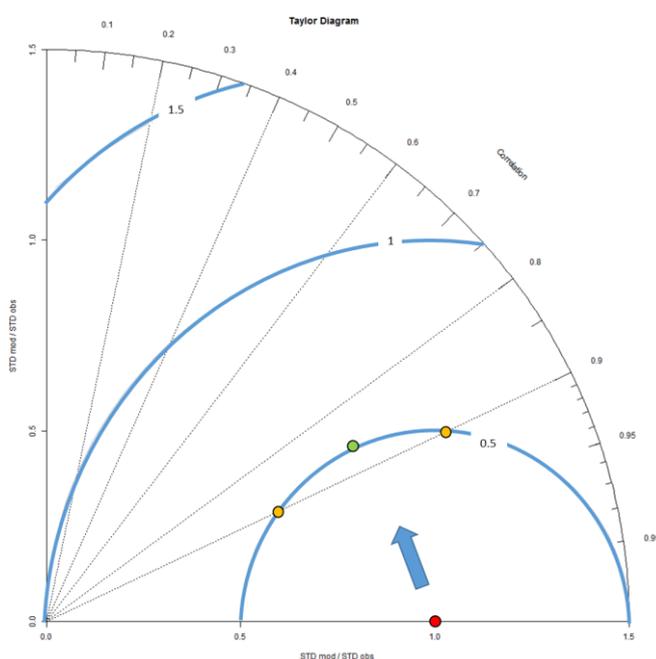


Figura 24. Esempio di diagramma di Taylor.

Per quanto riguarda il PM10 si può notare che la maggior parte delle stazioni sono localizzate nella parte del grafico al di sotto della linea corrispondente al coefficiente di correlazione 0.6, e distano dal punto ideale per meno di una deviazione standard. Le stazioni che invece hanno per questa coppia di parametri dei risultati meno buoni sono quelle relative alla costa, Livorno, Grosseto, come pure PI-Montecerboli e AR-Casa Stabbi. I risultati per le concentrazioni di PM2.5 sono in generale analoghe o migliori, confermando le buone prestazioni del modello nel simulare questo inquinante.

Risultati peggiori si hanno per la concentrazione di NO2: nei casi in cui la sovrastima del modello è molto alta il simbolo corrispondente alla stazione non rientra nell'area del

grafico e quindi non risulta visibile. Questo è il caso delle stazioni dell'area di Livorno, di FI-Settignano, FI-Bassi, etc. Per circa 15 stazioni invece i risultati sono buoni, o molto buoni come per PI-Passi, PI-Montecerboli, LU-Carignano, LU-Capannori. Anche in questo caso si conferma la notevole differenza nella risposta modellistica a seconda della stazione. Per PM10, PM2.5 e NO2 non si riscontrano particolari differenze tra stazioni di fondo e stazioni di traffico.

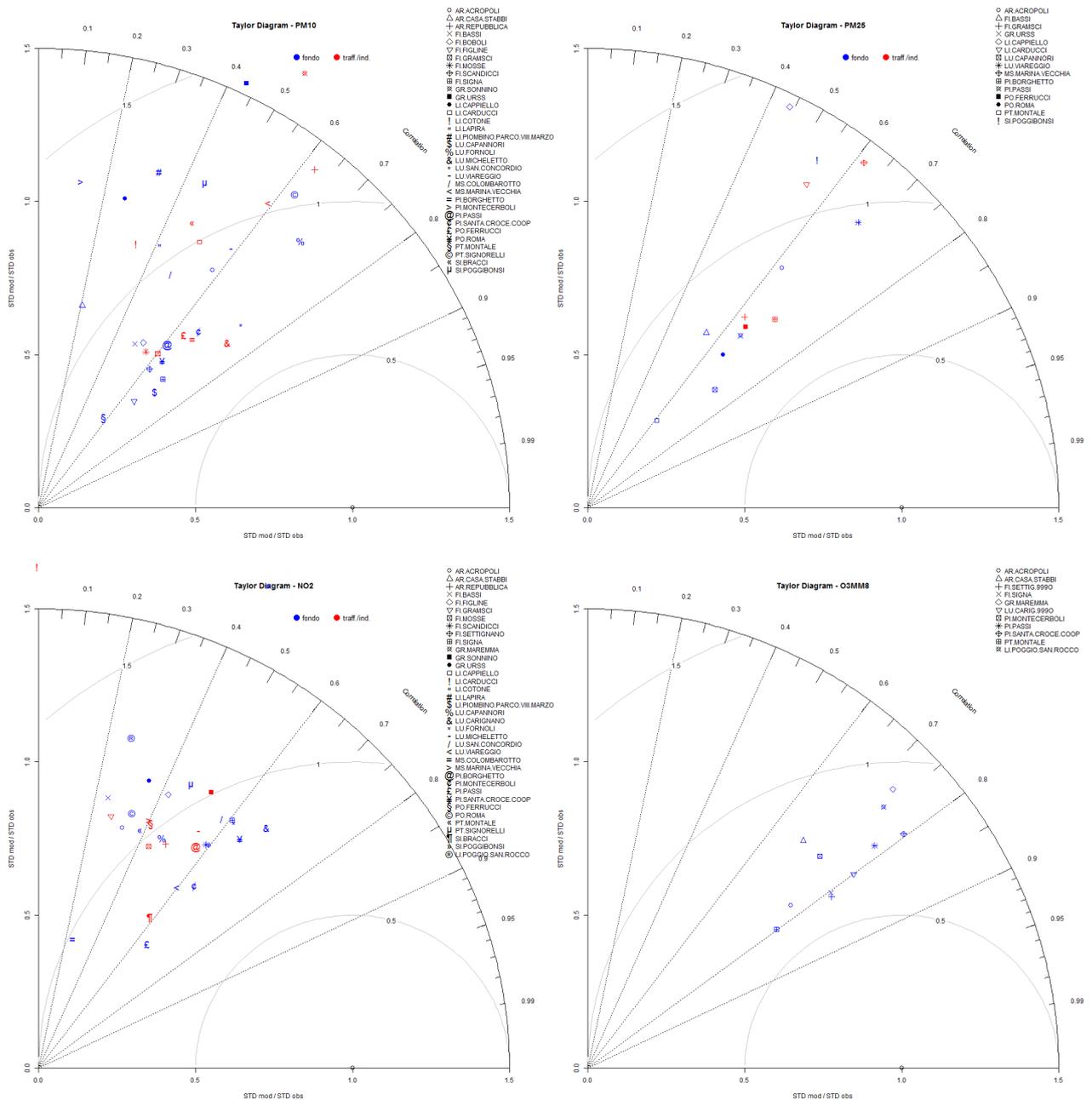


Figura 25. Diagrammi di Taylor di PM10, PM2.5, NO₂, O₃ (MM8): in rosso le stazioni di traffico, in blu di fondo.

Per quanto riguarda l'ozono, nel diagramma di Taylor sono stati riportati i risultati per il massimo della media mobile su 8 ore (MM8). I risultati sono molto buoni con

valori di correlazione prossimi o superiori a 0.8 e distanza dall'ottimo inferiore a una deviazione standard per tutte le stazioni, in particolare per FI-Settignano, FI-Signa, LU-Carignano, PT-Montale.

3.3 Gli indicatori statistici per la valutazione dei risultati

Gli indicatori statistici utilizzati per effettuare una valutazione quantitativa dei risultati ottenuti dalla simulazione modellistica dell'anno 2017 sono riportati nella tabella 6, in appendice. Alcuni di questi indicatori come la media annua, i coefficienti di correlazione, la deviazione standard sono stati utilizzati per realizzare gli scatter-plot e i diagrammi di Taylor, descritti nei precedenti paragrafi. In appendice sono riportati i valori degli indicatori per le singole stazioni di monitoraggio, per NO₂, PM10, PM2.5, O₃, SO₂, su base annuale e stagionale. Di seguito, nella tabella 3 sono riportati i valori degli indicatori statistici accorpati, ottenuti considerando le sole stazioni di fondo o tutte le stazioni.

VAR	PERIODO	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
DAILY SKILL - SOLO STAZIONI FONDO													
pm10	JAN_DEC	20.95	16.91	11.42	8.88	-0.20	0.44	11.21	0.38	-3.89	0.52	0.66	-20%
	EST	16.63	11.34	5.58	4.83	-0.37	0.46	7.66	0.33	-5.14	0.44	0.59	-29%
	INV	25.20	22.47	13.19	8.06	-0.10	0.42	13.55	0.36	-2.63	0.45	0.59	-14%
pm25	JAN_DEC	14.16	13.76	10.04	8.07	0.00	0.47	9.53	0.50	-0.31	0.55	0.67	-5%
	EST	9.70	8.29	3.67	3.92	-0.14	0.40	4.53	0.27	-1.26	0.37	0.61	-15%
	INV	18.59	19.23	11.85	7.20	0.09	0.50	12.56	0.49	0.72	0.46	0.58	0%
DAILY SKILL - TUTTE LE STAZIONI													
pm10	JAN_DEC	21.71	17.78	11.25	9.33	-0.19	0.43	11.21	0.35	-3.80	0.54	0.67	-19%
	EST	17.45	11.80	5.65	4.92	-0.38	0.46	7.97	0.33	-5.53	0.45	0.58	-30%
	INV	25.93	23.76	13.01	8.37	-0.08	0.40	13.44	0.32	-2.09	0.45	0.60	-12%
pm25	JAN_DEC	14.53	14.42	9.76	8.28	0.02	0.44	9.11	0.43	-0.02	0.57	0.70	-3%
	EST	10.29	8.78	3.75	4.00	-0.14	0.39	4.62	0.25	-1.38	0.39	0.62	-14%
	INV	18.77	20.05	11.58	7.38	0.11	0.47	11.91	0.42	1.39	0.49	0.60	3%
DAILY SKILL - SOLO STAZIONI FONDO													
no2	JAN_DEC	18.03	23.14	9.30	9.88	0.21	0.51	13.12	0.52	5.07	0.42	0.59	26%
	EST	12.45	21.70	4.29	8.00	0.41	0.56	12.74	0.65	9.22	0.36	0.43	73%
	INV	23.63	24.59	9.36	9.91	0.07	0.46	12.71	0.39	0.92	0.38	0.57	2%
DAILY SKILL - TUTTE LE STAZIONI													
no2	JAN_DEC	23.26	27.51	10.45	11.00	0.17	0.50	15.53	0.51	4.18	0.41	0.58	18%
	EST	17.34	26.54	5.50	9.11	0.36	0.55	15.26	0.64	9.17	0.38	0.45	54%
	INV	29.22	28.47	10.47	10.70	0.02	0.45	14.83	0.37	-0.80	0.37	0.56	-3%
DAILY SKILL - SOLO STAZIONI FONDO													
o3	JAN_DEC	62.74	72.62	22.39	24.53	0.17	0.29	22.58	0.14	10.26	0.70	0.77	17%
	EST	78.29	91.78	15.08	13.35	0.17	0.23	22.33	0.09	13.96	0.42	0.54	17%
	INV	46.95	53.47	17.13	16.97	0.16	0.40	22.39	0.27	6.49	0.36	0.56	17%
MM8 SKILL - SOLO STAZIONI FONDO													
o3	JAN_DEC	84.1	88.7	27.7	28.6	0.07	0.20	21.11	0.07	5.10	0.77	0.85	5%
	EST	104.3	111.9	17.8	14.5	0.08	0.16	19.97	0.04	8.31	0.49	0.63	7%
	INV	63.6	65.5	20.5	18.8	0.04	0.28	21.83	0.13	1.78	0.47	0.65	3%
HOURLY SKILL - SOLO STAZIONI FONDO													
o3	JAN_DEC	62.8	72.6	30.8	29.7	0.17	0.37	29.76	0.24	10.47	0.62	0.75	16%
	EST	78.4	91.8	28.9	23.0	0.18	0.30	30.84	0.16	14.33	0.52	0.65	17%
	INV	46.9	53.5	24.1	21.7	0.16	0.50	28.38	0.44	6.54	0.35	0.60	14%

Tabella 3. Skill-scores medi su tutte le stazioni/solo fondo, relative a PM10, PM2.5, NO₂, O₃ (anno, stagione estiva e stagione invernale).

PM10 – Osservando i valori degli indici statistici accorpati, si può notare che i risultati ottenuti per il PM10 sono buoni, migliori degli anni precedenti. Il modello sottostima i valori misurati, dell'ordine di -19% a livello annuale, - 30% in estate e -12% in inverno; gli indici di correlazione e IOA su base annuale sono rispettivamente 0.54 e 0.67, considerando tutte le stazioni, leggermente inferiori se si considerano le sole stazioni di fondo. Per questo inquinante gli indici delle singole stazioni non presentano una forte variabilità come per il biossido di azoto, inoltre in estate la sottostima si è ridotta rispetto agli anni precedenti in tutte le stazioni.

PM2.5 – Per questo inquinante si hanno risultati migliori rispetto al PM10: gli indici statistici correlazione e IOA sono buoni, sia considerando tutte le stazioni (rispettivamente 0.57 e 0.70), sia le sole stazioni di fondo (correlazione 0.55, IOA 0.67), inoltre i valori medi annui sono molto vicini a quelli misurati. Lo scarto su base annuale è -3%, nel periodo invernale è presente una lieve sovrastima (3%), mentre in estate il modello sottostima (-14%): questi valori sono quasi invariati considerando le sole stazioni di fondo.

NO₂ – I valori degli indici accorpati evidenziano dei risultati peggiori per NO₂ rispetto a quanto ottenuto per le polveri: considerando tutte le stazioni, si ha una sovrastima dell'ordine del 18%, dovuta essenzialmente alla significativa sovrastima estiva (54%), mentre in inverno è solo -3%, a fronte di valori di correlazione di 0.41 e IOA pari a 0.58. Considerando le sole stazioni di fondo si ha un ulteriore peggioramento, passando ad una sovrastima annua del 26%, e estiva addirittura del 73% (sovrastima nel periodo invernale 2%). Per questo inquinante tuttavia i valori accorpati hanno un significato limitato, dato che si verificano notevoli differenze tra stazione e stazione, per cui è necessario valutare le prestazioni delle singole stazioni, riportati nelle tabelle in appendice (pag. 77-78-79). In particolare, come già segnalato le stazioni dell'area di Livorno e Piombino mostrano valori molto sovrastimati (emissioni attività portuali e industriali), come pure la stazione di AR-Casa-Stabbi (condizioni al contorno), e la stazione di FI-Settignano (possibile non corretta attribuzione del carico emissivo a livello locale). In altri casi i risultati sono buoni, come ad esempio nelle stazioni di, LU-SanConcordio, LU-Viareggio, PI-Montecerboli, PI-SantaCroce, PT-Signorelli, LU-Micheletto, FI-Mosse, PI-Borgetto.

O₃ – Per quanto riguarda l'ozono, di seguito sono presentati gli indicatori accorpati relativi a elaborazioni di valori di media giornaliera, media oraria, massimo di media mobile su 8 ore (MM8).

I risultati migliori si ottengono per gli skill MM8, per cui gli indici di correlazione e IOA sono buoni, rispettivamente 0.77 e 0.85 su base annua. Il modello, in termini di MM8 sovrastima i dati misurati del 5%, in termini di media giornaliera del 17%. Anche in questo caso si presentano variazioni importanti considerando gli indicatori delle singole stazioni, riportati in appendice nelle tabelle in appendice (pag. 80): si può notare che alcune stazioni, pur avendo un buon indice di correlazione, sono affette da sovrastima (PI-Passi, PI-SantaCroce), mentre altre hanno tutti gli indicatori molto buoni, (FI-Signa, FI-Settignano, LI-Poggio-S.Rocco).

SO₂- Per questo inquinante, misurato in sole tre stazioni, si rimanda alle tabelle in appendice (pag. 87): gli indicatori correlazione e IOA non sono buoni per nessuna stazione, inoltre per la stazione di LI-La Pira si evidenzia una notevole sovrastima, come discusso nei paragrafi precedenti.

3.4 Dust sahariano

Come è noto, le polveri sahariane possono incidere in maniera importante sui valori di concentrazione di PM10; infatti, soprattutto nel periodo primaverile-estivo, si possono verificare episodi di trasporto di polvere desertica significativi, che possono contribuire al superamento dei valori limite per il PM10.

Per l'individuazione dei principali episodi di trasporto di polvere sahariana nell'anno 2017, sono state elaborate le serie storiche della concentrazione media giornaliera della componente di origine naturale del particolato (ccrs), in corrispondenza di alcune stazioni di monitoraggio. Questa frazione del PM10 nell'attuale configurazione del sistema di modelli deriva unicamente dalle condizioni al contorno relative al dust sahariano, fornite dal modello CHIMERE, in quanto la componente crostale non è presente nell'inventario delle emissioni IRSE.

Le serie storiche sono state elaborate in corrispondenza di 16 stazioni di fondo, che coprono il territorio regionale, elencate nella seguente tabella (tab. 4-5, sinistra). In tabella 4-5 (destra) sono riportate le date dei principali episodi di dust sahariano stimati da modello nel 2017, e i corrispondenti valori di concentrazione media giornaliera; si tratta dei valori di concentrazione massimi e minimi stimati nelle 16 stazioni, in modo da rappresentare la variabilità sul territorio.

1	AR-CASA-STABBI
5	FI-BASSI
6	FI-BOBOLI
89	FI_FIGLINE
21	GR-URSS
82	LI-LAPIRA
83	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII-MARZO
88	LU_FORNOLI
86	LU-SAN-CONCORDIO
35	LU-VIAREGGIO
36	MS-COLOMBAROTTO
46	PI-MONTECERBOLI
45	PI-PASSI
52	PO-ROMA
55	PT-MONTALE
80	SI-POGGIBONSI

data	max	min
27/04/2017	12.1	4.3
28/04/2017	12.9	2.9
13/05/2017	9.3	3.5
14/05/2017	10.5	4.0
04/06/2017	8.5	4.3
05/06/2017	7.6	3.0
27/06/2017	5.5	2.8
28/06/2017	13.3	5.2
09/07/2017	13.3	5.6
10/07/2017	16.6	8.7
11/07/2017	15.9	8.3
12/07/2017	9.7	4.0
03/08/2017	20.6	8.7
04/08/2017	25.7	15.7
31/08/2017	8.5	3.6
01/09/2017	12.6	4.0
17/11/2017	9.2	4.7
18/11/2017	12.1	3.6

Tabella 4-5. Elenco delle stazioni selezionate (destra), elenco degli episodi di intrusioni sahariane e relative concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) minime e massime sul territorio (sinistra).

Di seguito sono riportati i grafici relativi alla serie storica della media giornaliera misurata di PM10 (asse di sinistra) contrapposta alla serie storica della frazione di

origine naturale del PM10 stimata da modello (asse di destra), per le stazioni di AR-CasaStabbi e di PI-Montecerboli (Fig. 26). La scelta di queste stazioni è motivata dal fatto che si tratta di due stazioni rurale/suburbana di fondo, in cui i contributi sahariani si dovrebbero distinguere in modo più netto rispetto a quanto accade nelle stazioni urbane di fondo. Inoltre sono riportati i grafici della stazione di Grosseto (GR-URSS) e di Siena (SI-Poggibonsi), stazioni in cui i valori misurati di PM10 restano relativamente bassi nell'arco dell'anno (Fig. 27): le serie storiche relative alle 16 stazioni sono riportate in appendice.

Osservando i grafici e la tabella, si può notare che da aprile a settembre si sono verificati, secondo il modello, alcuni importanti episodi sahariani con valori significativi: nel periodo invernale si ha un solo episodio, il 17 e 18 novembre.

Dai grafici si può notare che i picchi principali della stima di dust in molti casi corrispondono effettivamente a picchi di concentrazione di PM10 misurati, ben identificabili soprattutto nel periodo estivo.

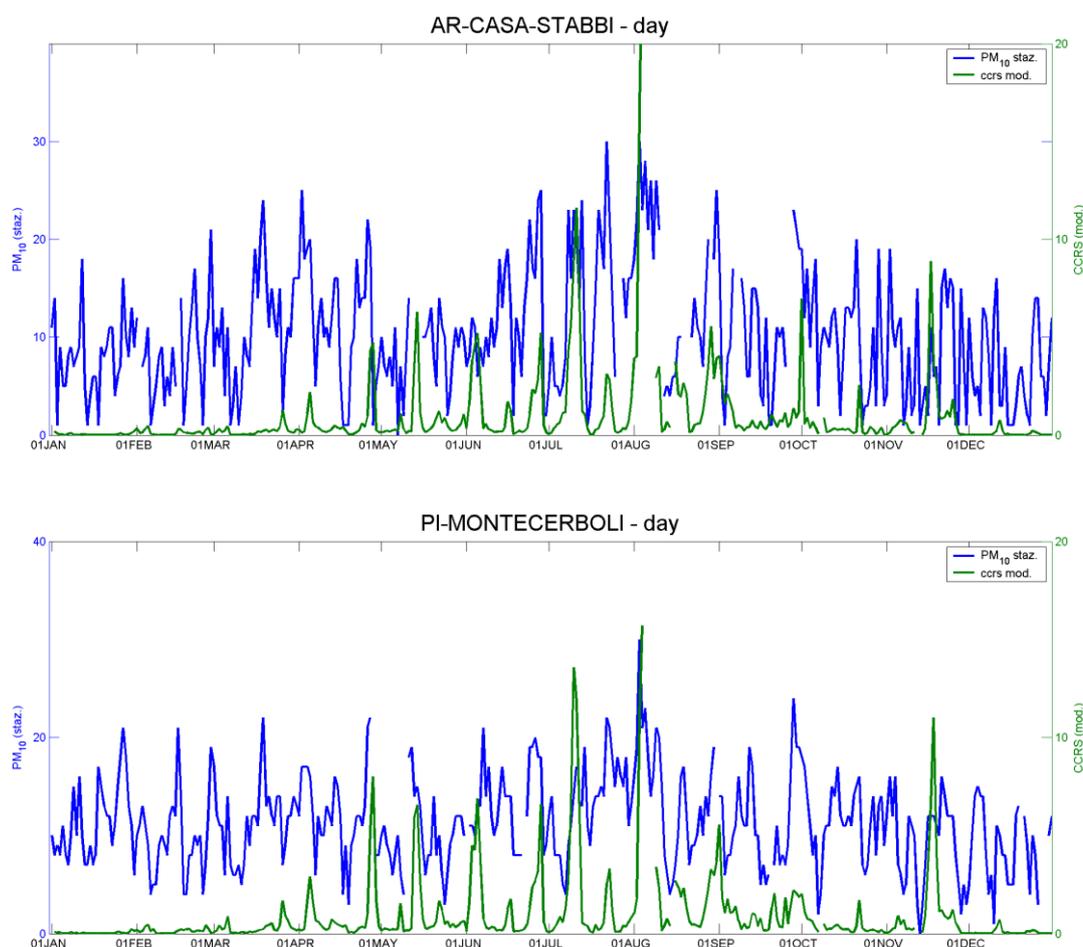


Figura 26. Serie storiche di confronto tra le medie giornaliere di dust sahariano stimato dal modello (verde) e PM10 osservato (blu) relative alle stazioni di AR-CasaStabbi, PI-Montecerboli.

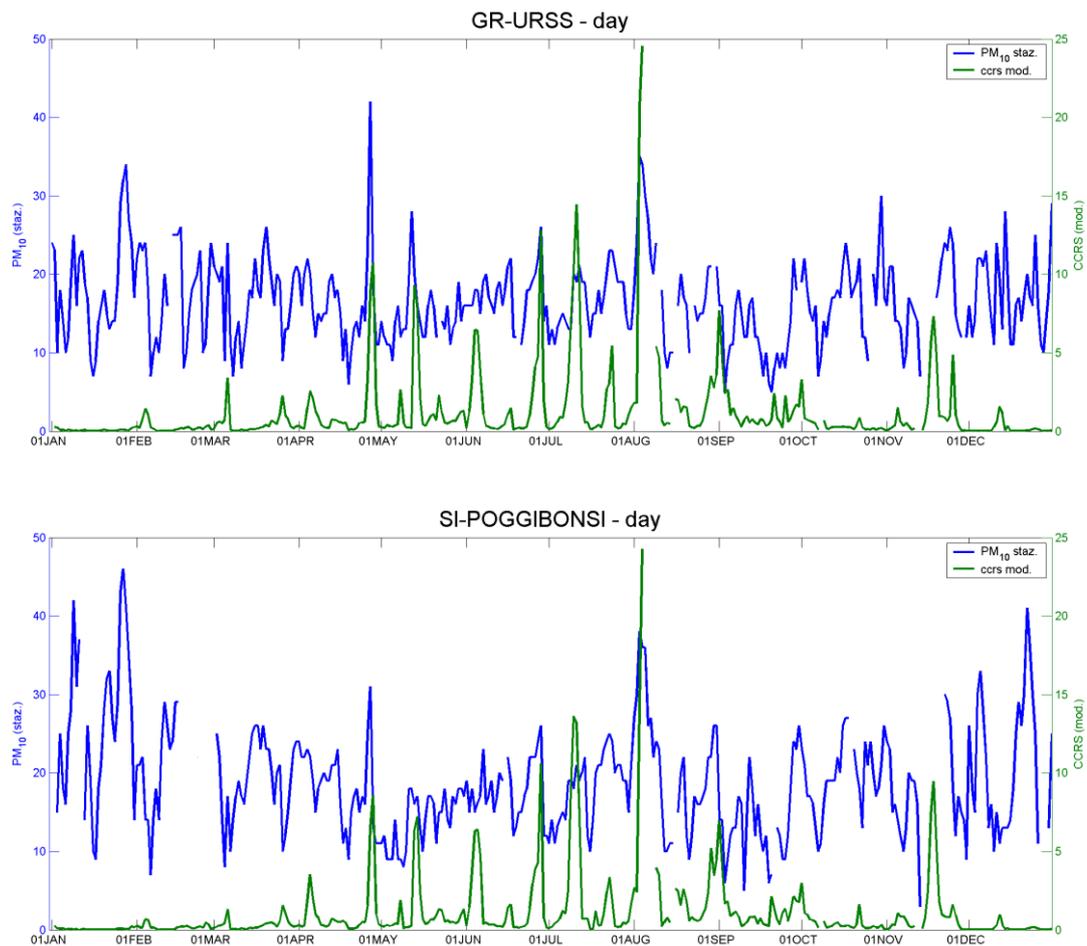


Figura 27. Serie storiche di confronto tra le medie giornaliere di dust sahariano stimato dal modello (verde) e PM10 osservato (blu) relative alle stazioni di GR-URSS, SI-Poggibonsi.

Per completare il quadro, a titolo di esempio in Fig. 28 sono riportate le mappe della concentrazione media giornaliera di dust relativa all'episodio verificatosi i giorni 3 e 4 agosto 2017. Si può notare che l'intrusione sahariana, proveniente da sud, non si distribuisce uniformemente sul territorio: la sequenza delle mappe di concentrazione permette di seguire l'evoluzione dell'episodio.

Il metodo modellistico qui proposto può essere di aiuto per l'individuazione degli episodi sahariani, in quanto tiene conto delle condizioni meteorologiche favorevoli al trasporto, del contributo di polvere minerale attraverso le condizioni al contorno CHIMERE, dell'effettiva intrusione nei livelli più bassi grazie al meteo ad alta risoluzione sul dominio di calcolo. In ogni caso, per la valutazione quantitativa del contributo sahariano al PM10, si rimanda alla metodica proposta nelle linee guida europee, adottata da ARPAT.

Alcune verifiche effettuate confrontando le stime del modello e le misure di dust sahariano, eseguite dall'Università di Firenze e da INFN per l'anno 2014 nell'ambito del Progetto PATOS, hanno fornito buoni risultati, come risulta nei lavori presentati

recentemente all' VIII Convegno sul Particolato Atmosferico - PM2018 – Matera 23-25 maggio 2018 e al 9th International Workshop on Sand/Dust storm and Associated Dustfall -Tenerife 22-24 maggio 2018.

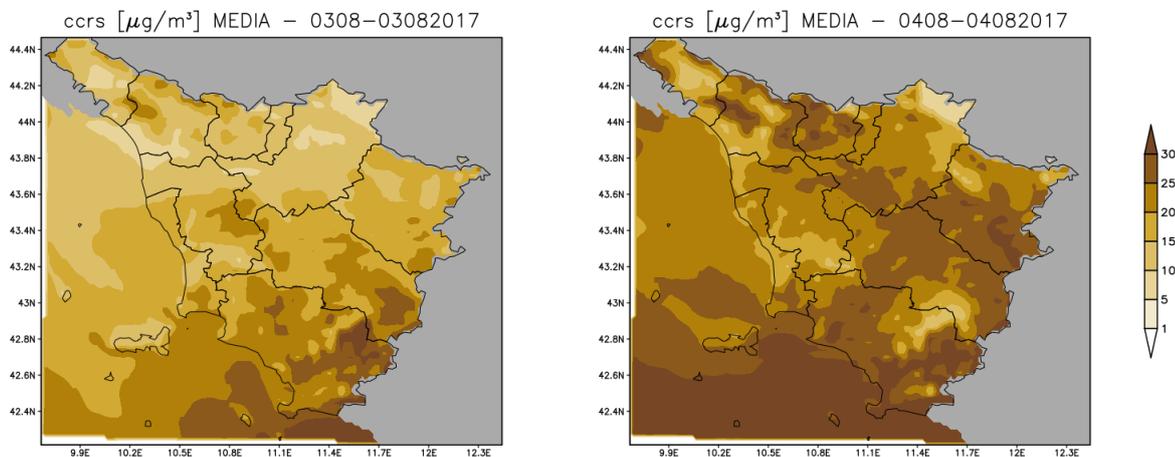


Figura 28. Media giornaliera delle concentrazioni di polvere sahariana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), relativa ai giorni 3 e 4 agosto 2017.

Conclusioni

In questo lavoro sono state presentate ed analizzate le stime modellistiche dei principali inquinanti atmosferici, ottenute attraverso l'applicazione del sistema modellistico SPARTA all'anno 2017, per fornire supporto alla Regione Toscana nella realizzazione del Programma di Valutazione della Qualità dell'Aria.

E' importante segnalare che, anche per la simulazione dell'anno 2017, come input emissivi sono stati utilizzati i dati forniti dall'inventario IRSE aggiornato all'anno di riferimento 2010. L'analisi dei risultati evidenzia quindi, a parità di carico emissivo sul territorio regionale, il diverso impatto dovuto alle condizioni meteorologiche e l'apporto di inquinanti esterni al dominio, determinato dalle condizioni al contorno.

Da un punto di vista climatologico, l'anno 2017 è stato caratterizzato da temperature superiori alla media (anomalia positiva) nel periodo febbraio-agosto, con intense ondate di calore (luglio-agosto). La stabilità atmosferica, le alte temperature, un alto indice UV, ha favorito elevati livelli di concentrazione di ozono nei mesi estivi. Nel mese di gennaio 2017, in continuità con il dicembre 2016, la presenza di aria molto fredda nei bassi strati, unitamente all'assenza di ingressi perturbati atlantici, ha creato condizioni favorevoli all'accumulo di inquinanti nei bassi strati. Per quanto riguarda le piogge si è registrato un deficit marcato, soprattutto a gennaio, in primavera e nel mese di ottobre: mentre sulle province settentrionali l'anomalia precipitativa è risultata contenuta grazie alle abbondanti piogge nei mesi di settembre, novembre e dicembre, sulle zone meridionali il deficit annuale è stato molto marcato.

I risultati ottenute da modello sono stati validate attraverso il confronto con i dati misurati nelle stazioni di monitoraggio della rete regionale, e sono di seguito riassunti. In generale, a causa del mancato aggiornamento dell'inventario IRSE e dell'utilizzo della versione datata 2010, permangono gli stessi problemi segnalati nelle applicazioni precedenti.

PM10-PM2.5: Le stime modellistiche, confrontate con le concentrazioni medie giornaliere di PM10 misurate, mostrano un buon accordo in termini di trend temporale. I valori ottenuti da modello sono sottostimati nel periodo estivo in tutte le stazioni, anche se in misura minore rispetto agli anni precedenti: è possibile che questo lieve miglioramento sia attribuibile al contributo delle condizioni al contorno, in particolare all'aggiornamento del modello CHIMERE. Il sistema di modelli SPARTA riproduce molto bene i valori di concentrazione nelle stazioni delle aree costiere o prossime alla costa. Nelle aree interne invece, pur riproducendo correttamente il trend temporale, durante

gli episodi caratterizzati da concentrazioni molto alte si evidenzia una significativa sottostima dei valori di picco. Queste discrepanze potrebbero in parte essere attribuite ad una non corretta stima, a livello locale, delle emissioni IRSE, in particolare alla stima del fattore riconducibile alla combustione di biomasse: una parziale conferma deriva da studi condotti nell'ambito del progetto PATOS, attraverso il confronto con misure di speciazione chimica del particolato PM10. Una prima analisi dei risultati evidenzerebbe una buona riproduzione da parte del modello della componente inorganica (Nitrati, solfati, ammonio), ma una importante sottostima della componente organica. Per quanto riguarda il PM2.5, i risultati ottenuti mostrano un migliore accordo a livello quantitativo tra stime e misure rispetto a quanto riscontrato per il PM10.

Per quanto riguarda le stime di concentrazione di **NO2** si evidenziano risultati molto diversi sul territorio regionale. Un cospicuo gruppo di stazioni dell'entroterra, nelle province di Firenze, Prato, Pistoia, Lucca, Arezzo e Siena presentano risultati discreti in termini di andamento temporale, anche se si ha una sensibile sovrastima nel periodo maggio-ottobre. Fanno eccezione le stazioni di Firenze Bassi e Firenze Settignano (sorgente traffico), in cui il modello supera di molto i valori misurati durante tutto l'anno; anche la stazione di AR-Casa Stabbi mostra una importante sovrastima, dovuta probabilmente all'effetto delle condizioni al contorno. Si può individuare un altro gruppo di stazioni situate sulla costa o in aree limitrofe (LU-Viareggio, PI-Passi, LI-PoggioS.Rocco, LU-S.Concordio e PI-Montecerboli) che presentano risultati molto buoni. Nelle stazioni delle città portuali, Livorno e Piombino, invece, i valori stimati sono molto maggiori rispetto a quelli misurati, soprattutto nel periodo estivo (emissioni derivanti sia dalle attività portuali, sia dalle attività industriali). Sulla base di risultati così differenziati sul territorio, sarebbe auspicabile una revisione dell'inventario delle emissioni, con particolare attenzione ai precursori di NO2 e alle sorgenti potenzialmente più critiche come il traffico veicolare, le attività portuali, le principali sorgenti industriali.

La situazione è decisamente critica per l'**SO2**: nella stazione di LI-LaPira il modello registra una notevole sovrastima, mentre nelle altre stazioni le stime modellistiche riproducono come ordine di grandezza i valori misurati, ma non come andamento temporale. Anche in questo caso sarebbe necessario un aggiornamento critico dell'inventario delle emissioni, in particolare nelle aree portuali e in prossimità di grandi impianti industriali.

O₃ - L'analisi climatica ha evidenziato che il 2017 è stato caratterizzato da temperature e da un indice UV molto alti, soprattutto nei mesi giugno e agosto, favorendo quindi la formazione dell'ozono troposferico. Osservando le serie storiche della concentrazione media (giornaliera, oraria per i mesi maggio-settembre) si può notare un buon accordo stime-misure sia in termini di trend che dei valori di picco nelle stazioni di FI-Settignano, Fi-Signa, LI-PoggioS.Rocco, mentre nelle stazioni GR-Maremma, LU-Carignano, PT-Montale, AR-Acropoli si ha una discreta riproduzione dei valori di picco ma una generale sovrastima dei valori di concentrazione nelle ore notturne. Nelle stazioni di PI-Passi, PI-Santa-Croce il modello tende a sovrastimare di molto i valori di concentrazione sia nelle ore più calde del giorno che durante la notte. Nella stazione di AR-Casa-Stabbi il modello non riproduce correttamente l'andamento giornaliero caratterizzato da valori alti nelle ore centrali e bassi nelle ore notturne, ma tende a sovrastimare la concentrazione, presumibilmente per la maggiore influenza delle condizioni al contorno.

Infine, è stato preso in esame il fenomeno delle intrusioni di **polvere sahariana**, attraverso l'approccio modellistico: sono state elaborate le serie storiche della concentrazione della componente di origine naturale del particolato, in corrispondenza di alcune stazioni di monitoraggio. Questa frazione del PM₁₀ nell'attuale configurazione del sistema di modelli deriva unicamente dalle condizioni al contorno relative al dust sahariano, fornite dal modello CHIMERE, in quanto la componente crostale non è presente nell'inventario delle emissioni IRSE. Si sono verificati, secondo il modello, alcuni importanti episodi sahariani con valori significativi nel periodo aprile-settembre, il maggiore dei quali il 3-4 agosto: nel periodo invernale si ha un solo episodio, il 17 e 18 novembre. Il metodo modellistico qui proposto può essere di aiuto per l'individuazione degli episodi sahariani, in quanto tiene conto delle condizioni meteorologiche favorevoli al trasporto, del contributo di polvere minerale attraverso le condizioni al contorno CHIMERE, dell'effettiva intrusione nei livelli più bassi grazie al meteo ad alta risoluzione sul dominio di calcolo. In ogni caso, per la valutazione quantitativa del contributo sahariano al PM₁₀, si rimanda alla metodica proposta nelle linee guida europee, adottata da ARPAT.

APPENDICE SISTEMA MODELLISTICO WRF-CAMX

SIMULAZIONE DELL'ANNO 2017

Indice appendice

Indice appendice	39
Simulazione anno 2017	40
Mappe medie 2017	41
Serie storiche 2017	49
NO2	49
PM10	54
PM2.5	58
O3	60
O3 orarie mensili	62
SO2	73
DUST	74
SKILL giornalieri simulazione 2017	76

Simulazione anno 2017

In questa appendice sono riportati gli elaborati grafici relativi alla simulazione dell'anno 2017, ottenuta attraverso il sistema modellistico WRF-CAMx.

Mappe medie della concentrazione di inquinanti

- PAGG. 40 e segg.: Mappe delle concentrazioni medie mensili degli inquinanti PM10, NO₂, PM2.5, SO₂, O₃ (mediato sulle ore centrali) e O₃ (mediato nelle ore serali/notturne).
- PAG. 47: Mappe delle concentrazioni medie relative alla stagione calda e alla stagione fredda, degli inquinanti PM10, NO₂, PM2.5, SO₂, O₃ (mediato sulle ore centrali) e O₃ (mediato nelle ore serali/notturne).
- PAG. 48: Mappa delle concentrazioni medie annuali degli inquinanti PM10, NO₂, PM2.5, SO₂, O₃ (mediato sulle ore centrali) e O₃ (mediato nelle ore serali/notturne).

Serie Storiche

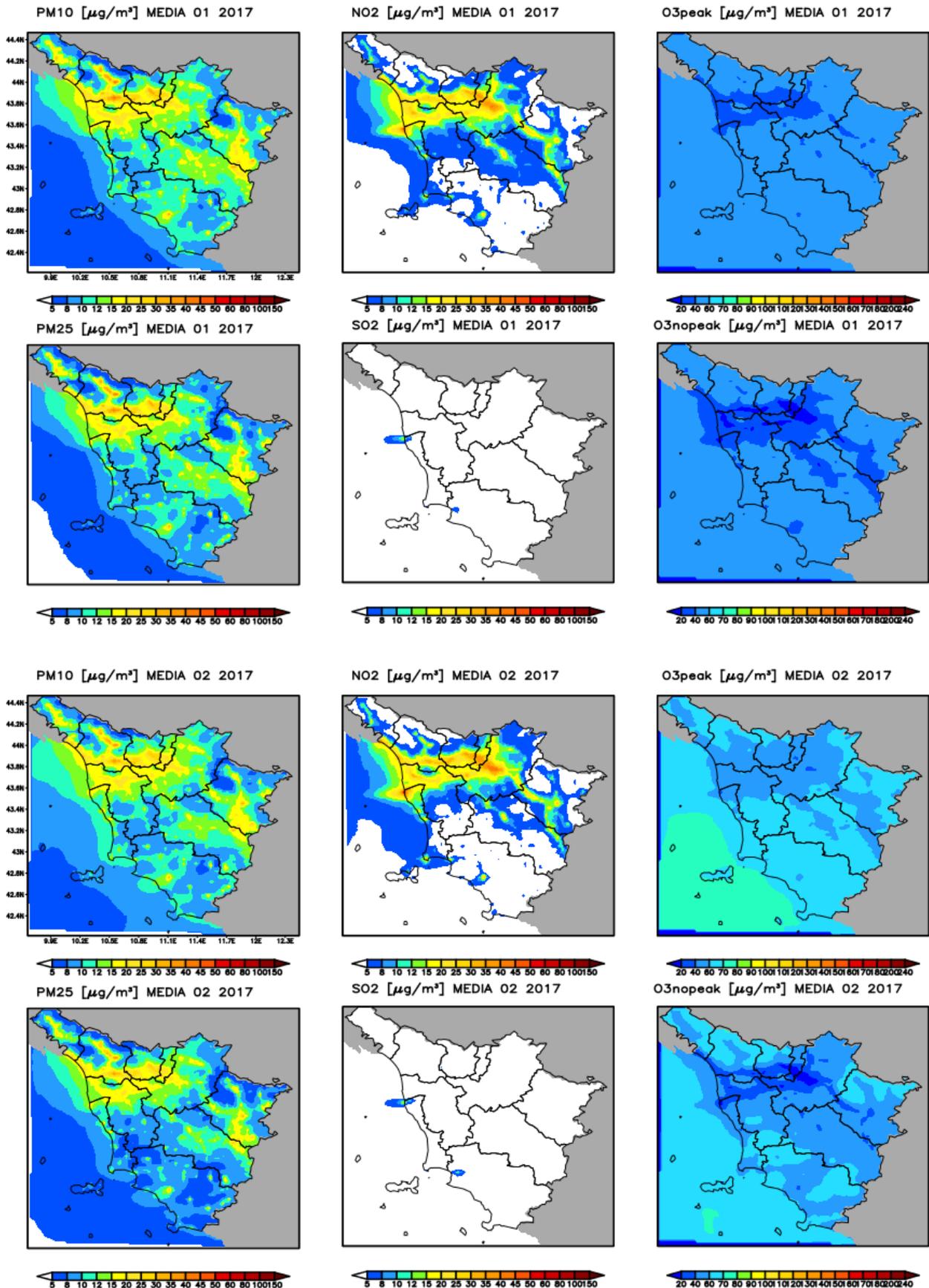
Vengono riportati i grafici degli inquinanti PM10, PM2.5, NO₂, SO₂ e O₃, relativi alle serie storiche simulate ed osservate a livello medio giornaliero; per l'O₃ sono riportati anche i grafici orari da maggio a settembre, per le stazioni disponibili. Con la linea rossa sono indicate le osservazioni e con la linea blu le simulazioni del modello 2017 corrispondenti ad ciascun punto stazione.

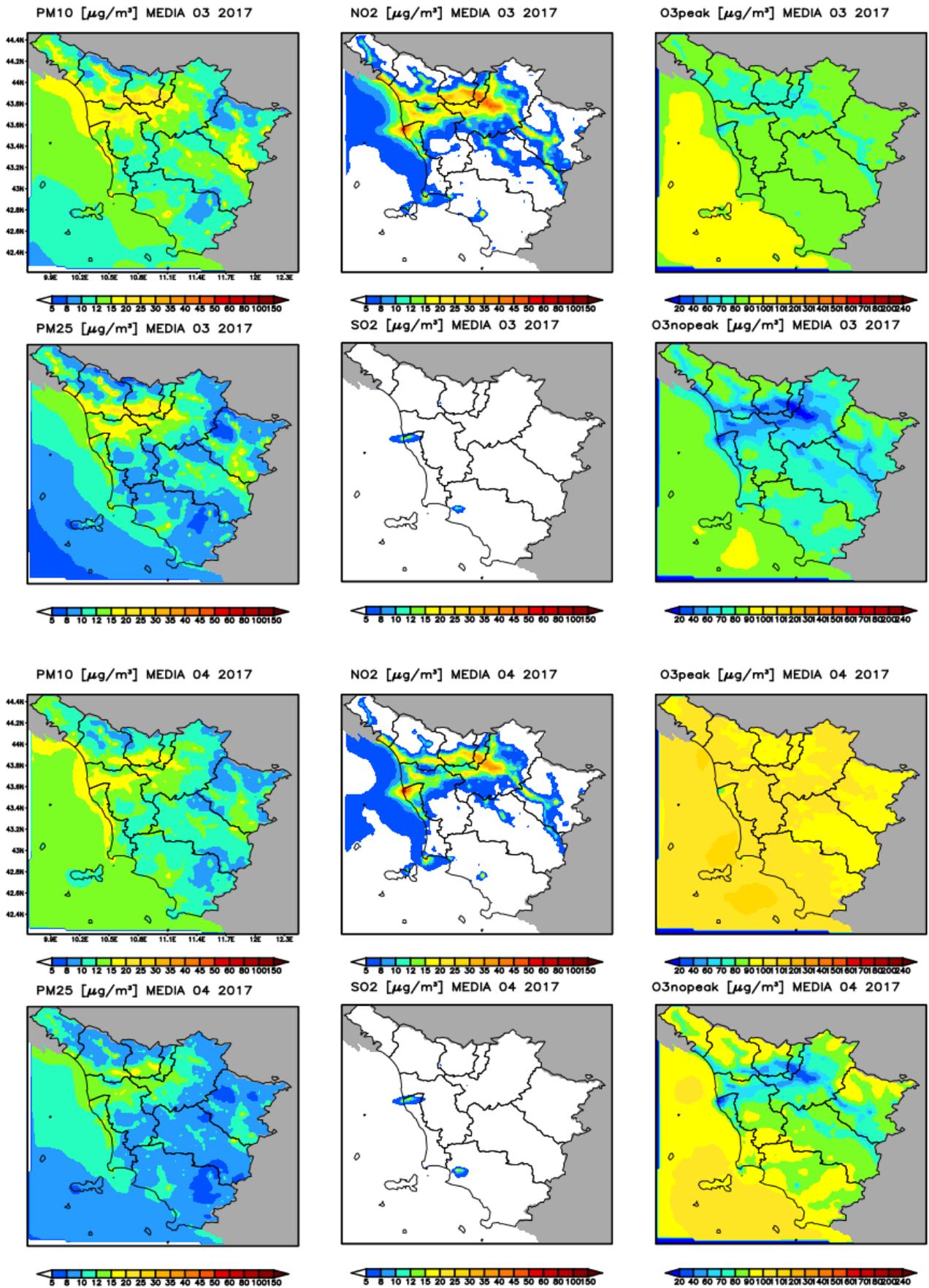
- PAGG. 49: NO₂
- PAGG. 54: PM10
- PAGG. 58: PM2.5
- PAGG. 60: O₃
- PAGG. 62: O₃ orario per il periodo maggio-settembre.
- PAGG. 73: SO₂
- PAGG. 74: DUST

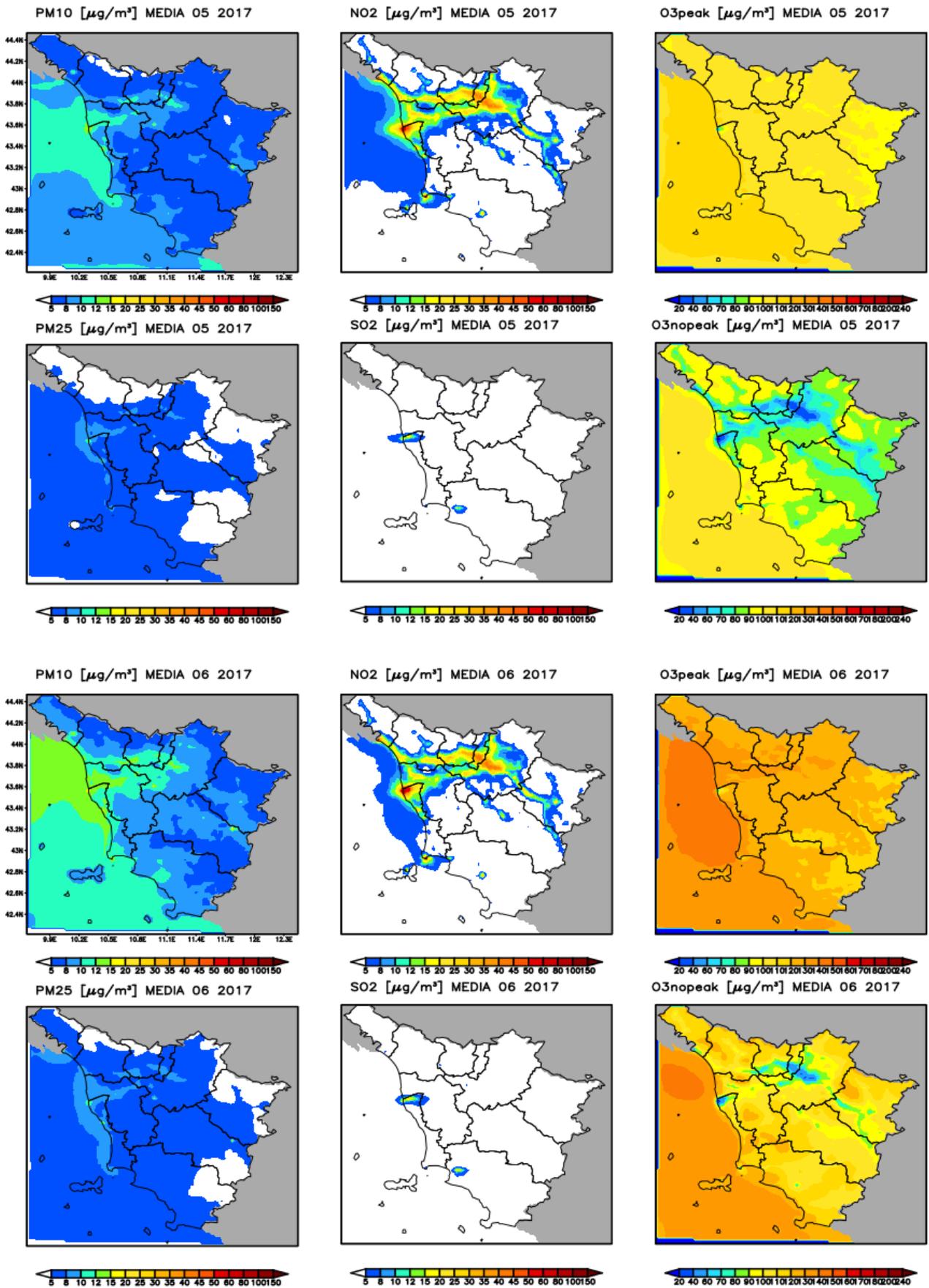
Skill

Sono fornite le tabelle di skill, calcolati su base giornaliera, tra osservazioni e dati modellistici, per tutti gli inquinanti per i periodi annuale, semestre caldo e semestre freddo (PAGG. 76 e segg.).

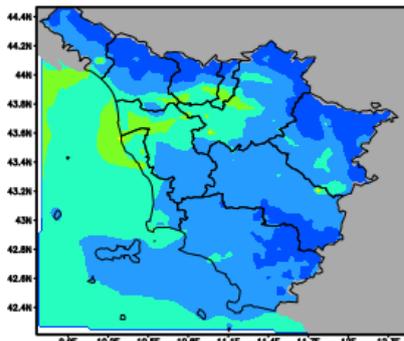
Mappe medie 2017



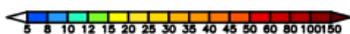
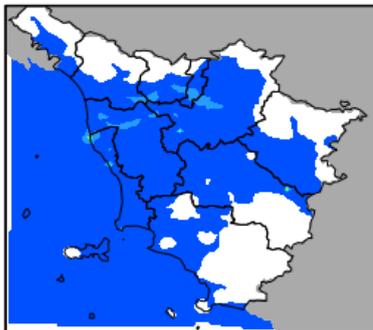




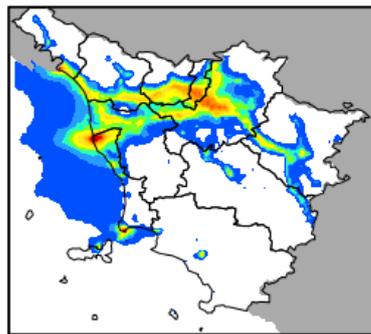
PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 07 2017



PM25 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 07 2017



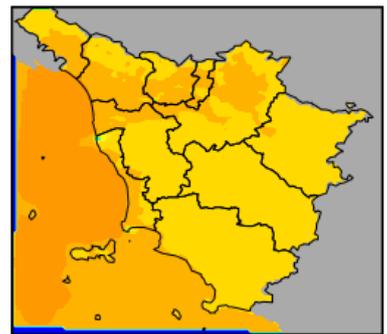
NO2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 07 2017



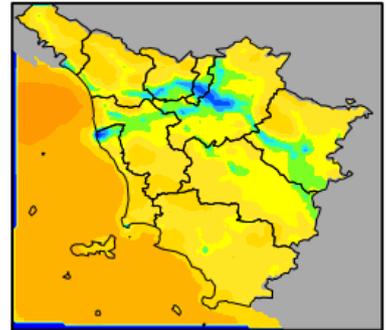
SO2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 07 2017



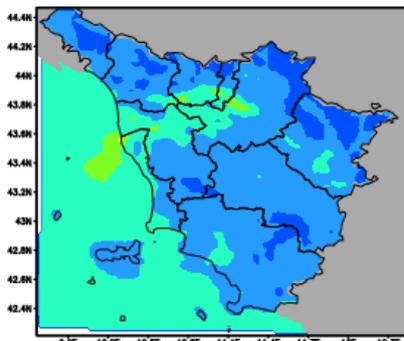
O3peak [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 07 2017



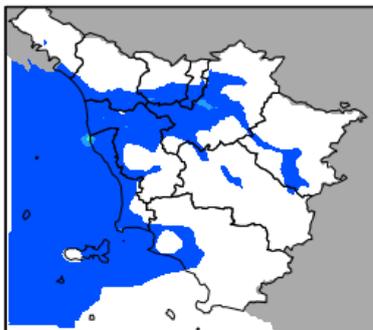
O3nopeak [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 07 2017



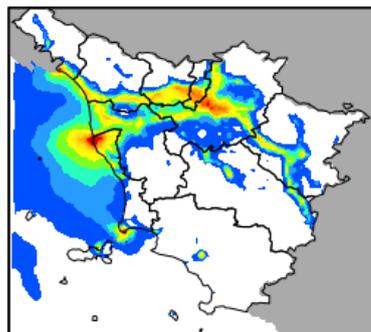
PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 08 2017



PM25 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 08 2017



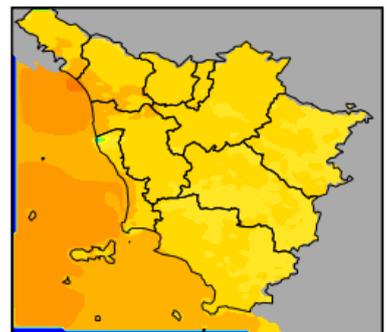
NO2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 08 2017



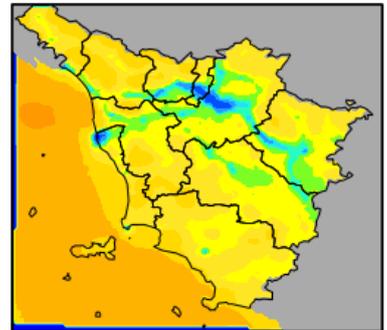
SO2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 08 2017

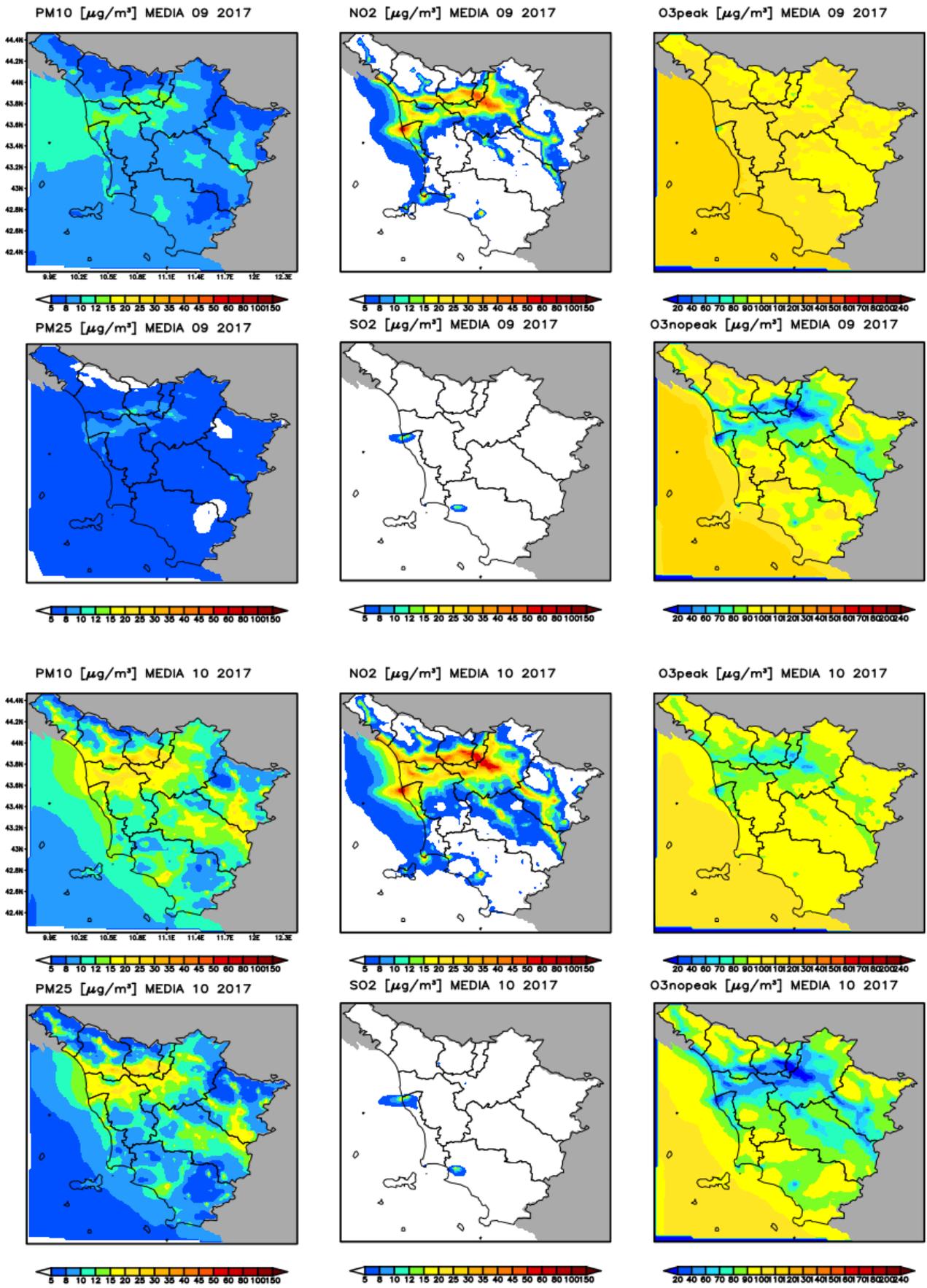


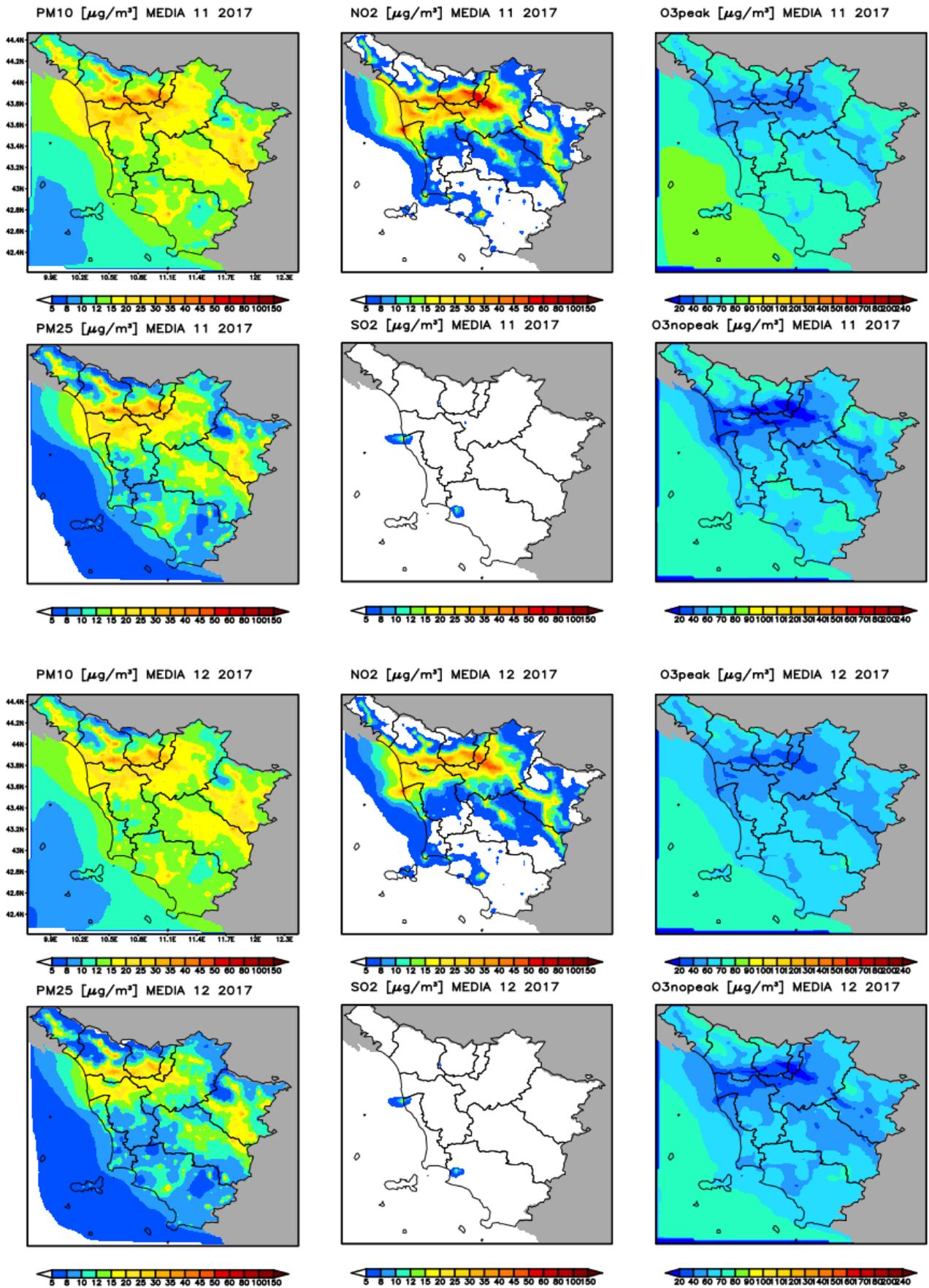
O3peak [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 08 2017

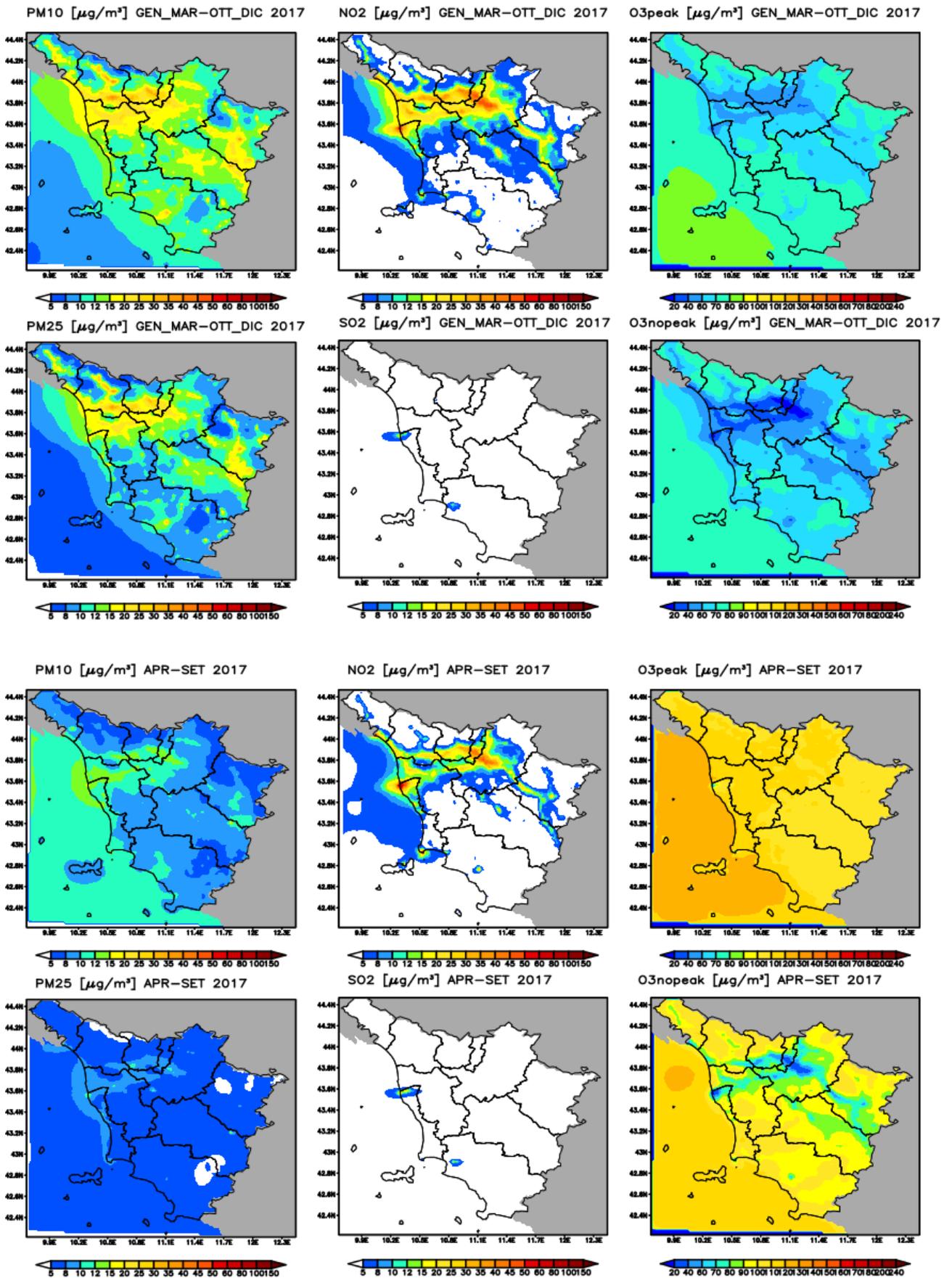


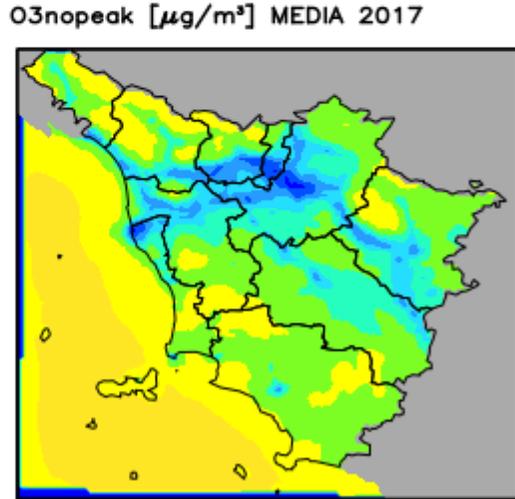
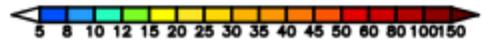
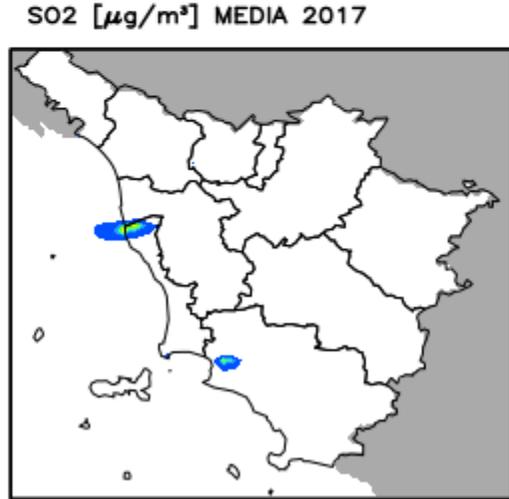
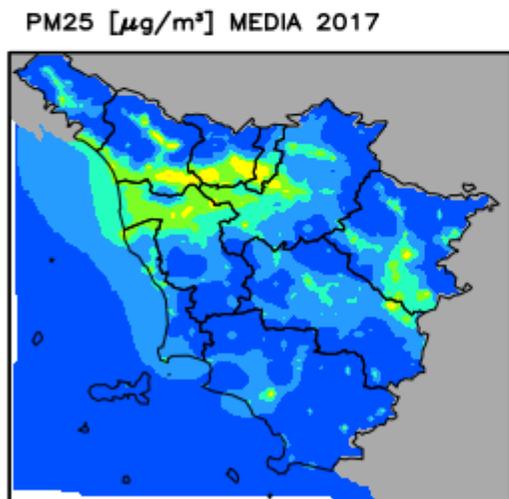
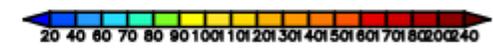
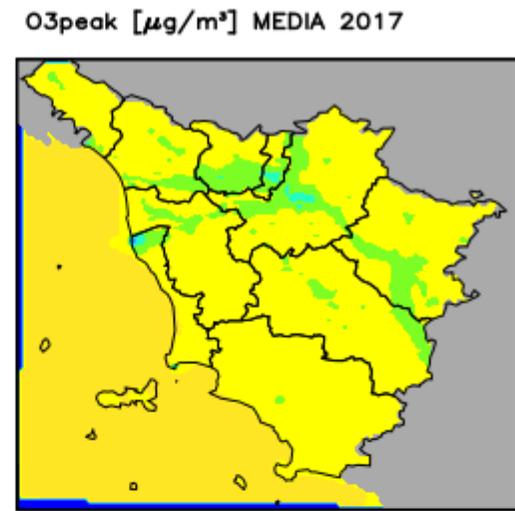
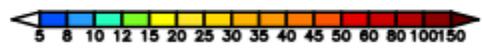
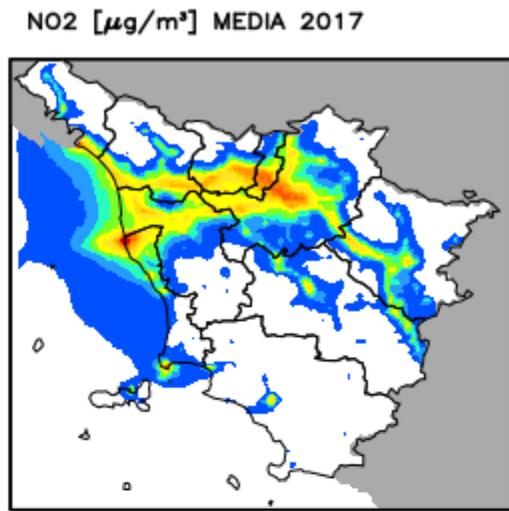
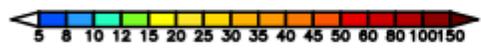
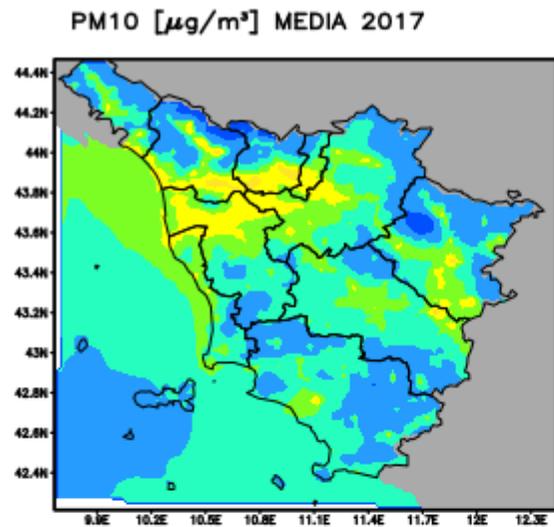
O3nopeak [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 08 2017





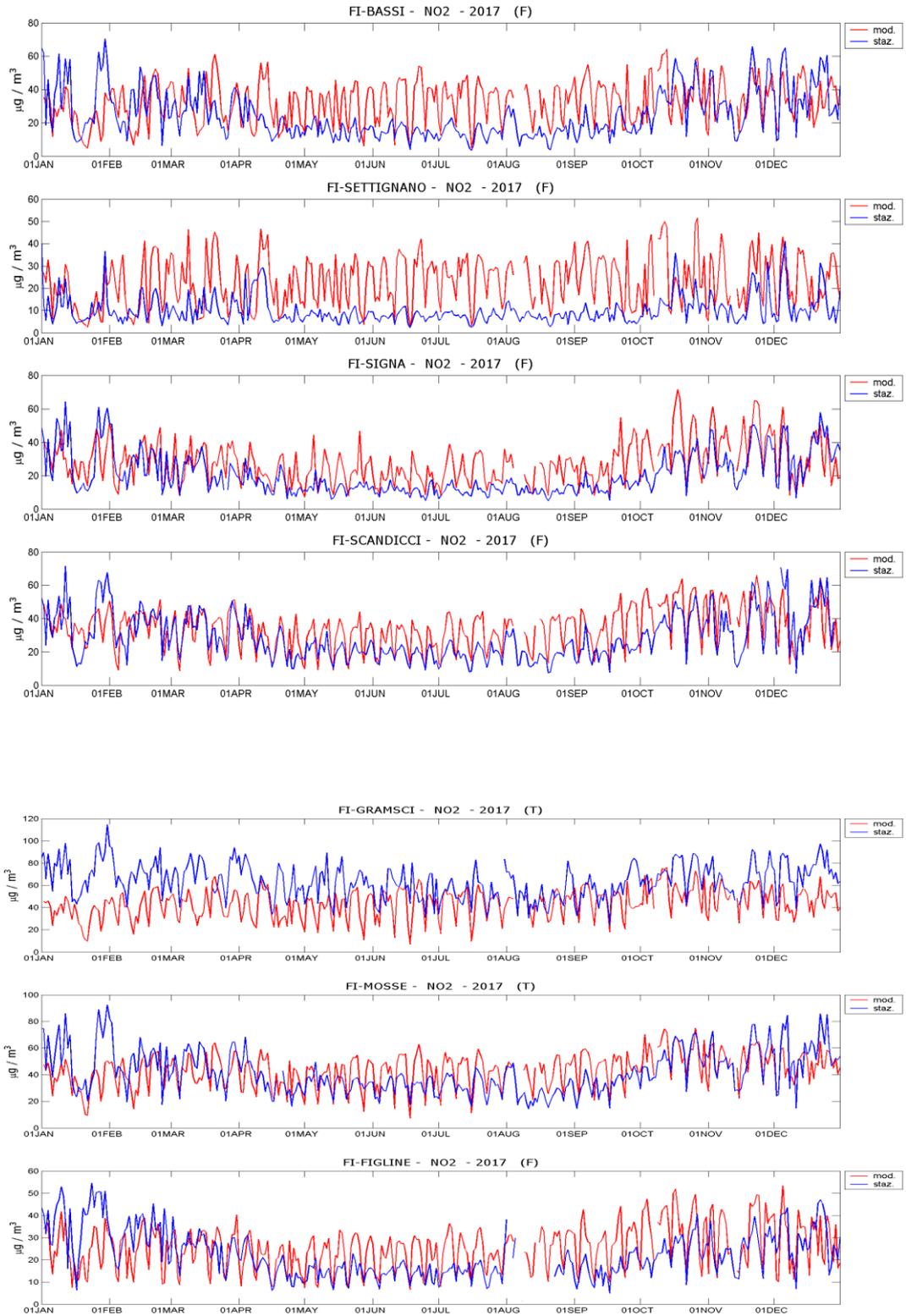


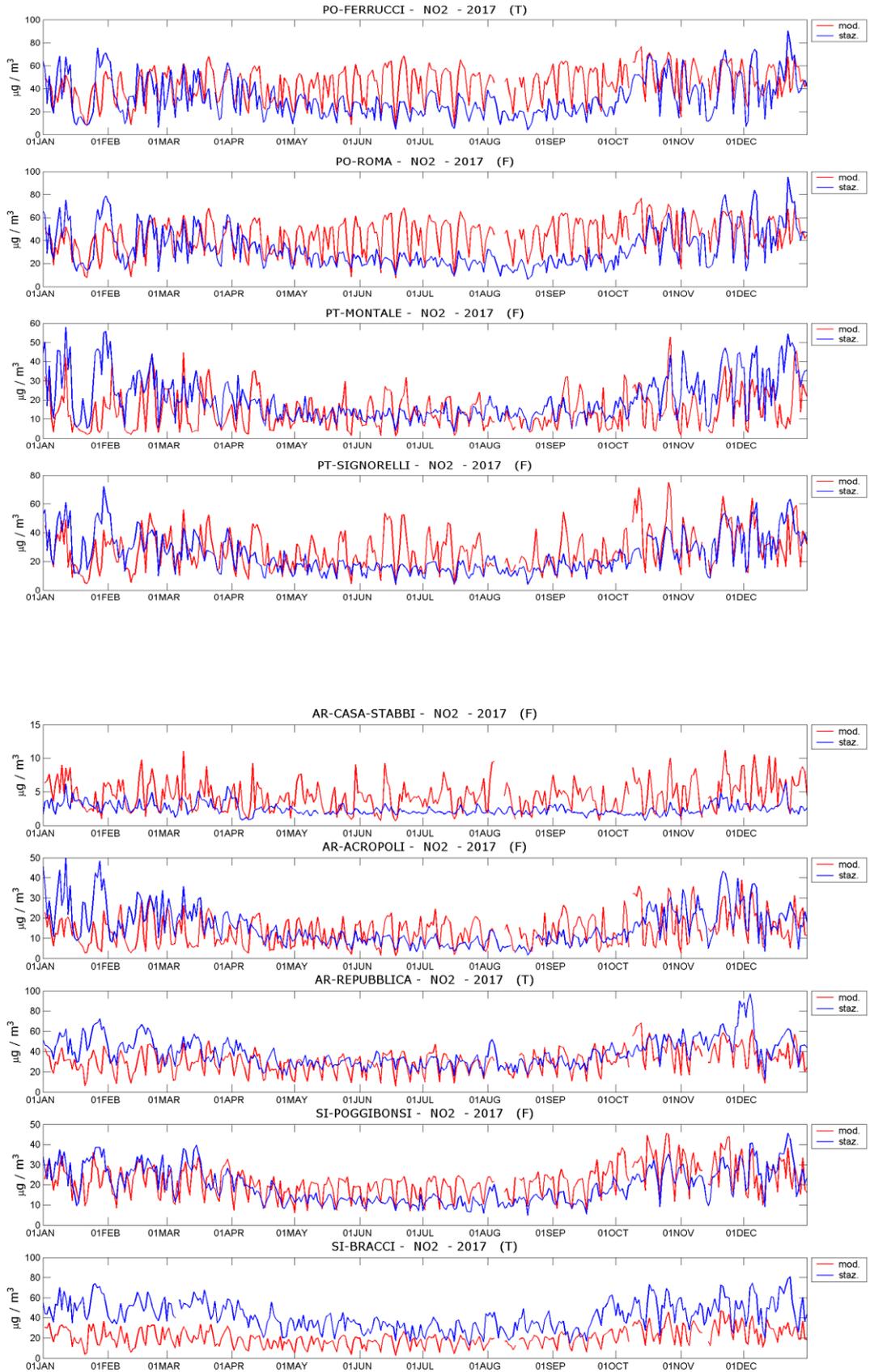


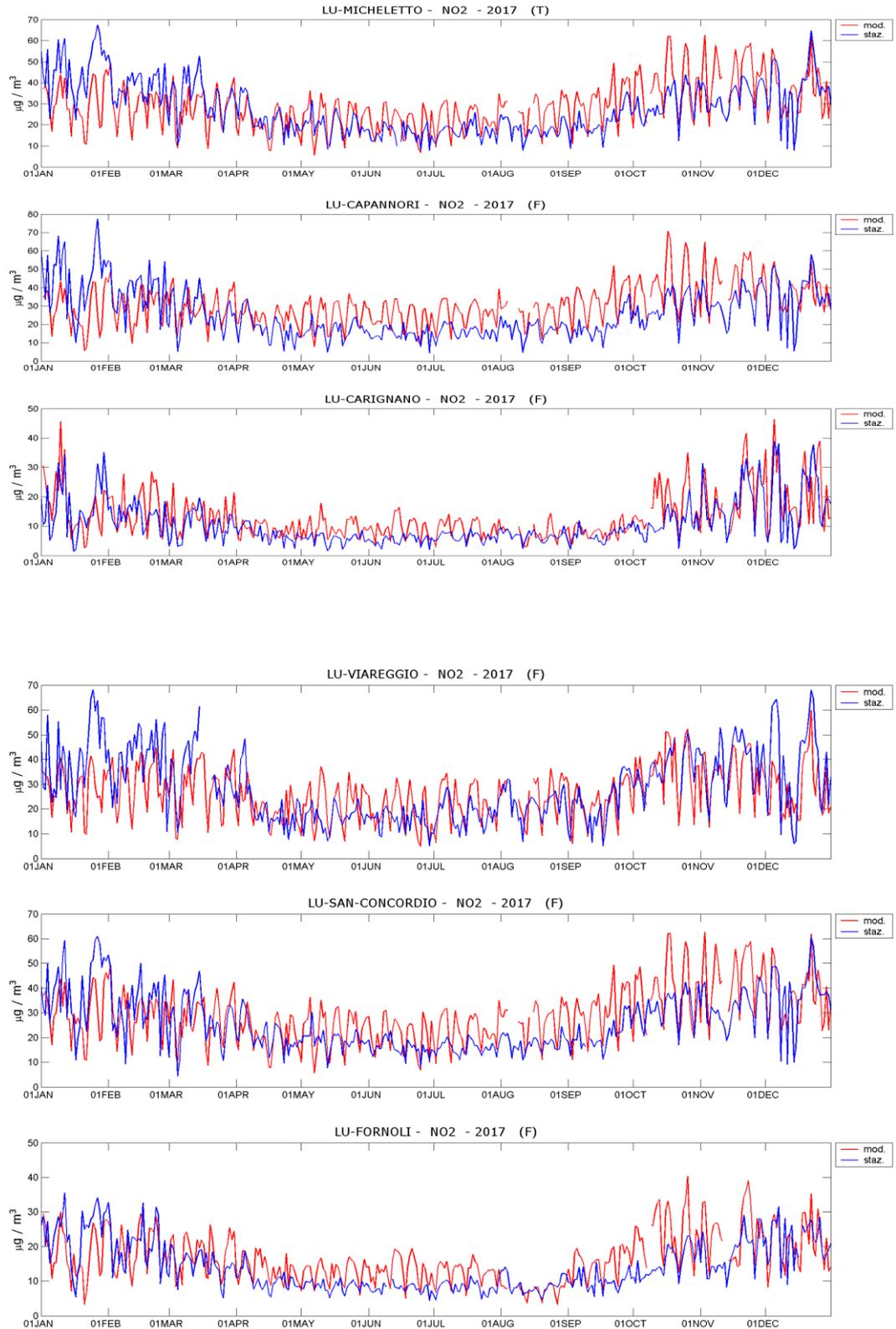


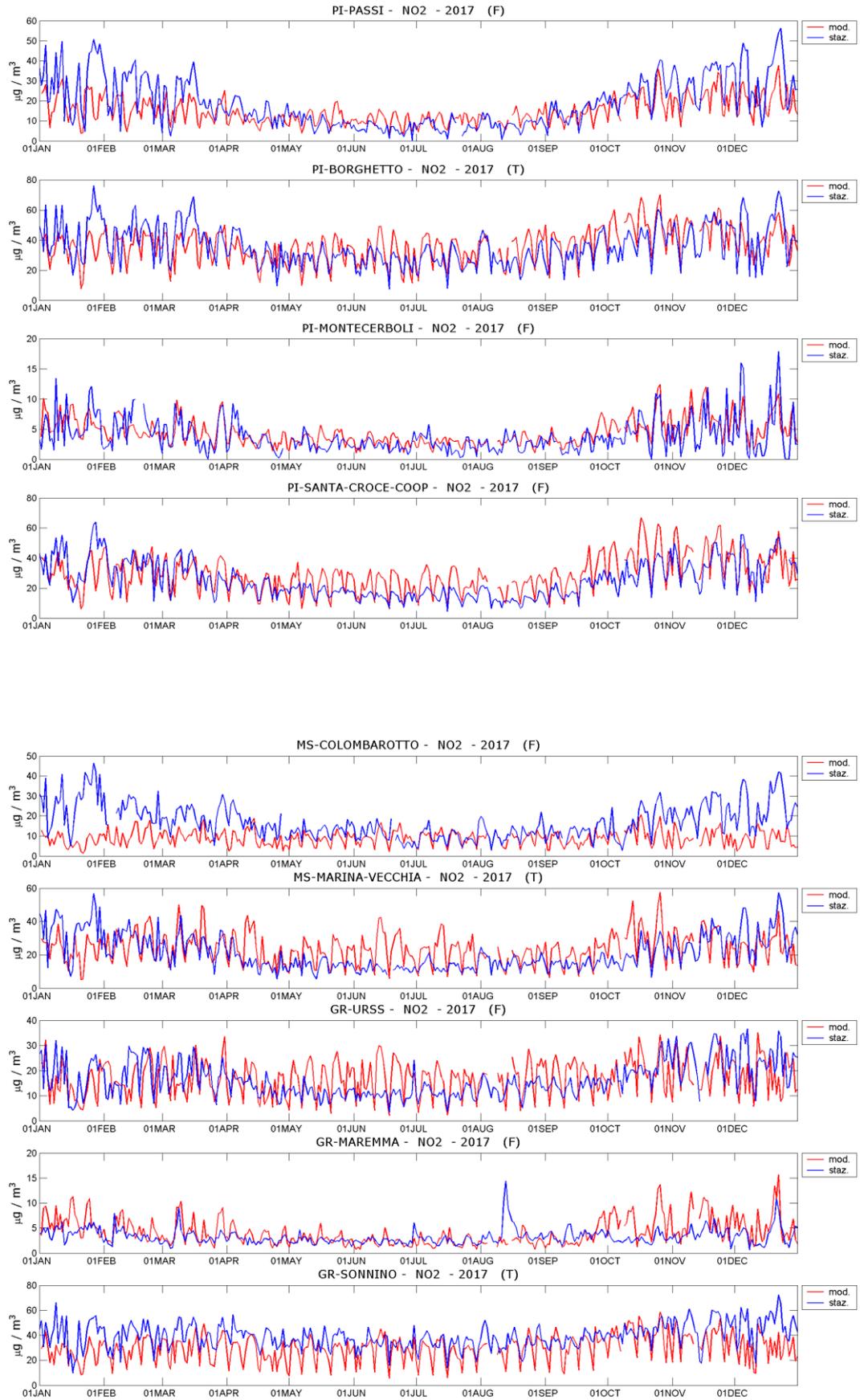
Serie storiche 2017

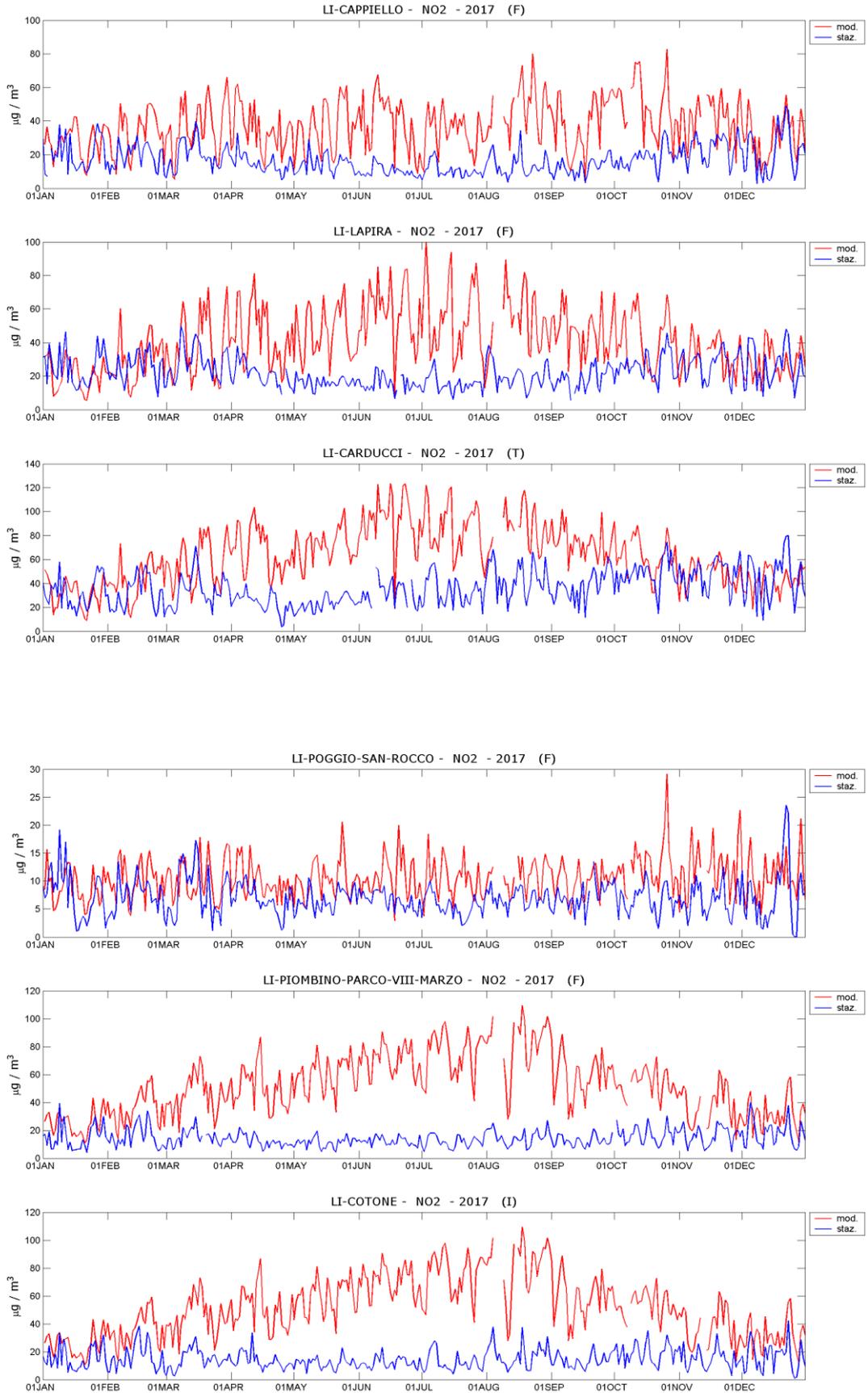
NO2



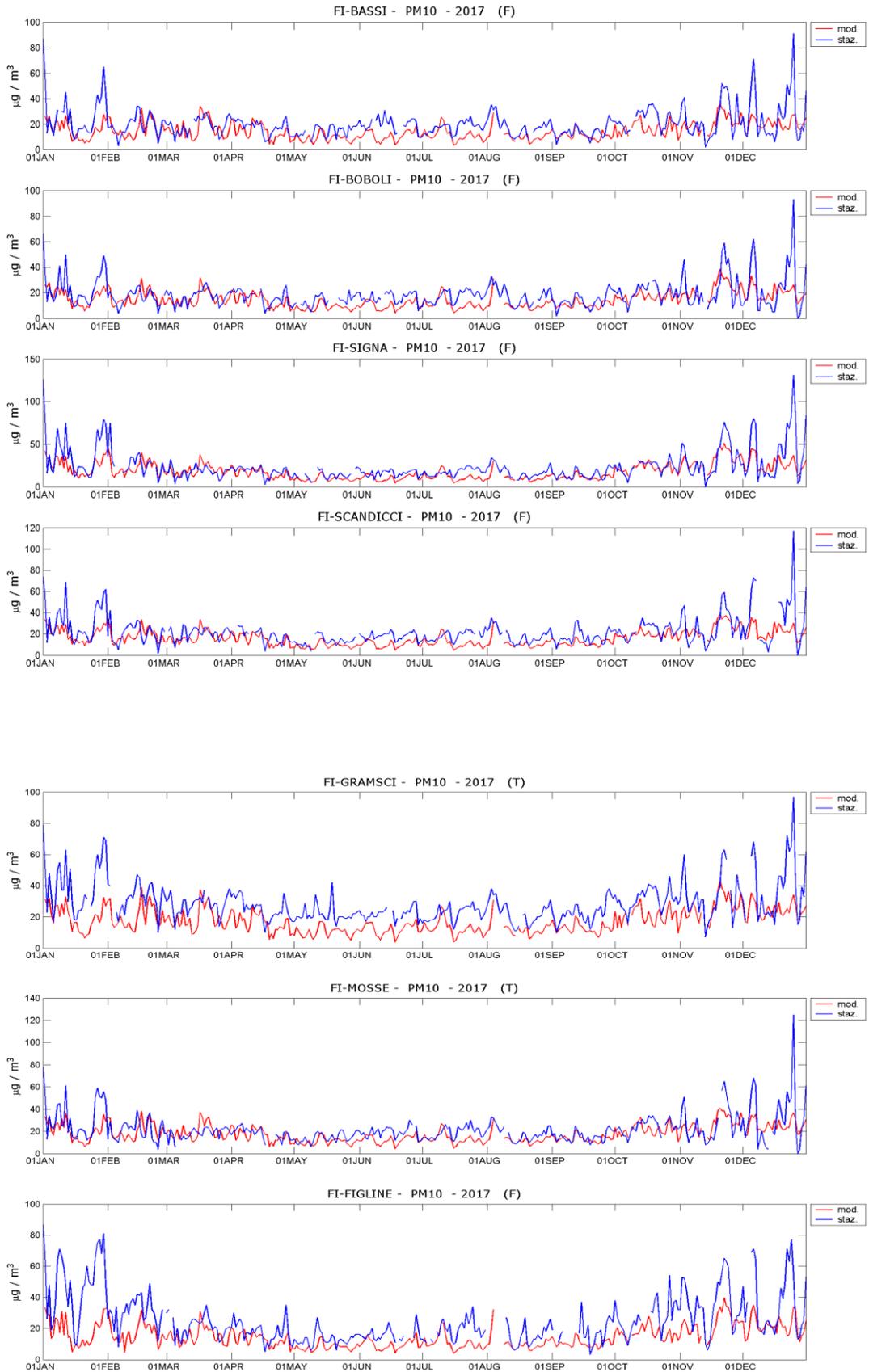


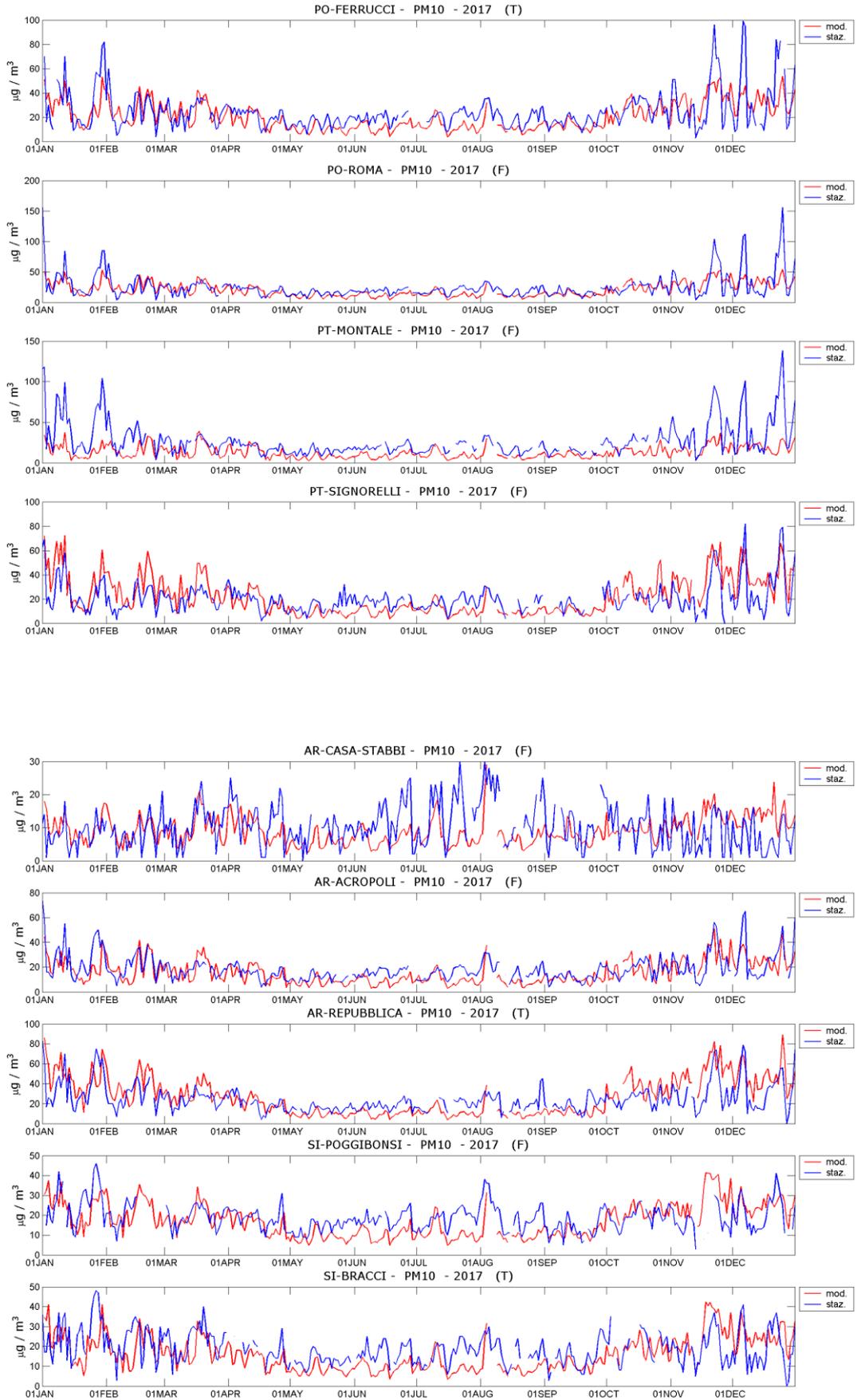


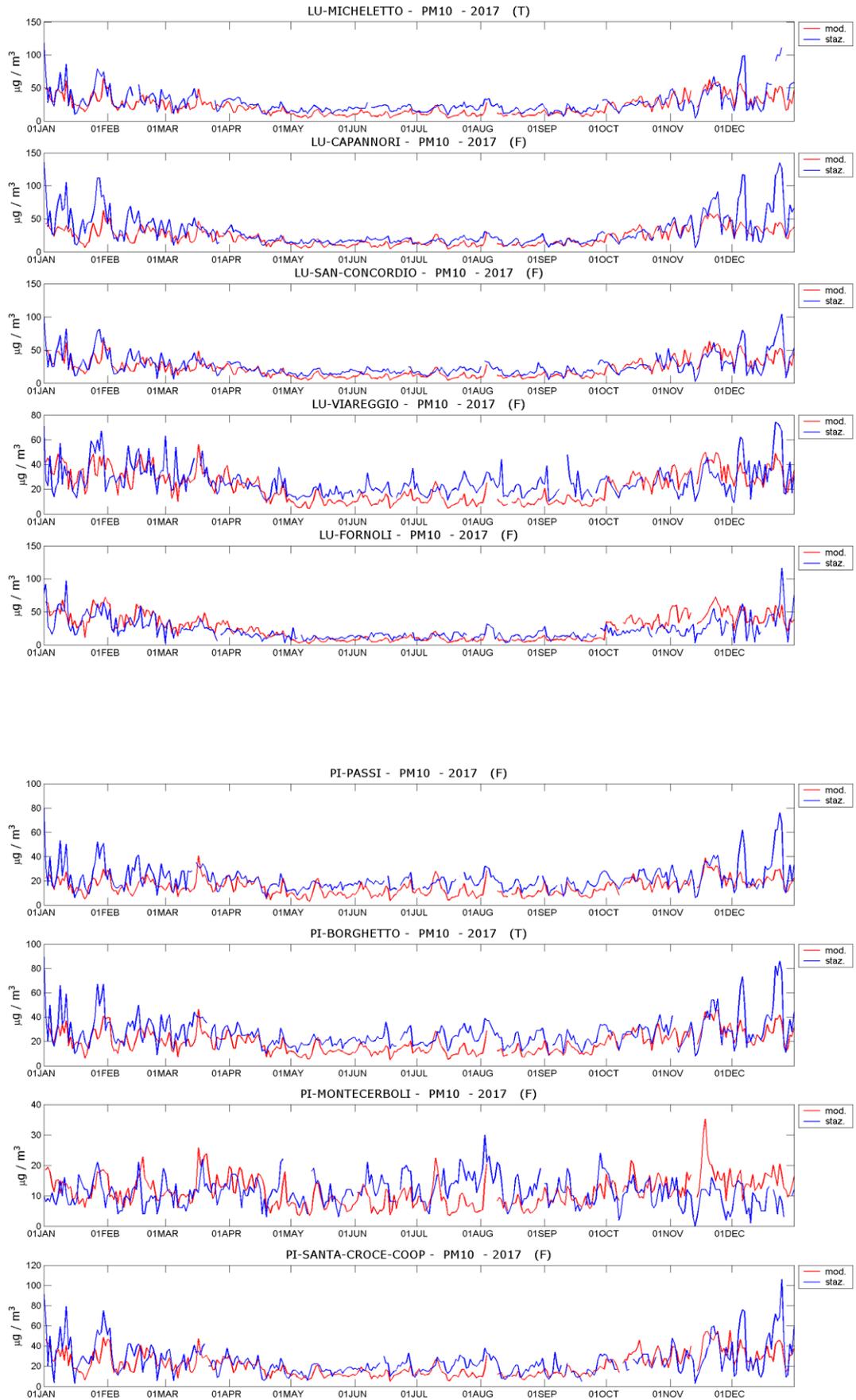


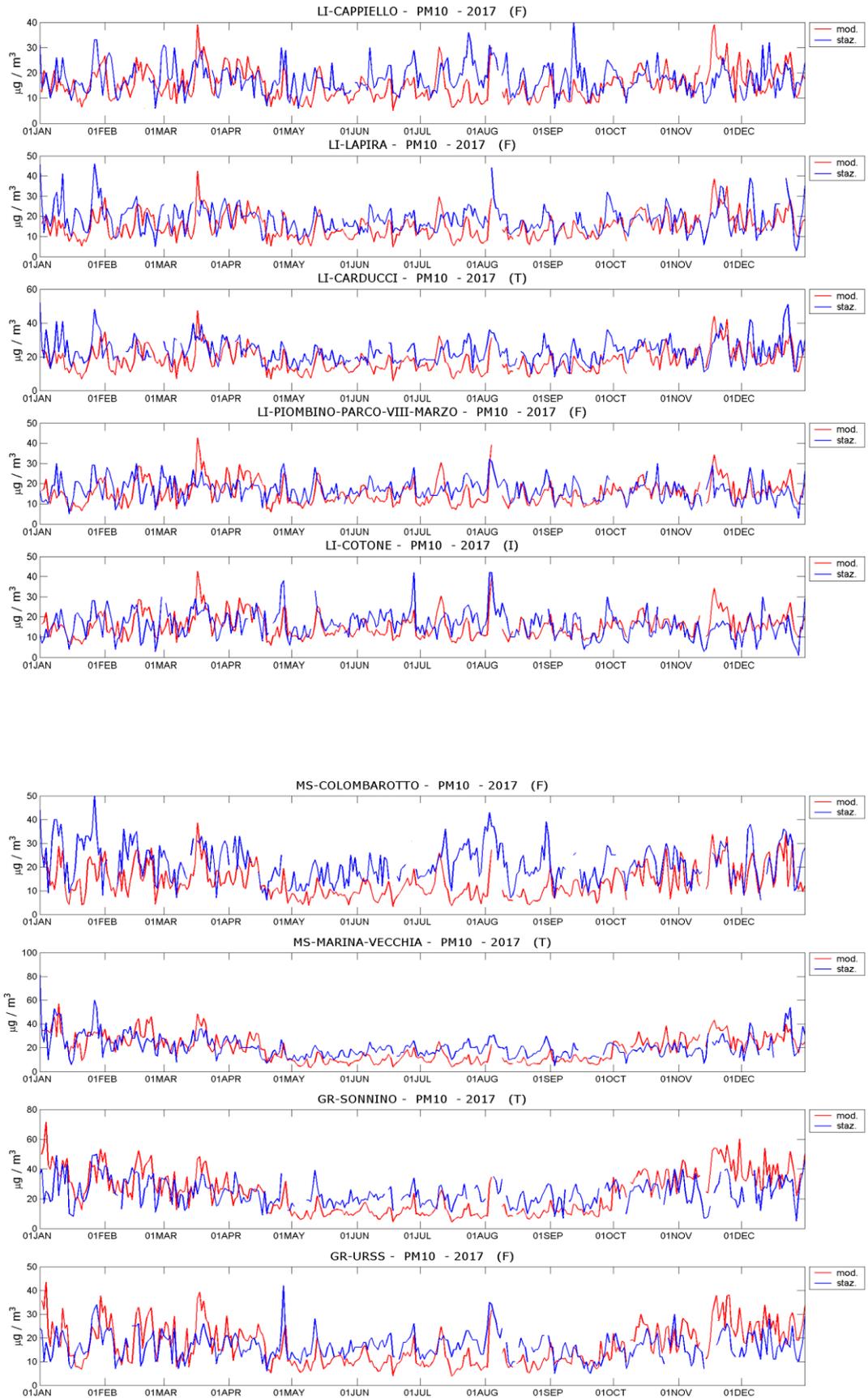


PM10

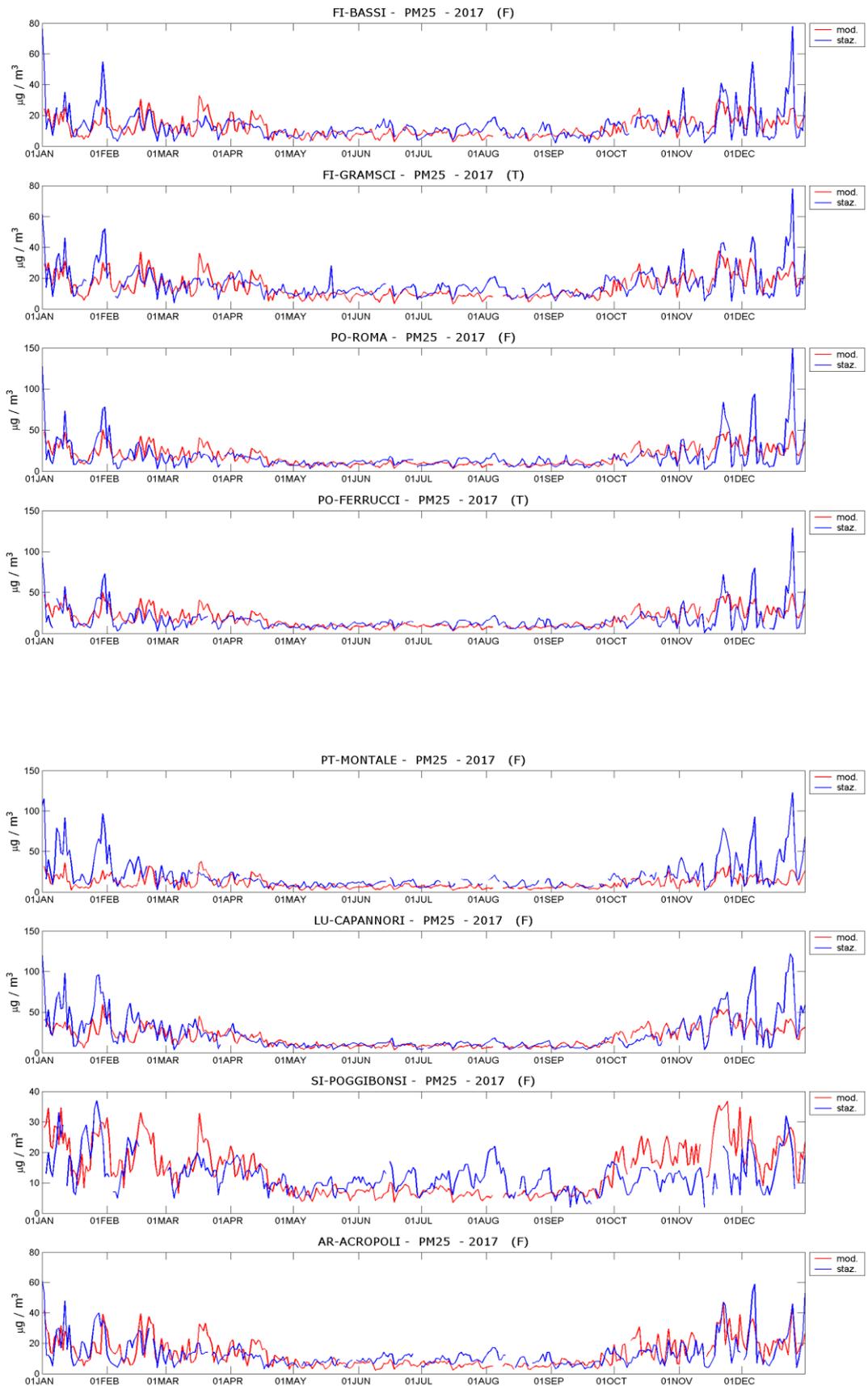






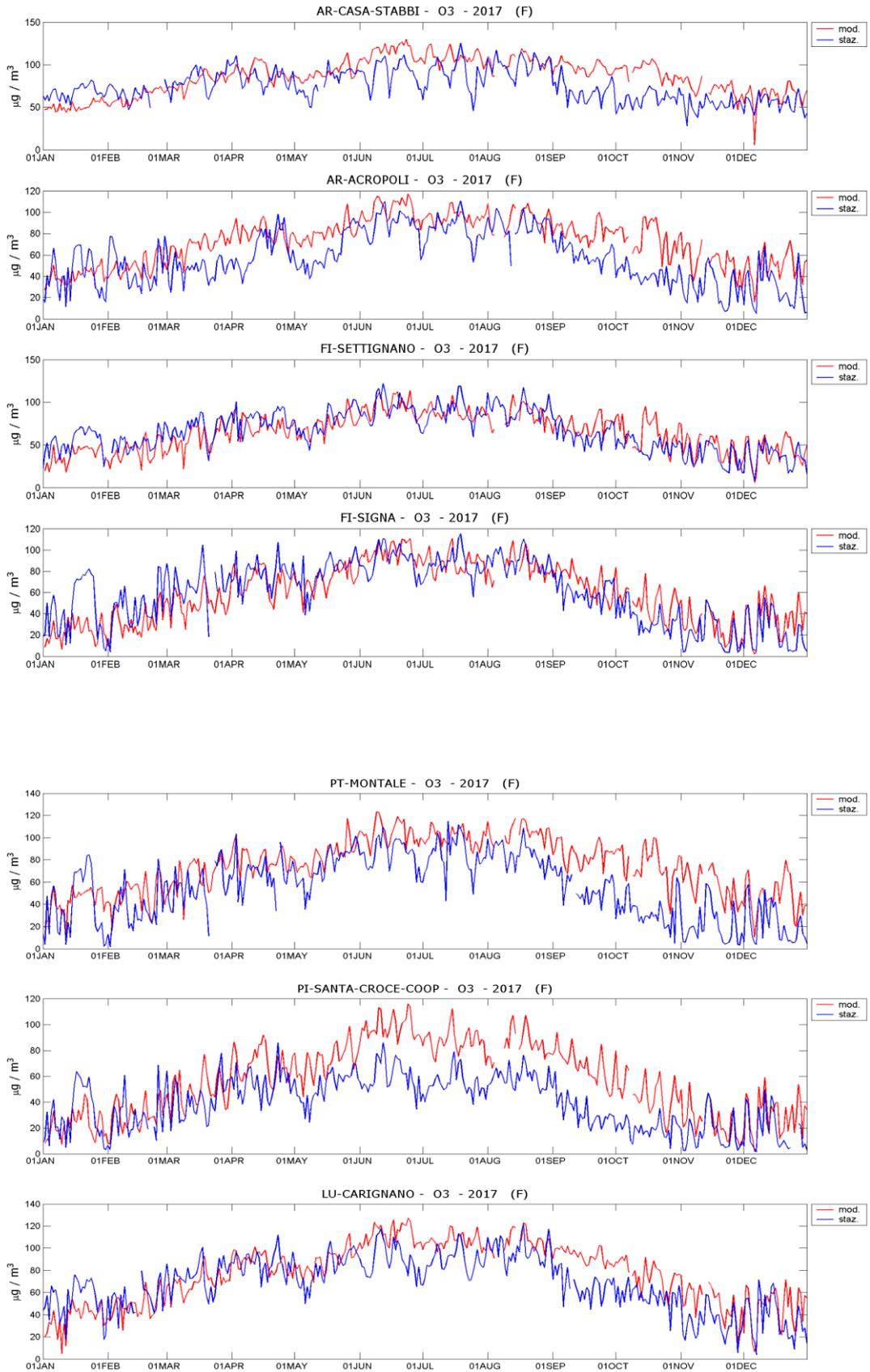


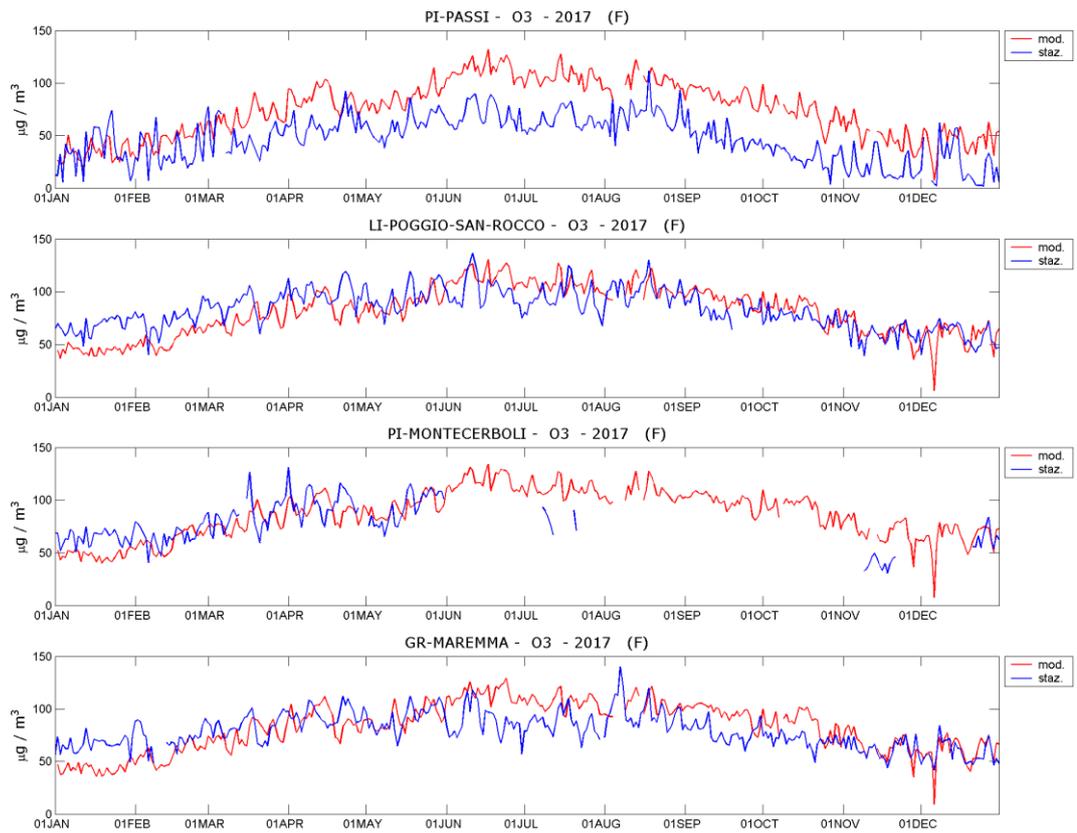
PM2.5



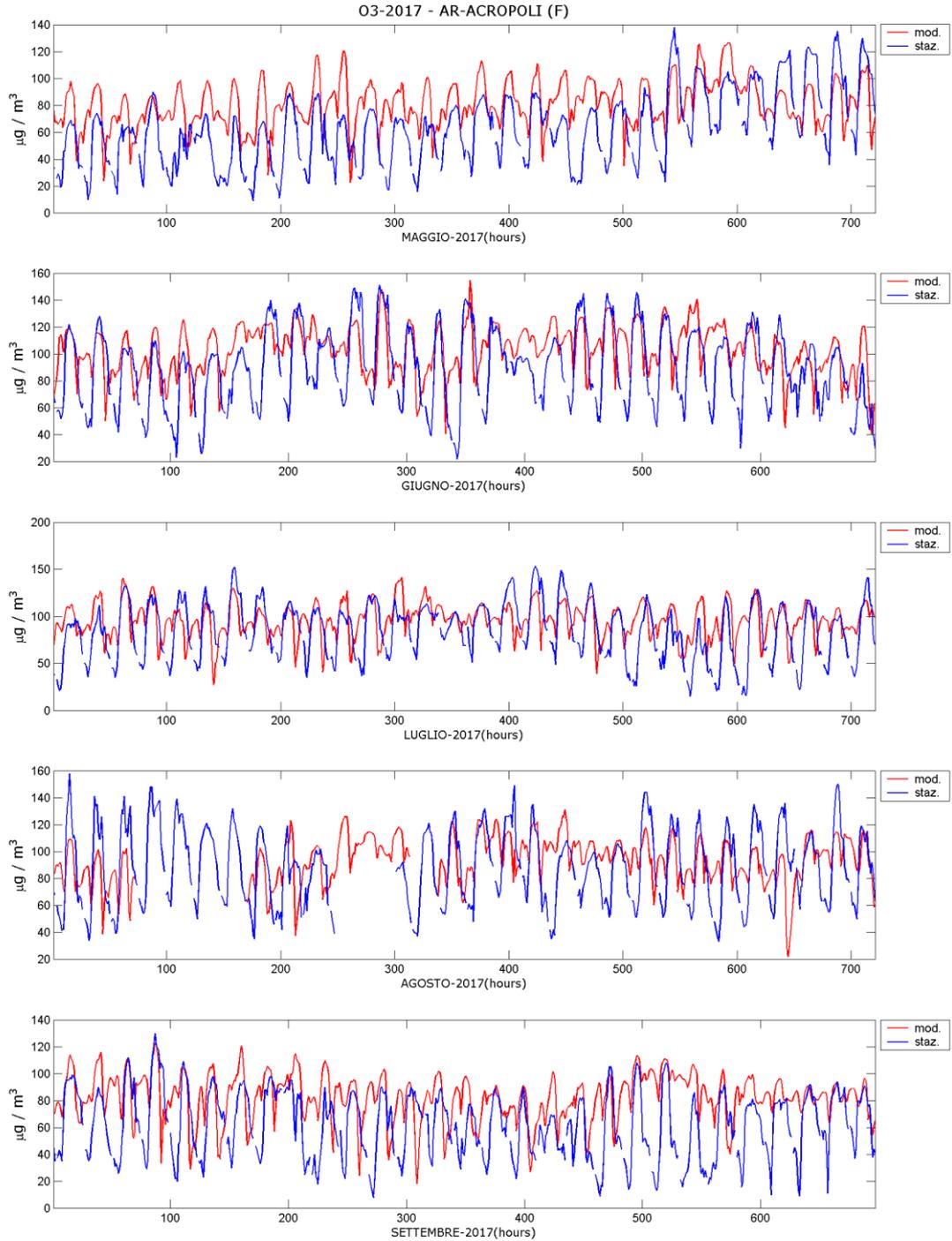


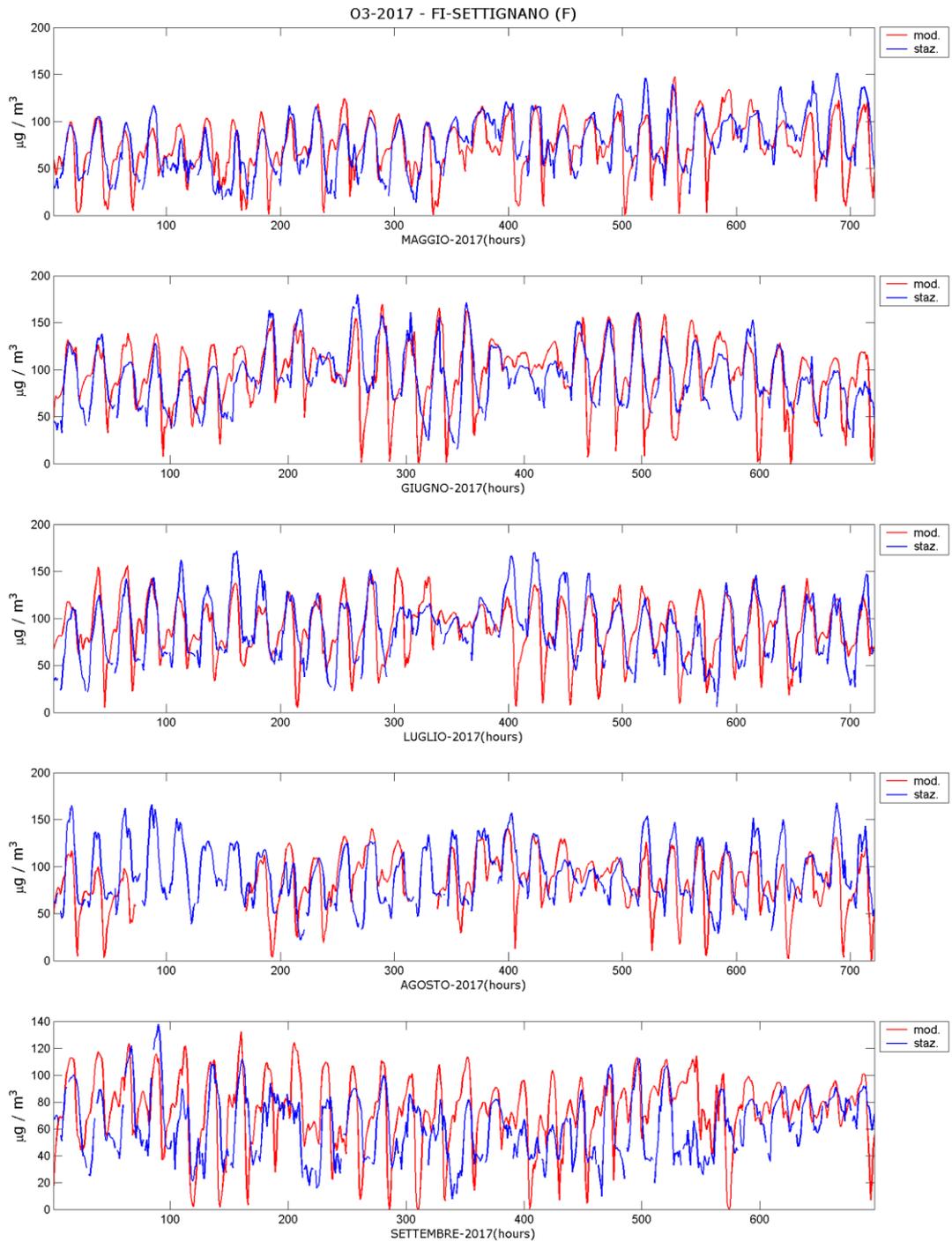
O3

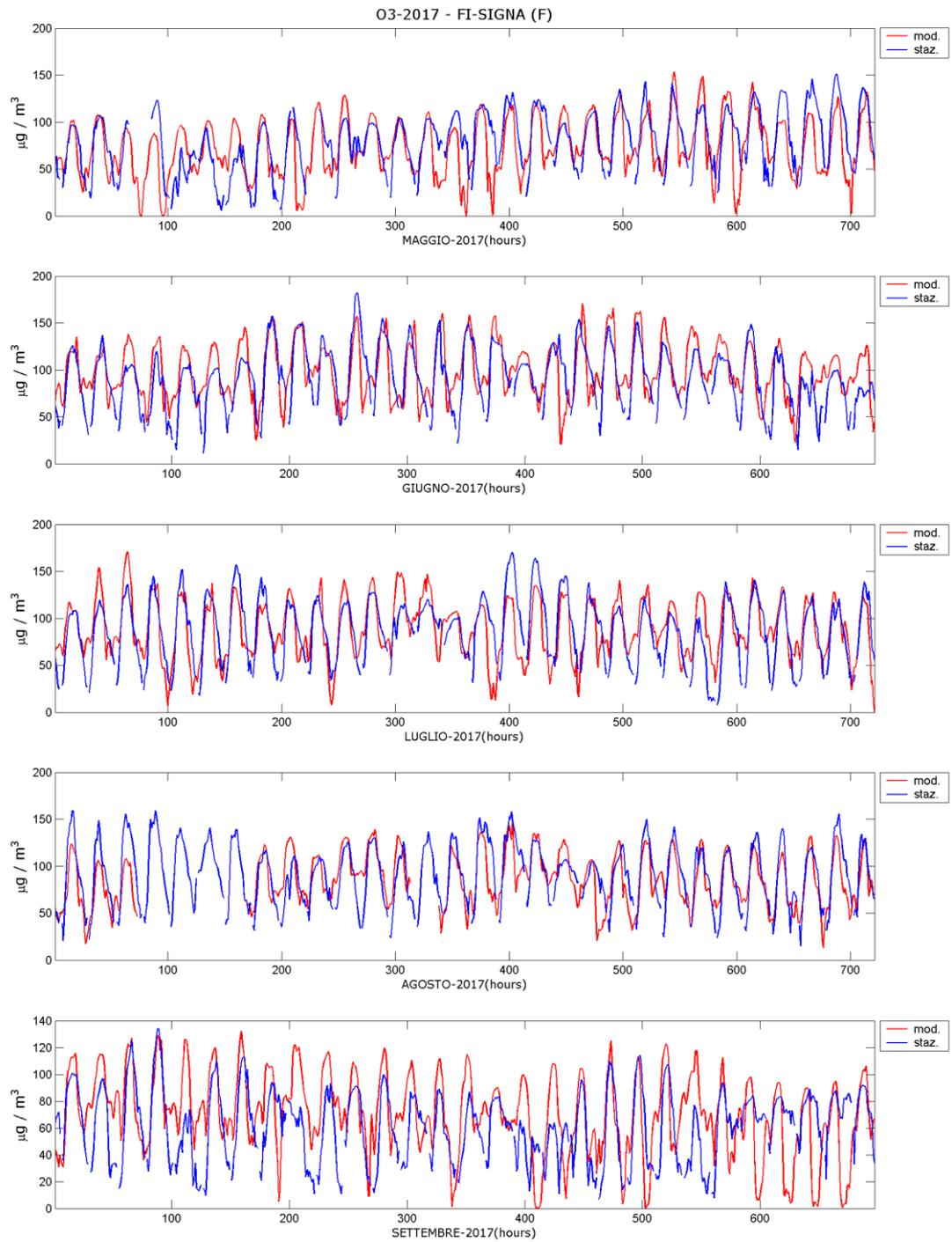


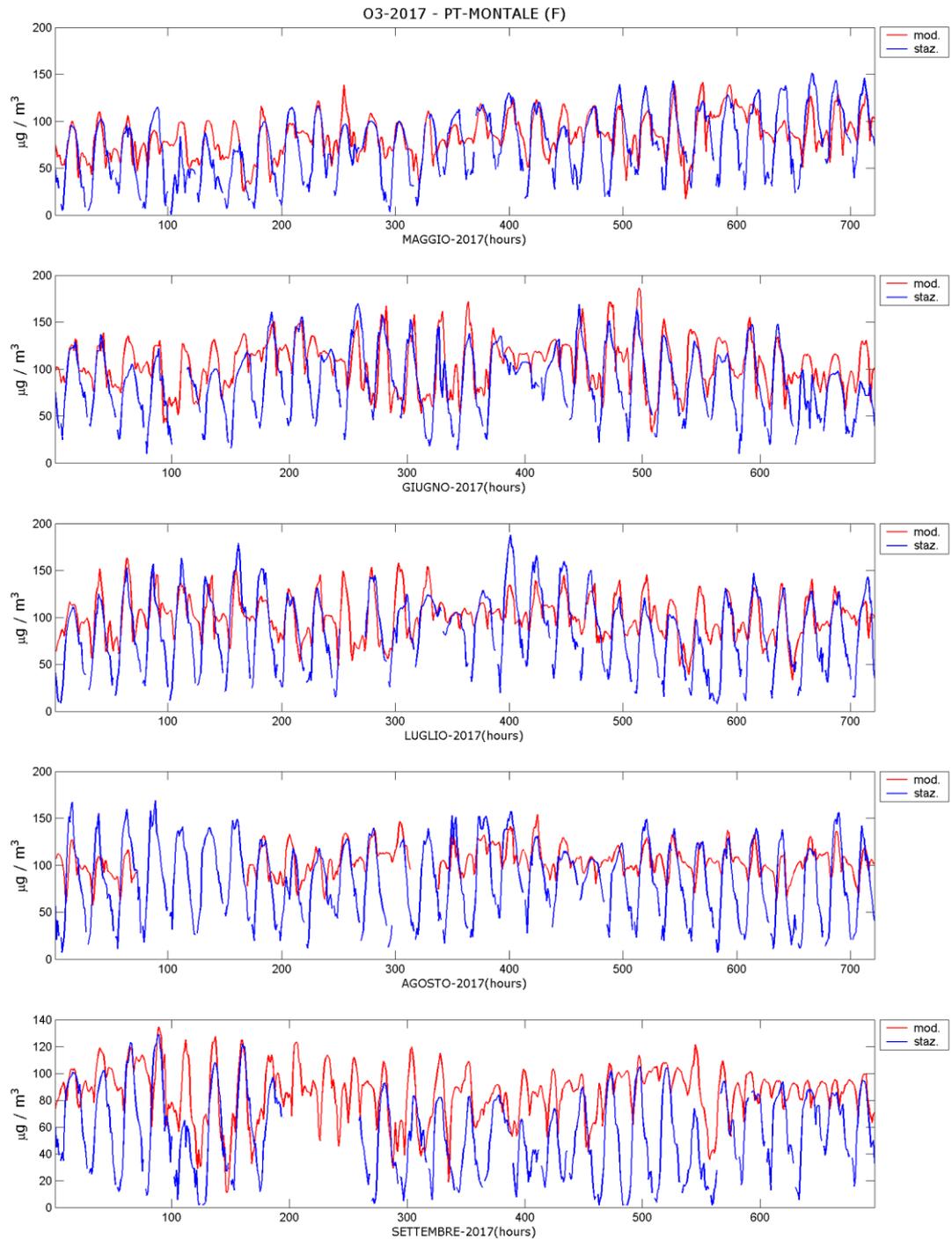


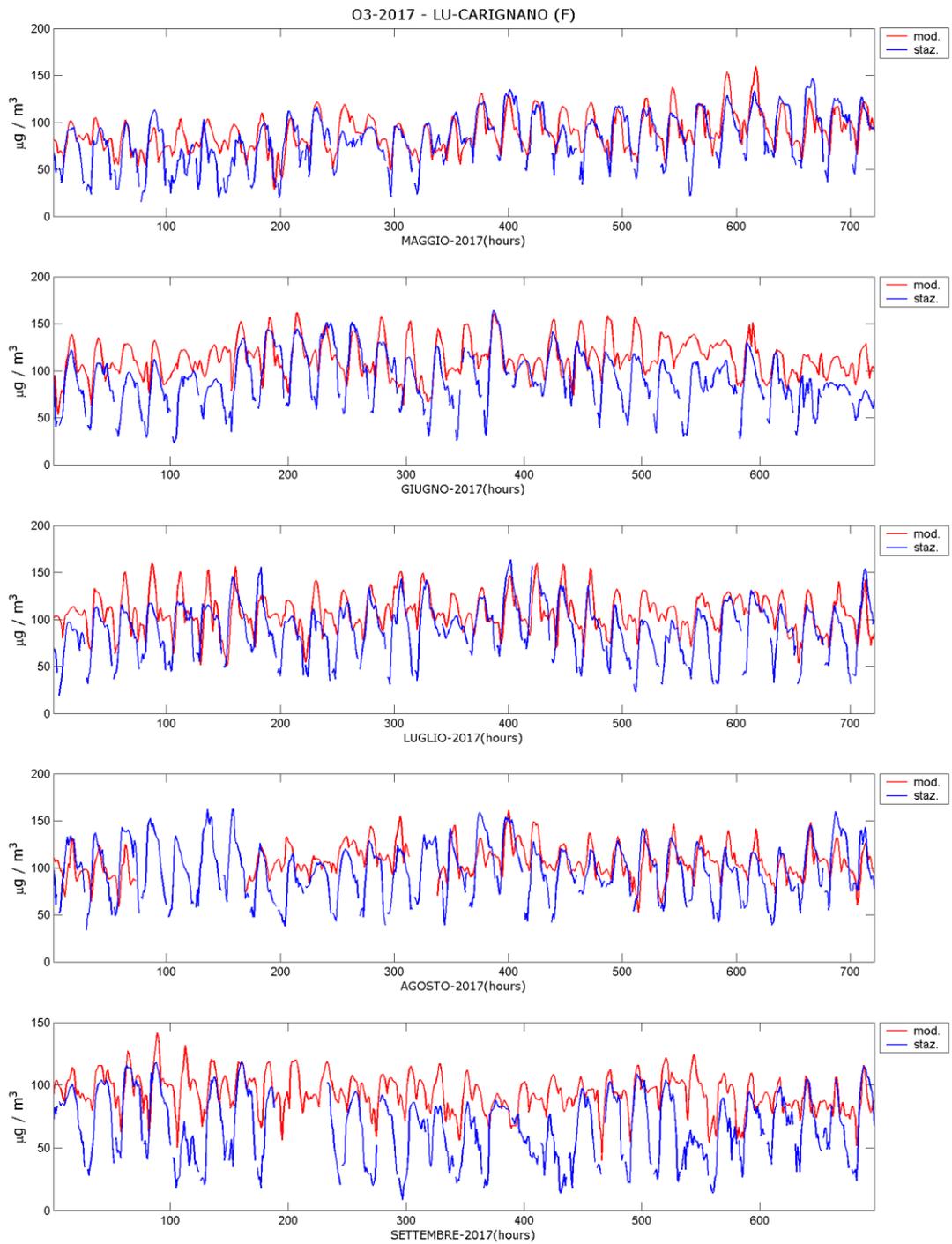
O3 orarie mensili

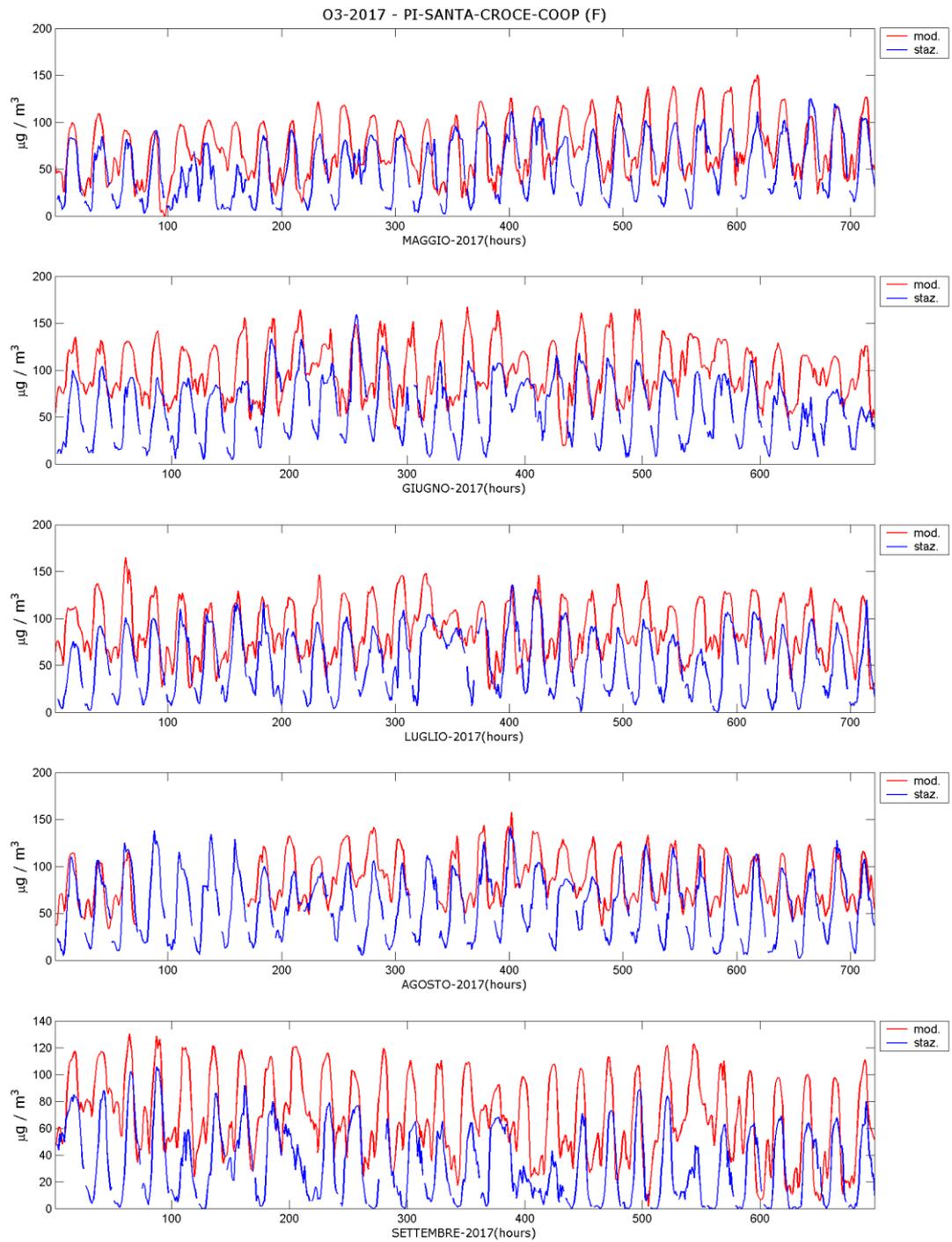


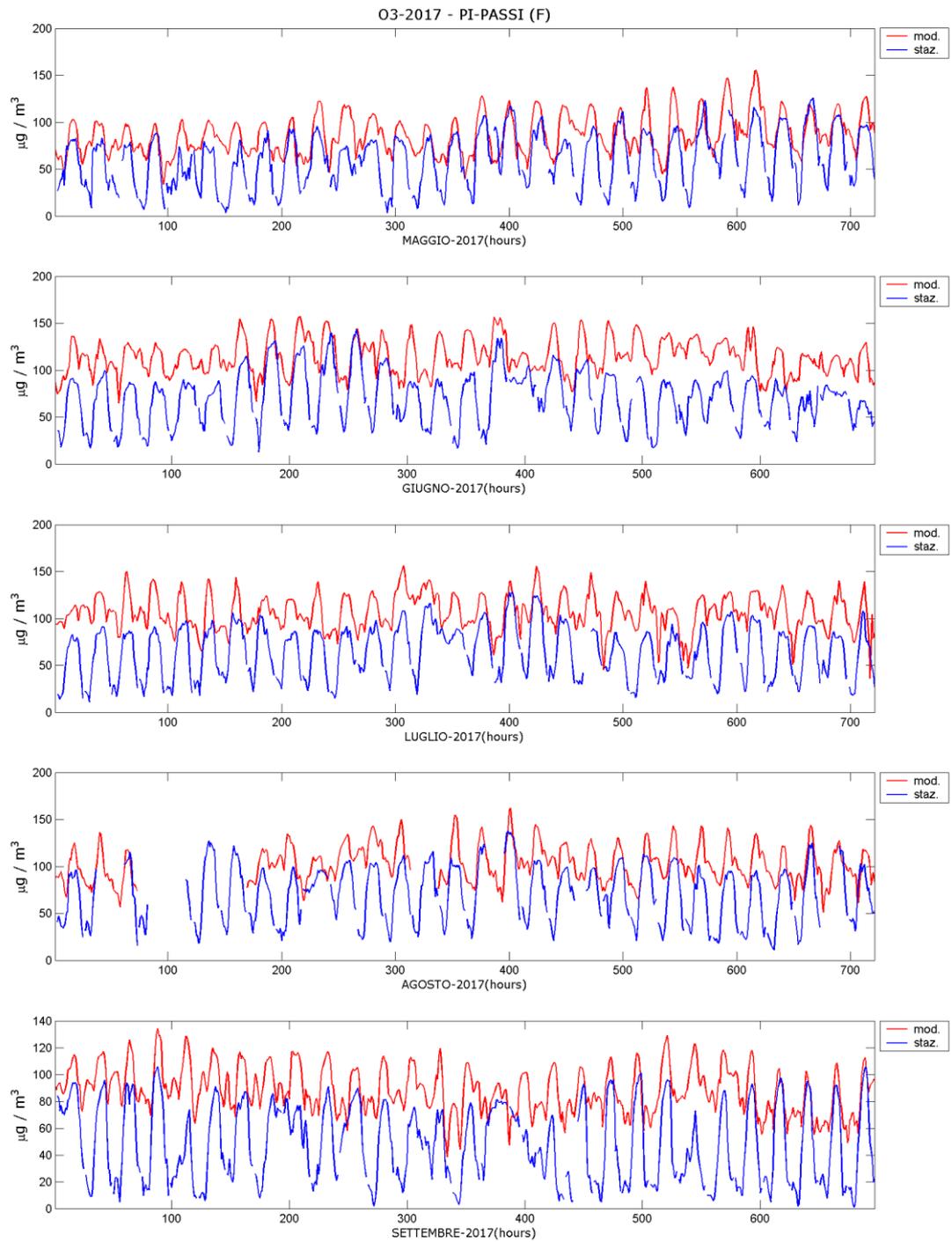


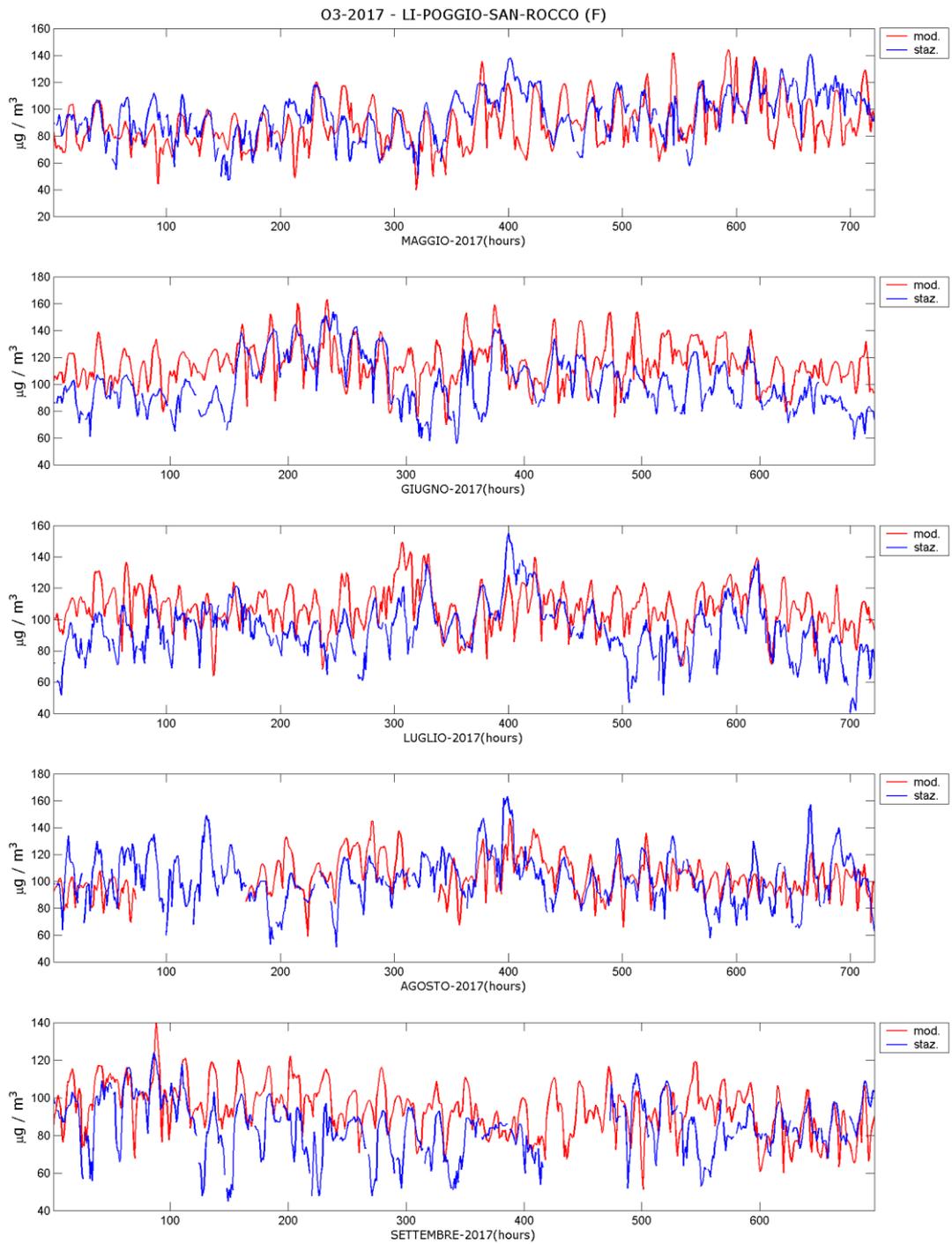


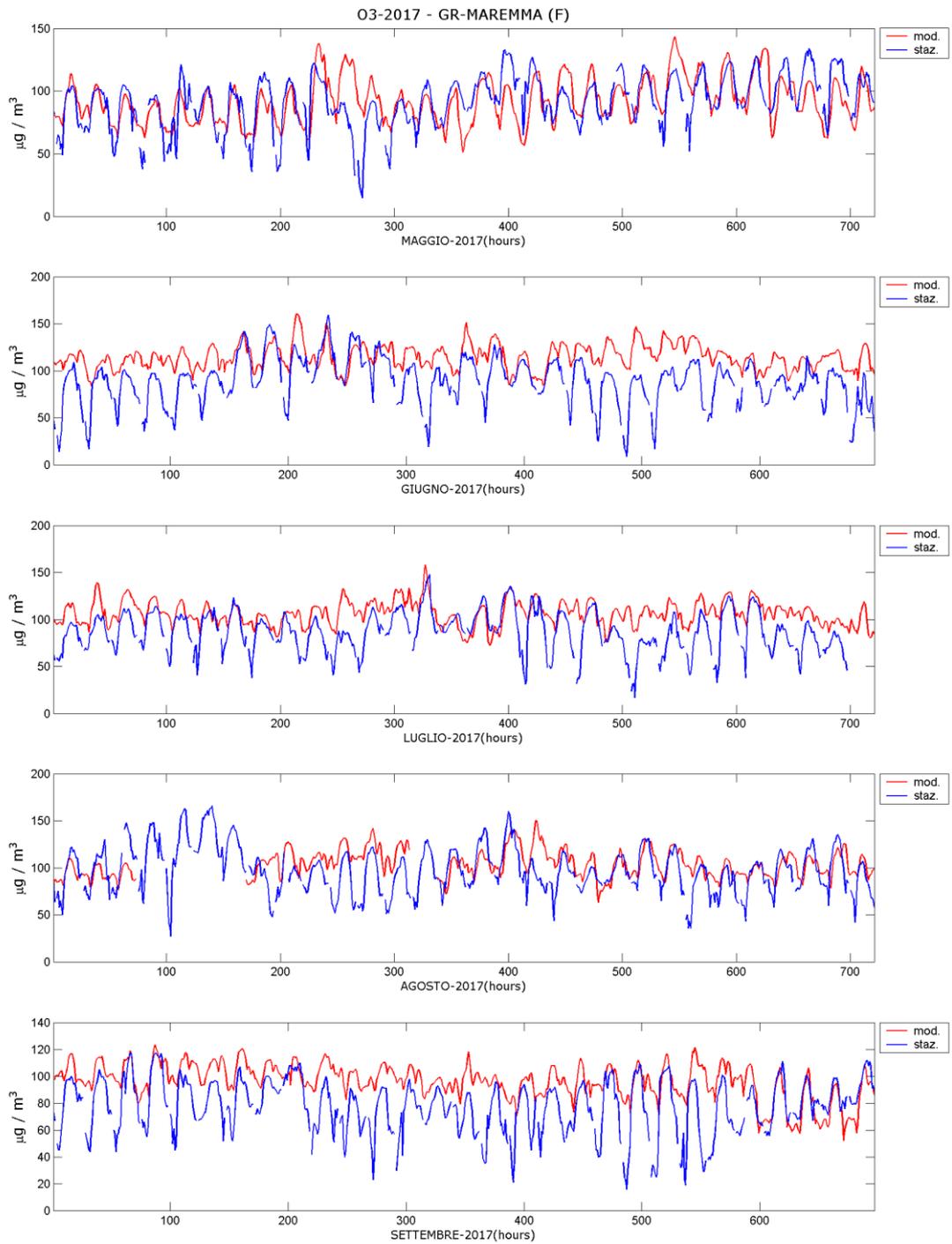


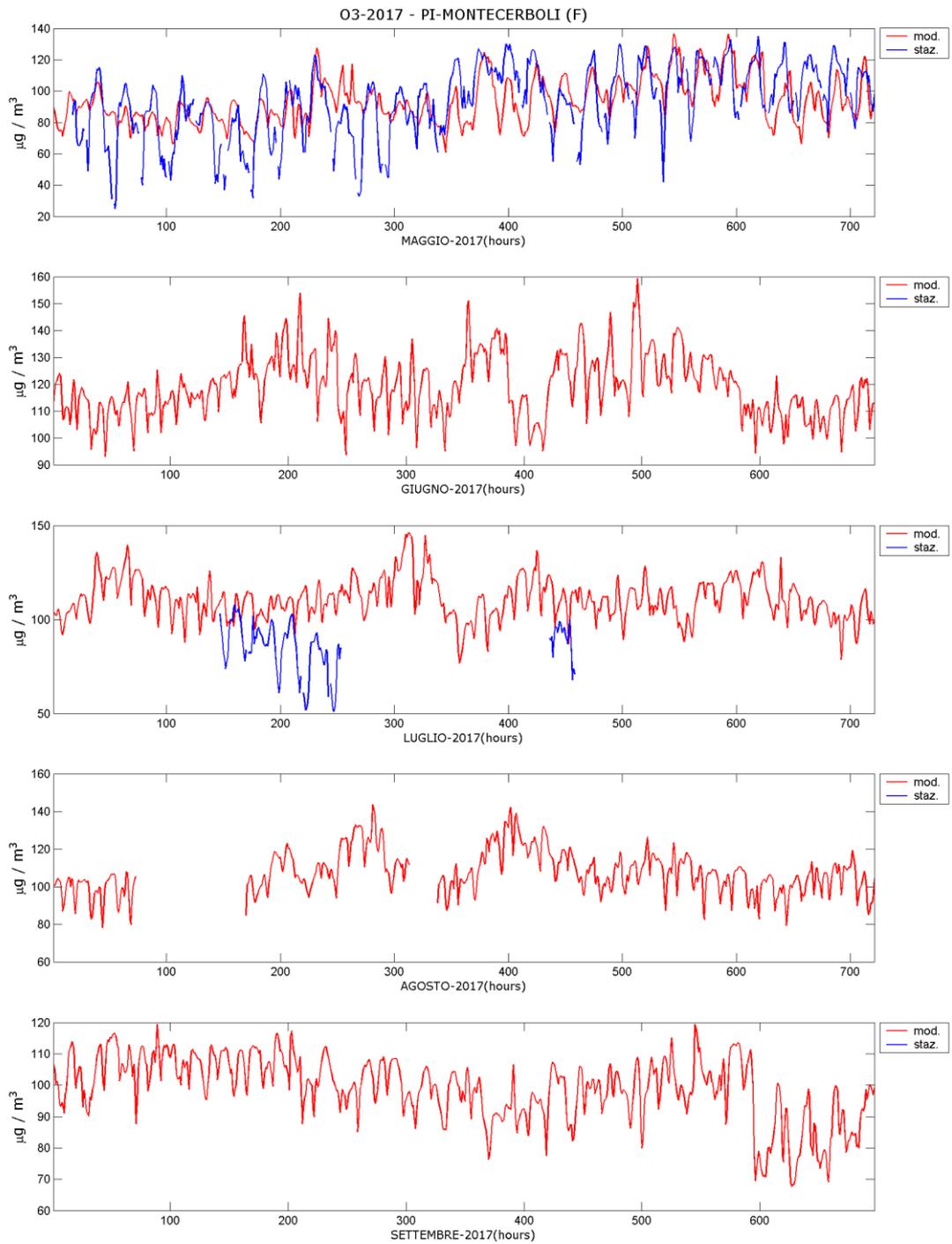


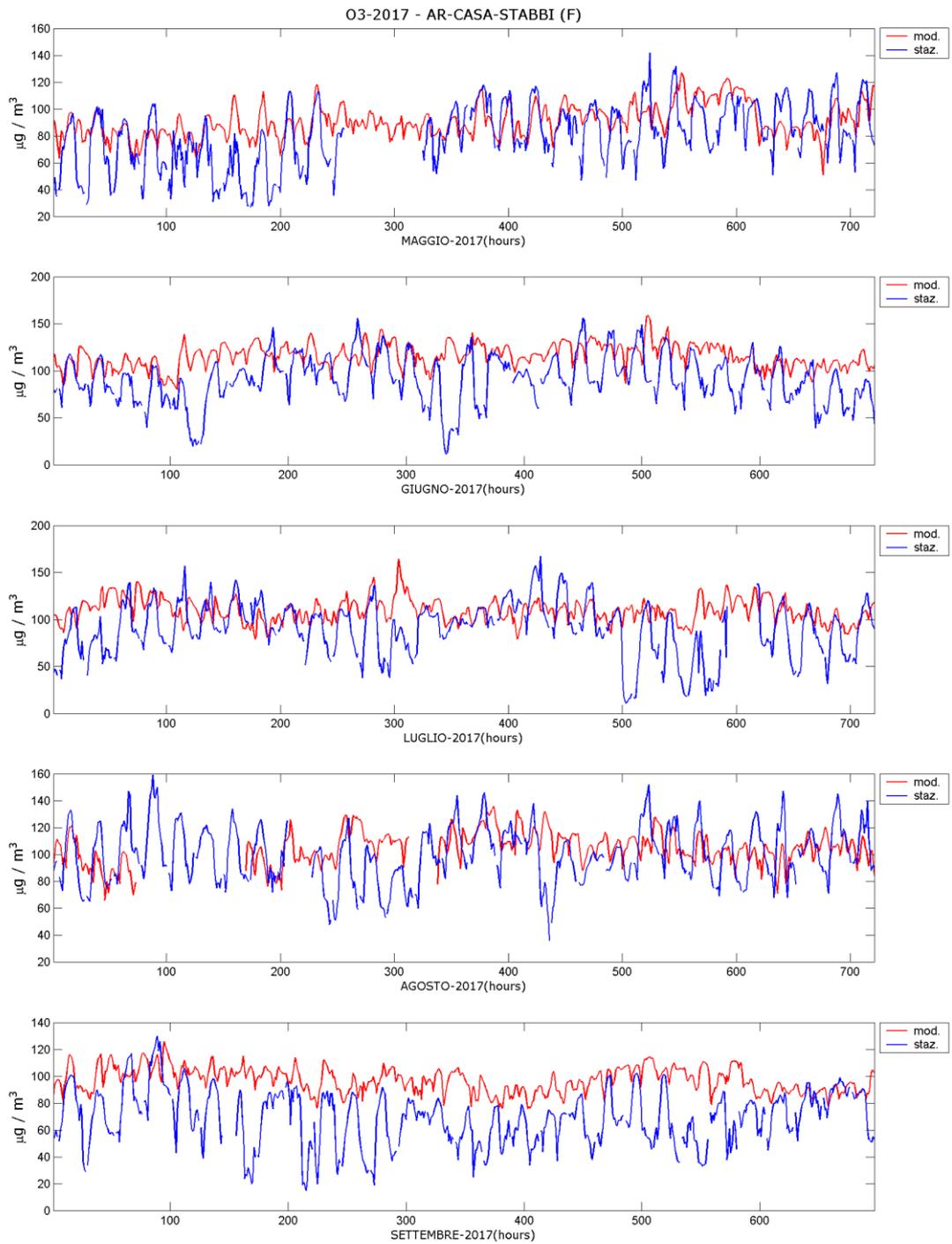




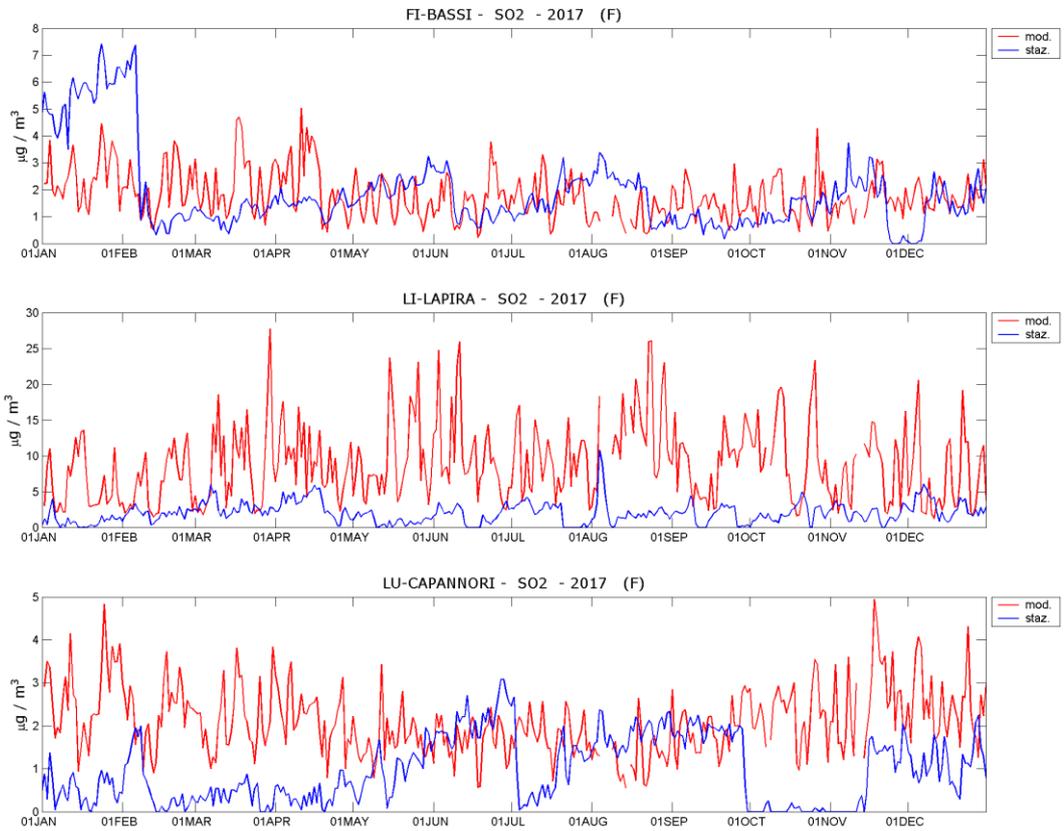




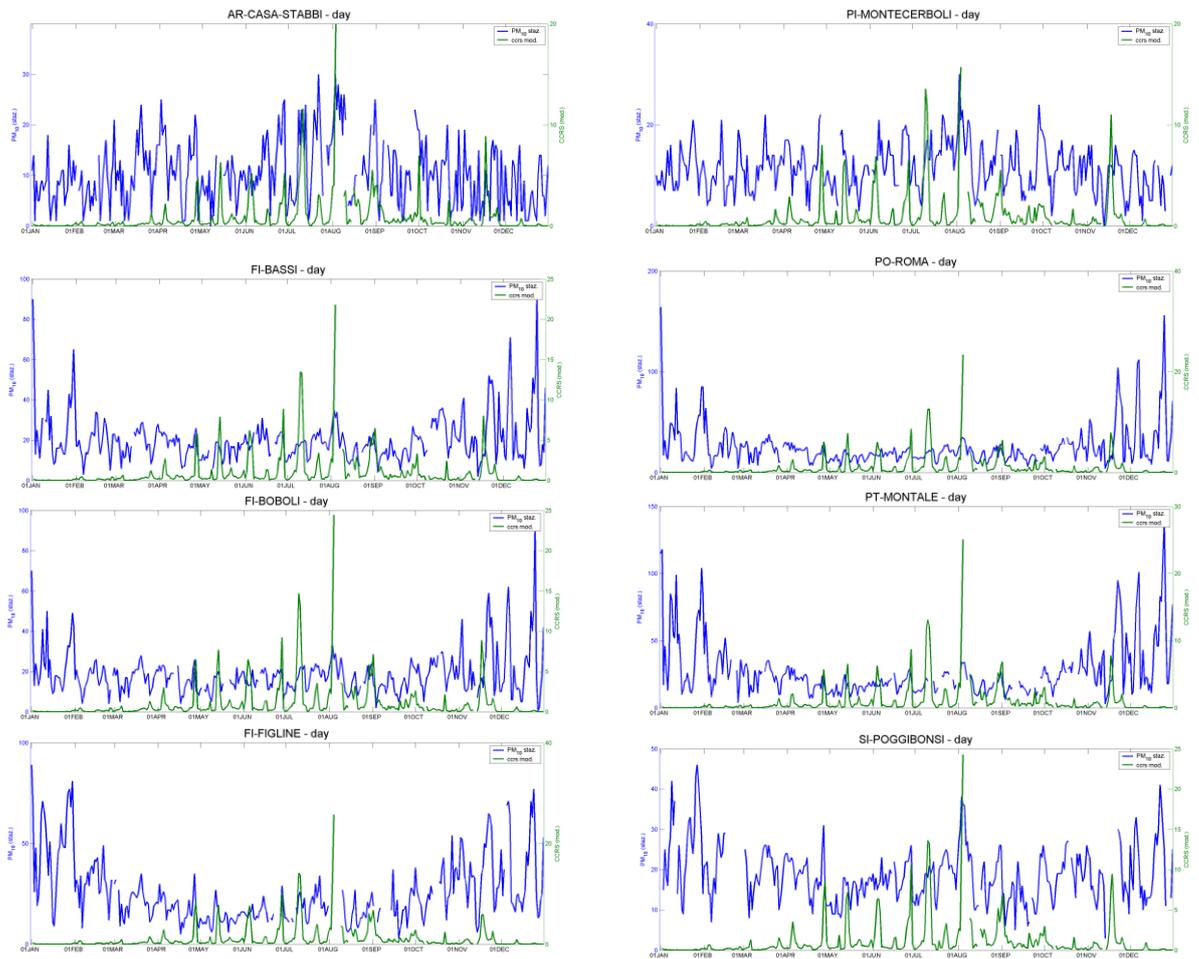


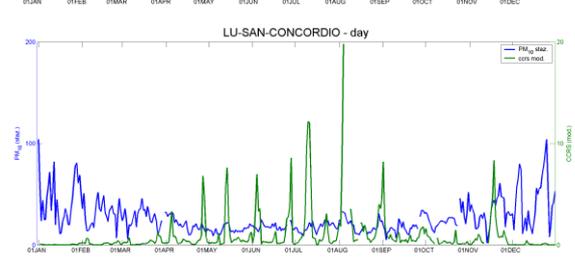
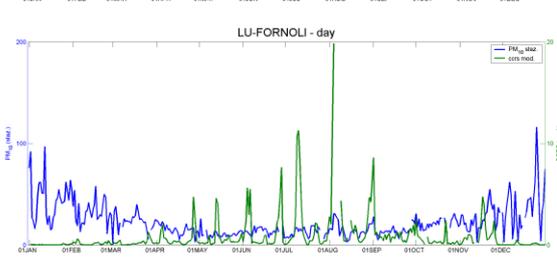
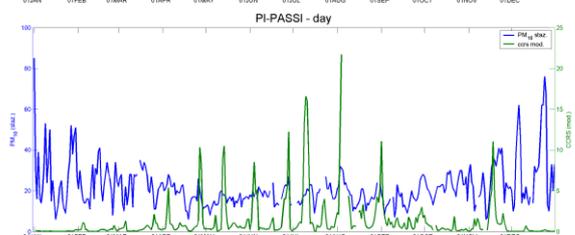
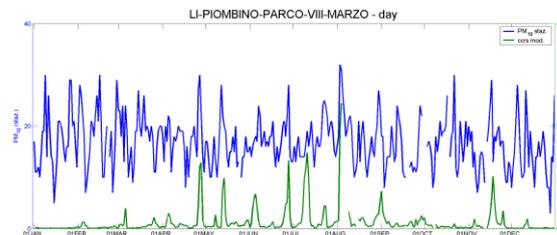
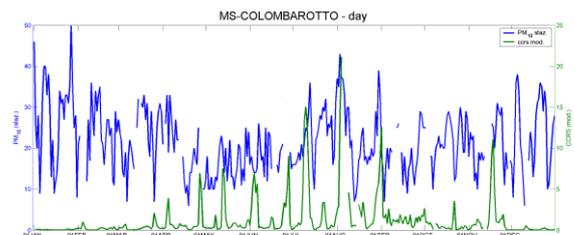
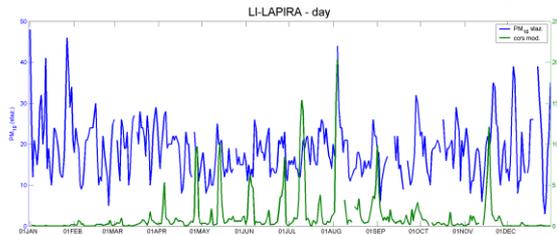
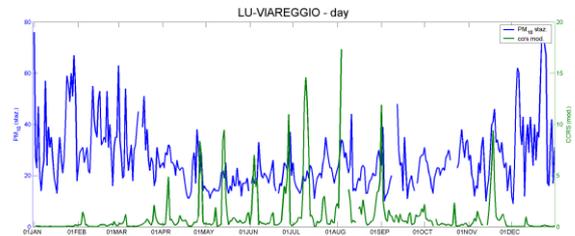
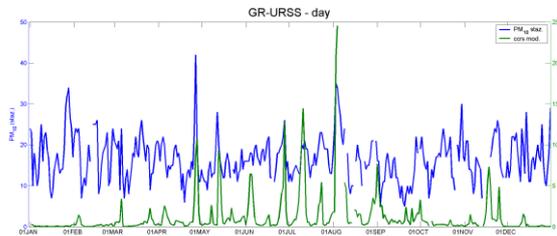


SO₂



DUST





SKILL giornalieri simulazione 2017

NOME	FORMULA	NOTE
MEDIA OSSERVAZIONI	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$	
MEDIA MODELLO	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i$	
STANDARD DEVIATION OSSERVAZIONI	$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$	
STANDARD DEVIATION MODELLO	$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}$	
FRACTIONAL BIAS (FB)	$\frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - X_i)}{\sum_{i=1}^N \frac{(Y_i + X_i)}{2}}$	Valori fra -2 e +2 Valore ottimo=0
FRACTIONAL ERROR (FE)	$\frac{\sum_{i=1}^N Y_i - X_i }{\sum_{i=1}^N \frac{(Y_i + X_i)}{2}}$	Valori fra 0 e 2 Valore ottimo 0
ROOT MEAN SQUARE ERROR (RMSE)	$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - X_i)^2}$	Valore ottimo = 0
NORMALIZED MEAN SQUARE ERROR (NMSE)	$\frac{1}{N} \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - X_i)^2}{XY}$	Valori tra 0 e inf. Valore ottimo = 0
BIAS	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - X_i)$	Valore ottimo = 0
CORRELATION (CORR)	$\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}}$	Valori tra -1 e 1 Valore ottimo = 1
INDEX OF AGREEMENT di WILLMOTT (IOA)	$1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - X_i)^2}{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X} + Y_i - \bar{X})^2}$	Valori fra 0 e 1 Valore ottimo = 1

N = numero osservazioni presenti

X_i = dati osservati \bar{X} = media dei dati osservati

Y_i = dati simulati \bar{Y} = media dei dati simulati

NO2- SKILL GIORN. (YEAR)

ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	99.5	97.5	15.6	13.8	9.3	7.7	-0.13	0.54	10.15	0.48	-1.87	0.32	0.59	-12%
1	F	AR-CASA-STABBI	99.5	97.5	2.4	4.4	0.9	2.2	0.58	0.68	3.00	0.83	1.99	0.18	0.30	83%
4	T	AR-REPUBBLICA	100.0	97.5	38.9	30.9	14.0	11.7	-0.23	0.34	15.52	0.20	-8.11	0.48	0.64	-21%
5	F	FI-BASSI	100.0	97.5	24.7	32.2	14.3	13.0	0.26	0.53	18.33	0.42	7.34	0.24	0.53	30%
89	F	FI-FIGLINE	95.1	97.5	22.3	25.6	10.5	10.3	0.14	0.40	11.72	0.24	3.33	0.42	0.65	15%
7	T	FI-GRAMSCI	99.2	97.5	63.7	43.6	15.6	13.3	-0.38	0.41	26.82	0.26	-20.27	0.27	0.47	-32%
8	T	FI-MOSSE	99.5	97.5	41.8	43.3	16.1	12.9	0.03	0.29	15.68	0.14	1.33	0.44	0.66	3%
12	F	FI-SCANDICCI	99.2	97.5	28.6	34.4	13.7	12.4	0.18	0.34	13.20	0.18	5.74	0.59	0.74	20%
10	F	FI-SETTIGNANO	100.0	97.5	10.1	22.7	6.1	11.3	0.77	0.86	16.75	1.22	12.60	0.32	0.37	124%
11	F	FI-SIGNA	99.7	97.5	20.5	27.7	12.3	12.5	0.30	0.45	13.16	0.30	7.16	0.61	0.72	35%
67	F	GR-MAREMMA	100.0	97.5	3.3	4.1	1.6	2.7	0.23	0.49	2.61	0.51	0.85	0.42	0.57	26%
20	T	GR-SONNINO	100.0	97.5	39.1	29.7	10.1	10.7	-0.28	0.32	13.89	0.17	-9.48	0.52	0.62	-24%
21	F	GR-URSS	99.2	97.5	16.2	17.0	7.1	7.1	0.05	0.40	8.13	0.24	0.79	0.35	0.63	5%
22	F	LI-CAPPIELLO	99.7	97.5	16.4	36.9	8.5	15.1	0.77	0.80	25.33	1.06	20.45	0.30	0.36	125%
23	T	LI-CARDUCCI	99.5	97.5	35.8	63.1	14.8	24.3	0.55	0.66	39.35	0.69	27.10	0.00	0.30	76%
26	I	LI-COTONE	100.0	97.5	14.7	51.6	7.5	21.5	1.11	1.12	42.66	2.40	36.97	0.20	0.22	252%
82	F	LI-LAPIRA	99.2	97.5	21.9	40.5	9.2	19.0	0.59	0.73	28.68	0.92	18.47	-0.10	0.24	85%
83	F	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII-MARZO	99.5	97.5	14.1	51.6	6.3	21.6	1.14	1.15	43.40	2.58	37.50	0.10	0.16	265%
29	F	LI-POGGIO-SAN-ROCCO	99.7	97.5	6.9	10.5	3.3	3.7	0.41	0.52	5.49	0.41	3.53	0.26	0.46	51%
32	F	LU-CAPANNORI	100.0	97.5	25.4	30.3	13.1	11.1	0.17	0.39	13.51	0.24	4.86	0.46	0.66	19%
69	F	LU-CARIGNANO	99.7	97.5	10.5	13.0	7.2	7.7	0.21	0.40	6.51	0.31	2.46	0.68	0.80	23%
88	F	LU-FORNOLI	99.2	97.5	13.9	16.5	7.0	7.1	0.17	0.34	6.68	0.19	2.55	0.61	0.76	18%
30	T	LU-MICHELETTO	99.7	97.5	27.6	29.1	12.3	11.4	0.05	0.32	11.39	0.16	1.40	0.55	0.73	5%
86	F	LU-SAN-CONCORDIO	99.7	97.5	25.8	29.1	11.4	11.4	0.12	0.33	10.92	0.16	3.26	0.58	0.75	13%
35	F	LU-VIAREGGIO	98.1	97.5	28.4	26.1	14.1	10.4	-0.09	0.33	11.76	0.19	-2.35	0.60	0.75	-8%
36	F	MS-COLOMBAROTTO	98.4	97.5	17.0	8.9	8.5	3.7	-0.63	0.68	11.75	0.90	-8.19	0.25	0.48	-48%
85	T	MS-MARINA-VECCHIA	99.5	97.5	20.9	23.9	10.5	9.3	0.13	0.39	11.29	0.25	2.98	0.40	0.64	14%
42	T	PI-BORGHETTO	100.0	97.5	35.7	36.3	12.9	11.3	0.01	0.25	11.33	0.10	0.45	0.57	0.75	2%
46	F	PI-MONTECERBOLI	98.1	97.5	3.8	4.4	2.8	2.2	0.16	0.43	2.31	0.32	0.66	0.64	0.77	18%
45	F	PI-PASSI	99.5	97.5	18.7	14.9	12.3	6.6	-0.23	0.45	10.25	0.38	-3.86	0.65	0.70	-20%
48	F	PI-SANTA-CROCE-COOP	99.2	97.5	25.2	29.1	12.2	12.0	0.13	0.32	10.76	0.16	3.67	0.65	0.78	15%
50	T	PO-FERRUCCI	99.7	97.5	31.9	44.2	16.9	14.8	0.32	0.47	21.11	0.31	12.09	0.41	0.60	38%
52	F	PO-ROMA	100.0	97.5	33.1	44.2	16.7	14.8	0.28	0.46	21.21	0.31	10.97	0.34	0.57	34%
55	F	PT-MONTALE	99.7	97.5	20.1	14.4	11.5	9.7	-0.33	0.57	13.23	0.61	-5.78	0.38	0.61	-29%
57	F	PT-SIGNORELLI	99.5	97.5	24.5	27.6	13.1	13.6	0.12	0.41	14.16	0.30	3.01	0.46	0.68	13%
84	T	SI-BRACCI	99.7	97.5	41.8	20.5	14.2	8.6	-0.69	0.69	24.42	0.69	-21.52	0.58	0.51	-51%
80	F	SI-POGGIBONSI	100.0	97.5	19.4	22.0	8.8	8.0	0.12	0.32	8.01	0.15	2.56	0.60	0.75	14%

NO2- SKILL GIORN. (EST)

ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	98.9	97.3	9.3	12.2	3.6	6.2	0.26	0.53	6.97	0.42	2.82	0.24	0.47	31%
1	F	AR-CASA-STABBI	98.9	97.3	2.1	3.9	0.6	1.9	0.61	0.69	2.66	0.86	1.82	0.10	0.22	87%
4	T	AR-REPUBBLICA	100.0	97.3	30.0	27.2	7.2	9.6	-0.10	0.27	9.58	0.11	-2.99	0.44	0.64	-10%
5	F	FI-BASSI	100.0	97.3	15.9	31.5	6.0	12.5	0.65	0.71	19.72	0.77	15.53	0.29	0.31	98%
89	F	FI-FIGLINE	90.2	97.3	15.2	23.0	5.1	8.6	0.40	0.46	10.51	0.32	7.66	0.55	0.53	51%
7	T	FI-GRAMSCI	99.5	97.3	57.1	42.2	13.9	13.2	-0.30	0.35	22.66	0.21	-15.09	0.22	0.49	-26%
8	T	FI-MOSSE	98.9	97.3	32.0	40.7	8.6	12.3	0.23	0.33	14.25	0.15	8.53	0.45	0.57	27%
12	F	FI-SCANDICCI	100.0	97.3	20.2	29.8	6.6	10.5	0.38	0.43	12.99	0.28	9.52	0.55	0.54	48%
10	F	FI-SETTIGNANO	100.0	97.3	8.3	23.2	4.4	10.3	0.95	0.98	17.74	1.64	14.91	0.36	0.27	181%
11	F	FI-SIGNA	100.0	97.3	12.5	22.4	4.1	9.0	0.56	0.59	12.63	0.57	9.82	0.46	0.39	79%
67	F	GR-MAREMMA	100.0	97.3	3.0	2.7	1.5	1.4	-0.10	0.41	1.79	0.41	-0.28	0.21	0.46	-10%
20	T	GR-SONNINO	100.0	97.3	35.3	27.6	7.0	9.8	-0.25	0.29	11.21	0.13	-7.75	0.58	0.62	-22%
21	F	GR-URSS	100.0	97.3	12.1	16.2	3.4	6.7	0.30	0.45	7.73	0.31	4.19	0.31	0.45	35%
22	F	LI-CAPPIELLO	100.0	97.3	12.6	37.5	5.4	15.2	1.00	1.00	28.43	1.71	24.95	0.45	0.27	199%
23	T	LI-CARDUCCI	98.9	97.3	32.3	78.7	12.8	20.0	0.84	0.84	50.78	1.03	46.33	0.25	0.29	144%
26	I	LI-COTONE	100.0	97.3	13.4	65.4	6.1	18.2	1.32	1.32	54.66	3.44	52.14	0.45	0.17	390%
82	F	LI-LAPIRA	98.4	97.3	17.7	49.5	6.2	18.1	0.95	0.96	37.19	1.57	31.95	0.02	0.18	180%
83	F	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII-MARZO	100.0	97.3	12.4	65.4	4.3	18.2	1.37	1.37	55.66	3.84	53.11	0.47	0.12	428%
29	F	LI-POGGIO-SAN-ROCCO	99.5	97.3	6.6	10.2	2.1	3.2	0.44	0.48	5.00	0.37	3.68	0.21	0.39	56%
32	F	LU-CAPANNORI	100.0	97.3	16.8	26.1	5.4	7.9	0.43	0.47	11.78	0.32	9.32	0.47	0.47	55%
69	F	LU-CARIGNANO	99.5	97.3	6.4	8.7	2.1	2.9	0.31	0.41	3.91	0.27	2.36	0.26	0.44	36%
88	F	LU-FORNOLI	98.9	97.3	8.9	12.4	2.3	4.0	0.33	0.40	5.14	0.24	3.51	0.38	0.44	39%
30	T	LU-MICHELETTO	99.5	97.3	19.0	23.8	5.7	8.1	0.22	0.34	8.73	0.17	4.79	0.49	0.61	25%
86	F	LU-SAN-CONCORDIO	99.5	97.3	18.2	23.8	4.7	8.1	0.27	0.37	9.11	0.19	5.66	0.48	0.54	31%
35	F	LU-VIAREGGIO	100.0	97.3	19.2	21.4	7.2	8.0	0.12	0.34	8.67	0.18	2.38	0.41	0.64	12%
36	F	MS-COLOMBAROTTO	98.4	97.3	11.9	8.5	4.5	3.3	-0.34	0.45	5.75	0.32	-3.50	0.34	0.54	-29%
85	T	MS-MARINA-VECCHIA	98.9	97.3	14.0	21.0	4.0	8.1	0.41	0.46	10.64	0.38	7.14	0.31	0.39	50%
42	T	PI-BORGHETTO	100.0	97.3	28.8	32.1	8.1	9.8	0.11	0.23	8.26	0.07	3.23	0.66	0.77	12%
46	F	PI-MONTECERBOLI	97.8	97.3	2.6	3.2	1.4	1.1	0.20	0.40	1.46	0.26	0.59	0.44	0.63	23%
45	F	PI-PASSI	98.9	97.3	10.0	11.1	5.0	3.5	0.10	0.39	4.98	0.22	1.02	0.38	0.62	11%
48	F	PI-SANTA-CROCE-COOP	100.0	97.3	16.8	23.3	5.3	8.5	0.31	0.38	9.09	0.21	6.31	0.63	0.63	38%
50	T	PO-FERRUCCI	100.0	97.3	23.1	43.1	8.9	14.5	0.60	0.63	23.61	0.56	19.79	0.48	0.42	86%
52	F	PO-ROMA	100.0	97.3	23.3	43.1	7.4	14.5	0.59	0.63	23.98	0.57	19.59	0.34	0.33	85%
55	F	PT-MONTALE	99.5	97.3	13.2	12.6	4.4	7.5	-0.05	0.46	7.60	0.35	-0.66	0.27	0.51	-5%
57	F	PT-SIGNORELLI	100.0	97.3	15.9	23.9	5.1	11.3	0.40	0.50	13.30	0.46	7.89	0.34	0.38	50%
84	T	SI-BRACCI	100.0	97.3	32.8	16.3	9.7	5.7	-0.67	0.68	18.86	0.66	-16.59	0.41	0.46	-50%
80	F	SI-POGGIBONSI	100.0	97.3	12.9	18.5	3.9	5.8	0.35	0.42	7.52	0.24	5.53	0.50	0.53	43%

NO2- SKILL GIORN. (EST)

ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	98.9	97.3	9.3	12.2	3.6	6.2	0.26	0.53	6.97	0.42	2.82	0.24	0.47	31%
1	F	AR-CASA-STABBI	98.9	97.3	2.1	3.9	0.6	1.9	0.61	0.69	2.66	0.86	1.82	0.10	0.22	87%
4	T	AR-REPUBBLICA	100.0	97.3	30.0	27.2	7.2	9.6	-0.10	0.27	9.58	0.11	-2.99	0.44	0.64	-10%
5	F	FI-BASSI	100.0	97.3	15.9	31.5	6.0	12.5	0.65	0.71	19.72	0.77	15.53	0.29	0.31	98%
89	F	FI-FIGLINE	90.2	97.3	15.2	23.0	5.1	8.6	0.40	0.46	10.51	0.32	7.66	0.55	0.53	51%
7	T	FI-GRAMSCI	99.5	97.3	57.1	42.2	13.9	13.2	-0.30	0.35	22.66	0.21	-15.09	0.22	0.49	-26%
8	T	FI-MOSSE	98.9	97.3	32.0	40.7	8.6	12.3	0.23	0.33	14.25	0.15	8.53	0.45	0.57	27%
12	F	FI-SCANDICCI	100.0	97.3	20.2	29.8	6.6	10.5	0.38	0.43	12.99	0.28	9.52	0.55	0.54	48%
10	F	FI-SETTIGNANO	100.0	97.3	8.3	23.2	4.4	10.3	0.95	0.98	17.74	1.64	14.91	0.36	0.27	181%
11	F	FI-SIGNA	100.0	97.3	12.5	22.4	4.1	9.0	0.56	0.59	12.63	0.57	9.82	0.46	0.39	79%
67	F	GR-MAREMMA	100.0	97.3	3.0	2.7	1.5	1.4	-0.10	0.41	1.79	0.41	-0.28	0.21	0.46	-10%
20	T	GR-SONNINO	100.0	97.3	35.3	27.6	7.0	9.8	-0.25	0.29	11.21	0.13	-7.75	0.58	0.62	-22%
21	F	GR-URSS	100.0	97.3	12.1	16.2	3.4	6.7	0.30	0.45	7.73	0.31	4.19	0.31	0.45	35%
22	F	LI-CAPPIELLO	100.0	97.3	12.6	37.5	5.4	15.2	1.00	1.00	28.43	1.71	24.95	0.45	0.27	199%
23	T	LI-CARDUCCI	98.9	97.3	32.3	78.7	12.8	20.0	0.84	0.84	50.78	1.03	46.33	0.25	0.29	144%
26	I	LI-COTONE	100.0	97.3	13.4	65.4	6.1	18.2	1.32	1.32	54.66	3.44	52.14	0.45	0.17	390%
82	F	LI-LAPIRA	98.4	97.3	17.7	49.5	6.2	18.1	0.95	0.96	37.19	1.57	31.95	0.02	0.18	180%
83	F	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII-MARZO	100.0	97.3	12.4	65.4	4.3	18.2	1.37	1.37	55.66	3.84	53.11	0.47	0.12	428%
29	F	LI-POGGIO-SAN-ROCCO	99.5	97.3	6.6	10.2	2.1	3.2	0.44	0.48	5.00	0.37	3.68	0.21	0.39	56%
32	F	LU-CAPANNORI	100.0	97.3	16.8	26.1	5.4	7.9	0.43	0.47	11.78	0.32	9.32	0.47	0.47	55%
69	F	LU-CARIGNANO	99.5	97.3	6.4	8.7	2.1	2.9	0.31	0.41	3.91	0.27	2.36	0.26	0.44	36%
88	F	LU-FORNOLI	98.9	97.3	8.9	12.4	2.3	4.0	0.33	0.40	5.14	0.24	3.51	0.38	0.44	39%
30	T	LU-MICHELETTO	99.5	97.3	19.0	23.8	5.7	8.1	0.22	0.34	8.73	0.17	4.79	0.49	0.61	25%
86	F	LU-SAN-CONCORDIO	99.5	97.3	18.2	23.8	4.7	8.1	0.27	0.37	9.11	0.19	5.66	0.48	0.54	31%
35	F	LU-VIAREGGIO	100.0	97.3	19.2	21.4	7.2	8.0	0.12	0.34	8.67	0.18	2.38	0.41	0.64	12%
36	F	MS-COLOMBAROTTO	98.4	97.3	11.9	8.5	4.5	3.3	-0.34	0.45	5.75	0.32	-3.50	0.34	0.54	-29%
85	T	MS-MARINA-VECCHIA	98.9	97.3	14.0	21.0	4.0	8.1	0.41	0.46	10.64	0.38	7.14	0.31	0.39	50%
42	T	PI-BORGHETTO	100.0	97.3	28.8	32.1	8.1	9.8	0.11	0.23	8.26	0.07	3.23	0.66	0.77	12%
46	F	PI-MONTECERBOLI	97.8	97.3	2.6	3.2	1.4	1.1	0.20	0.40	1.46	0.26	0.59	0.44	0.63	23%
45	F	PI-PASSI	98.9	97.3	10.0	11.1	5.0	3.5	0.10	0.39	4.98	0.22	1.02	0.38	0.62	11%
48	F	PI-SANTA-CROCE-COOP	100.0	97.3	16.8	23.3	5.3	8.5	0.31	0.38	9.09	0.21	6.31	0.63	0.63	38%
50	T	PO-FERRUCCI	100.0	97.3	23.1	43.1	8.9	14.5	0.60	0.63	23.61	0.56	19.79	0.48	0.42	86%
52	F	PO-ROMA	100.0	97.3	23.3	43.1	7.4	14.5	0.59	0.63	23.98	0.57	19.59	0.34	0.33	85%
55	F	PT-MONTALE	99.5	97.3	13.2	12.6	4.4	7.5	-0.05	0.46	7.60	0.35	-0.66	0.27	0.51	-5%
57	F	PT-SIGNORELLI	100.0	97.3	15.9	23.9	5.1	11.3	0.40	0.50	13.30	0.46	7.89	0.34	0.38	50%
84	T	SI-BRACCI	100.0	97.3	32.8	16.3	9.7	5.7	-0.67	0.68	18.86	0.66	-16.59	0.41	0.46	-50%
80	F	SI-POGGIBONSI	100.0	97.3	12.9	18.5	3.9	5.8	0.35	0.42	7.52	0.24	5.53	0.50	0.53	43%

O3 - SKILL GIORN. (YEAR)																
ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	99.7	97.5	56.6	72.5	24.6	21.6	0.25	0.30	23.54	0.14	16.08	0.73	0.77	28%
1	F	AR-CASA-STABBI	97.8	97.5	74.8	85.7	18.4	21.1	0.14	0.22	22.16	0.08	11.42	0.55	0.69	15%
10	F	FI-SETTIGNANO	99.5	97.5	65.8	64.5	23.2	22.2	-0.01	0.21	16.92	0.07	-0.95	0.72	0.85	-2%
11	F	FI-SIGNA	99.2	97.5	59.7	58.5	28.9	27.2	-0.02	0.26	19.21	0.11	-0.96	0.77	0.87	-2%
67	F	GR-MAREMMA	98.6	97.5	78.8	82.3	15.7	23.0	0.05	0.19	19.16	0.06	4.30	0.59	0.73	4%
29	F	LI-POGGIO-SAN-ROCCO	99.7	97.5	83.0	80.5	18.2	23.3	-0.03	0.17	17.12	0.04	-2.34	0.69	0.81	-3%
69	F	LU-CARIGNANO	99.2	97.5	68.3	76.7	24.4	27.3	0.12	0.23	20.01	0.08	8.77	0.76	0.84	12%
45	F	PI-PASSI	99.2	97.5	46.7	74.6	21.7	26.9	0.46	0.50	33.73	0.33	28.06	0.72	0.64	59%
48	F	PI-SANTA-CROCE-COOP	98.6	97.5	38.9	56.6	20.3	27.9	0.38	0.45	26.26	0.31	18.17	0.73	0.73	45%
55	F	PT-MONTALE	98.9	97.5	54.8	74.5	28.5	24.7	0.31	0.35	27.71	0.19	20.05	0.75	0.76	36%
O3 - SKILL GIORN. (EST)																
ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	99.5	97.3	74.8	88.8	17.5	11.9	0.18	0.21	19.89	0.06	14.51	0.63	0.64	19%
1	F	AR-CASA-STABBI	98.9	97.3	85.6	101.1	16.3	12.0	0.17	0.20	22.86	0.06	16.18	0.38	0.53	18%
10	F	FI-SETTIGNANO	100.0	97.3	82.3	80.9	16.4	13.5	-0.01	0.15	15.36	0.04	-0.97	0.49	0.69	-2%
11	F	FI-SIGNA	100.0	97.3	80.6	80.3	15.7	15.0	0.00	0.17	16.01	0.04	0.18	0.45	0.68	0%
67	F	GR-MAREMMA	99.5	97.3	89.0	100.2	12.3	12.3	0.13	0.18	20.77	0.05	11.98	0.05	0.38	13%
29	F	LI-POGGIO-SAN-ROCCO	99.5	97.3	95.7	98.7	13.0	13.3	0.03	0.14	16.30	0.03	3.36	0.26	0.55	3%
69	F	LU-CARIGNANO	99.5	97.3	85.4	98.8	15.1	12.7	0.15	0.18	20.46	0.05	14.00	0.43	0.55	16%
45	F	PI-PASSI	100.0	97.3	62.0	96.5	13.2	13.9	0.44	0.44	37.51	0.24	34.62	0.43	0.38	56%
48	F	PI-SANTA-CROCE-COOP	100.0	97.3	52.1	79.6	13.7	15.2	0.42	0.43	31.66	0.24	27.80	0.45	0.42	53%
55	F	PT-MONTALE	98.9	97.3	75.5	92.8	17.6	13.9	0.21	0.23	22.52	0.07	17.93	0.65	0.62	23%
O3 - SKILL GIORN. (INV)																
ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	100.0	97.8	38.5	56.2	16.3	16.3	0.37	0.48	26.68	0.33	17.65	0.25	0.44	46%
1	F	AR-CASA-STABBI	96.7	97.8	63.7	70.4	13.8	16.6	0.10	0.26	21.41	0.10	6.55	0.11	0.45	10%
10	F	FI-SETTIGNANO	98.9	97.8	49.1	48.1	16.5	16.6	-0.02	0.30	18.37	0.14	-0.93	0.38	0.63	-2%
11	F	FI-SIGNA	98.4	97.8	38.3	36.6	23.6	16.8	-0.06	0.46	21.99	0.35	-2.12	0.45	0.66	-4%
67	F	GR-MAREMMA	97.8	97.8	68.3	64.3	12.1	16.8	-0.05	0.21	17.38	0.07	-3.52	0.34	0.56	-6%
29	F	LI-POGGIO-SAN-ROCCO	100.0	97.8	70.3	62.3	13.4	15.8	-0.12	0.22	17.91	0.07	-8.01	0.41	0.58	-11%
69	F	LU-CARIGNANO	98.9	97.8	51.0	54.5	19.9	18.9	0.07	0.31	19.54	0.14	3.50	0.51	0.71	7%
45	F	PI-PASSI	98.4	97.8	31.1	52.6	17.3	16.9	0.51	0.61	29.40	0.53	21.38	0.31	0.46	69%
48	F	PI-SANTA-CROCE-COOP	97.3	97.8	25.2	33.5	16.9	16.4	0.28	0.51	19.16	0.43	8.26	0.46	0.64	33%
55	F	PT-MONTALE	98.9	97.8	33.9	56.2	21.7	18.7	0.49	0.59	32.06	0.54	22.16	0.35	0.52	66%

O3 - SKILL MM8 (YEAR)																
ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	99.2	97.5	78.9	85.4	28.9	24.2	0.08	0.19	19.59	0.06	6.57	0.77	0.85	8%
1	F	AR-CASA-STABBI	95.3	97.5	89.8	92.8	22.4	22.6	0.04	0.17	18.34	0.04	3.35	0.68	0.82	3%
10	F	FI-SETTIG-9990	97.5	97.5	87.9	85.3	30.6	29.3	-0.02	0.17	18.54	0.05	-1.64	0.81	0.90	-3%
11	F	FI-SIGNA	97.5	97.5	85.4	83.9	36.2	34.9	-0.02	0.21	22.34	0.07	-1.30	0.80	0.89	-2%
67	F	GR-MAREMMA	98.1	97.5	94.9	93.6	18.7	25.0	0.00	0.15	17.07	0.03	-0.19	0.73	0.83	-1%
29	F	LI-POGGIO-SAN-ROCCO	99.2	97.5	94.1	91.3	20.2	25.7	-0.03	0.16	17.51	0.04	-2.76	0.74	0.84	-3%
69	F	LU-CARIG-9990	98.4	97.5	90.1	91.7	28.4	30.1	0.03	0.17	18.68	0.04	2.31	0.80	0.89	2%
45	F	PI-PASSI	95.6	97.5	71.5	90.5	26.4	30.8	0.24	0.29	27.49	0.12	19.55	0.78	0.78	27%
48	F	PI-SANTA-CROCE-COOP	97.0	97.5	65.4	82.1	28.3	35.8	0.24	0.31	27.90	0.14	17.59	0.80	0.81	25%
55	F	PT-MONTALE	95.9	97.5	83.3	90.8	37.2	28.0	0.09	0.21	23.67	0.07	7.55	0.80	0.86	9%
O3 - SKILL MM8 (EST)																
ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	98.4	97.3	100.3	104.8	21.2	12.6	0.05	0.14	17.37	0.03	4.98	0.62	0.71	5%
1	F	AR-CASA-STABBI	95.1	97.3	105.8	109.4	17.5	13.3	0.04	0.13	17.18	0.03	4.42	0.44	0.64	3%
10	F	FI-SETTIG-9990	98.4	97.3	110.8	109.6	22.0	15.5	0.00	0.13	18.53	0.03	-0.24	0.56	0.72	-1%
11	F	FI-SIGNA	98.9	97.3	111.3	112.8	20.0	15.7	0.02	0.12	17.43	0.02	2.34	0.55	0.72	1%
67	F	GR-MAREMMA	99.5	97.3	107.9	113.1	13.3	12.4	0.06	0.13	16.65	0.02	6.26	0.28	0.54	5%
29	F	LI-POGGIO-SAN-ROCCO	98.4	97.3	109.0	111.6	14.2	13.8	0.03	0.12	16.18	0.02	3.19	0.36	0.61	2%
69	F	LU-CARIG-9990	98.9	97.3	110.6	116.2	17.5	15.2	0.06	0.13	16.97	0.02	6.39	0.54	0.70	5%
45	F	PI-PASSI	96.2	97.3	90.6	116.1	14.1	14.8	0.25	0.26	29.75	0.08	25.80	0.47	0.46	28%
48	F	PI-SANTA-CROCE-COOP	100.0	97.3	85.3	112.2	17.1	15.6	0.28	0.29	32.31	0.11	27.37	0.45	0.46	31%
55	F	PT-MONTALE	95.1	97.3	111.5	113.2	21.5	15.6	0.02	0.12	17.30	0.02	2.60	0.61	0.75	2%
O3 - SKILL MM8 (INV)																
ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	100.0	97.8	57.7	66.0	18.8	16.4	0.13	0.28	21.55	0.12	8.14	0.36	0.59	14%
1	F	AR-CASA-STABBI	95.6	97.8	73.8	76.2	14.5	17.0	0.03	0.22	19.43	0.07	2.28	0.26	0.53	3%
10	F	FI-SETTIG-9990	96.7	97.8	64.5	61.0	18.9	17.8	-0.05	0.24	18.55	0.09	-3.06	0.50	0.70	-5%
11	F	FI-SIGNA	96.2	97.8	58.6	54.9	29.9	21.0	-0.09	0.38	26.46	0.22	-5.05	0.52	0.69	-6%
67	F	GR-MAREMMA	96.7	97.8	81.5	74.0	14.3	19.0	-0.09	0.18	17.49	0.05	-6.81	0.56	0.69	-9%
29	F	LI-POGGIO-SAN-ROCCO	100.0	97.8	79.5	70.9	13.9	17.2	-0.11	0.21	18.72	0.06	-8.61	0.45	0.60	-11%
69	F	LU-CARIG-9990	97.8	97.8	69.3	67.3	22.2	19.9	-0.03	0.25	20.27	0.09	-1.83	0.55	0.73	-3%
45	F	PI-PASSI	95.1	97.8	52.0	64.8	21.9	20.1	0.22	0.34	24.97	0.18	13.14	0.49	0.65	25%
48	F	PI-SANTA-CROCE-COOP	94.0	97.8	44.1	52.0	22.5	22.3	0.15	0.36	22.26	0.22	7.17	0.56	0.73	18%
55	F	PT-MONTALE	96.7	97.8	55.4	68.4	27.9	17.2	0.20	0.38	28.58	0.22	12.42	0.43	0.59	23%

PM10 - SKILL GIORN. (YEAR)																
ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	96.2	97.5	18.5	15.7	9.9	9.5	-0.15	0.42	9.24	0.29	-2.54	0.58	0.75	-15%
1	F	AR-CASA-STABBI	95.3	97.5	10.2	9.0	6.2	4.2	-0.10	0.55	6.75	0.50	-0.97	0.20	0.50	-11%
4	T	AR-REPUBBLICA	95.6	97.5	24.5	26.8	13.1	18.5	0.11	0.45	14.85	0.33	2.88	0.62	0.75	10%
5	F	FI-BASSI	97.3	97.5	20.1	14.3	10.6	6.6	-0.32	0.47	10.84	0.41	-5.54	0.50	0.60	-29%
6	F	FI-BOBOLI	96.7	97.5	18.4	14.4	10.0	6.3	-0.23	0.42	9.36	0.33	-3.75	0.53	0.64	-22%
89	F	FI-FIGLINE	91.2	97.5	25.3	14.4	15.4	7.1	-0.54	0.58	16.09	0.71	-10.71	0.66	0.61	-43%
7	T	FI-GRAMSCI	97.0	97.5	28.3	17.1	11.9	7.5	-0.49	0.52	14.70	0.45	-11.19	0.60	0.58	-40%
8	T	FI-MOSSE	97.3	97.5	21.6	17.7	12.5	7.7	-0.19	0.40	11.05	0.32	-3.80	0.56	0.66	-18%
12	F	FI-SCANDICCI	96.7	97.5	21.7	15.9	12.6	7.2	-0.31	0.44	11.47	0.38	-5.77	0.61	0.65	-27%
11	F	FI-SIGNA	97.0	97.5	23.2	17.9	16.6	9.6	-0.24	0.41	13.14	0.42	-4.91	0.69	0.73	-23%
20	T	GR-SONNINO	91.8	97.5	23.9	23.9	8.4	13.9	0.01	0.41	11.95	0.25	0.22	0.51	0.67	0%
21	F	GR-URSS	95.9	97.5	16.5	16.6	5.3	8.2	0.01	0.37	7.59	0.21	0.17	0.43	0.63	1%
22	F	LI-CAPPIELLO	97.5	97.5	17.4	15.3	5.6	5.9	-0.13	0.35	7.28	0.20	-2.12	0.26	0.54	-12%
23	T	LI-CARDUCCI	95.1	97.5	23.2	18.0	6.9	6.9	-0.25	0.33	8.51	0.17	-5.04	0.51	0.65	-22%
26	I	LI-COTONE	97.3	97.5	16.4	15.6	6.4	5.8	-0.05	0.35	7.06	0.20	-0.81	0.34	0.60	-5%
82	F	LI-LAPIRA	95.9	97.5	18.6	15.2	6.5	6.1	-0.20	0.35	7.60	0.20	-3.33	0.41	0.61	-18%
83	F	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII-MARZO	97.5	97.5	16.8	15.6	5.0	5.8	-0.08	0.32	6.42	0.16	-1.21	0.33	0.58	-7%
32	F	LU-CAPANORI	98.6	97.5	31.0	21.9	23.0	12.1	-0.34	0.45	19.15	0.54	-9.02	0.70	0.70	-29%
88	F	LU-FORNOLI	96.7	97.5	22.1	25.2	15.4	18.5	0.14	0.43	13.99	0.35	3.28	0.69	0.81	14%
30	T	LU-MICHELETTO	95.9	97.5	27.8	21.8	16.7	13.5	-0.25	0.38	12.77	0.27	-6.08	0.74	0.81	-22%
86	F	LU-SAN-CONCORDIO	98.6	97.5	26.0	21.8	15.2	13.4	-0.17	0.35	11.37	0.23	-4.09	0.73	0.83	-16%
35	F	LU-VIAREGGIO	96.7	97.5	26.1	22.0	11.8	12.3	-0.16	0.40	11.65	0.24	-3.96	0.59	0.74	-16%
36	F	MS-COLOMBAROTTO	92.1	97.5	21.4	13.8	7.7	6.7	-0.44	0.49	10.63	0.39	-7.63	0.48	0.60	-36%
85	T	MS-MARINA-VECCHIA	95.6	97.5	20.8	19.3	8.6	10.6	-0.07	0.37	8.95	0.20	-1.49	0.59	0.75	-7%
42	T	PI-BORGHETTO	98.4	97.5	26.8	19.1	11.9	8.8	-0.33	0.40	11.69	0.27	-7.58	0.67	0.70	-29%
46	F	PI-MONTECERBOLI	97.0	97.5	11.3	11.3	4.5	4.8	0.00	0.43	6.13	0.29	0.04	0.13	0.45	0%
45	F	PI-PASSI	96.4	97.5	21.5	14.8	9.9	6.7	-0.36	0.42	10.23	0.33	-6.54	0.61	0.65	-31%
48	F	PI-SANTA-CROCE-COOP	97.3	97.5	25.3	21.3	14.4	11.1	-0.16	0.37	11.50	0.25	-3.81	0.66	0.77	-16%
50	T	PO-FERRUCCI	96.2	97.5	24.3	20.6	15.3	11.1	-0.17	0.41	12.51	0.31	-3.83	0.63	0.75	-15%
52	F	PO-ROMA	98.9	97.5	24.8	20.6	18.1	11.3	-0.17	0.43	14.56	0.42	-3.89	0.63	0.73	-17%
55	F	PT-MONTALE	92.3	97.5	27.0	12.8	20.2	7.3	-0.70	0.74	22.06	1.41	-13.91	0.57	0.52	-52%
57	F	PT-SIGNORELLI	91.5	97.5	20.1	21.9	11.9	15.6	0.12	0.47	12.68	0.35	2.66	0.62	0.77	9%
84	T	SI-BRACCI	92.3	97.5	18.8	15.9	8.2	8.6	-0.17	0.42	9.20	0.28	-2.90	0.47	0.67	-16%
80	F	SI-POGGIBONSI	92.3	97.5	18.7	17.2	6.8	8.1	-0.11	0.37	8.14	0.21	-1.95	0.45	0.67	-8%

PM10 - SKILL GIORN. (EST)

ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	94.5	97.3	14.5	10.2	5.0	5.2	-0.33	0.47	6.98	0.33	-4.06	0.39	0.59	-30%
1	F	AR-CASA-STABBI	91.8	97.3	11.9	7.5	6.6	3.8	-0.44	0.64	7.55	0.65	-4.22	0.38	0.57	-37%
4	T	AR-REPUBBLICA	92.9	97.3	18.7	12.4	6.8	5.9	-0.40	0.51	9.76	0.42	-6.21	0.30	0.54	-34%
5	F	FI-BASSI	96.7	97.3	16.8	11.2	5.6	4.7	-0.39	0.46	8.00	0.34	-5.45	0.36	0.56	-33%
6	F	FI-BOBOLI	95.1	97.3	15.7	10.9	5.4	4.3	-0.36	0.44	7.11	0.30	-4.72	0.42	0.59	-31%
89	F	FI-FIGLINE	86.3	97.3	16.3	10.3	6.2	3.7	-0.47	0.52	8.42	0.43	-6.24	0.43	0.54	-37%
7	T	FI-GRAMSCI	97.8	97.3	22.6	12.6	5.9	4.7	-0.57	0.58	11.55	0.47	-9.97	0.41	0.46	-44%
8	T	FI-MOSSE	96.7	97.3	17.3	13.2	5.3	4.5	-0.26	0.36	6.61	0.19	-4.00	0.44	0.62	-24%
12	F	FI-SCANDICCI	96.2	97.3	17.2	11.4	5.5	4.3	-0.40	0.46	7.78	0.31	-5.72	0.44	0.57	-34%
11	F	FI-SIGNA	96.7	97.3	16.2	11.5	5.2	4.5	-0.32	0.40	6.87	0.25	-4.47	0.43	0.60	-29%
20	T	GR-SONNINO	89.1	97.3	20.6	12.9	5.8	5.5	-0.47	0.53	10.14	0.39	-7.78	0.34	0.50	-38%
21	F	GR-URSS	96.2	97.3	15.8	11.6	5.1	5.0	-0.29	0.41	6.68	0.24	-4.01	0.44	0.61	-27%
22	F	LI-CAPPIELLO	98.9	97.3	17.3	13.0	5.7	5.0	-0.28	0.38	7.22	0.23	-4.19	0.40	0.59	-25%
23	T	LI-CARDUCCI	95.6	97.3	21.1	15.3	5.5	5.3	-0.31	0.36	7.74	0.19	-5.69	0.53	0.61	-27%
26	I	LI-COTONE	96.2	97.3	17.3	14.3	6.5	5.5	-0.19	0.35	6.81	0.19	-3.02	0.49	0.67	-18%
82	F	LI-LAPIRA	95.1	97.3	17.3	13.2	5.1	5.2	-0.26	0.36	6.63	0.19	-3.89	0.45	0.61	-23%
83	F	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII-MARZO	97.8	97.3	16.9	14.3	4.4	5.5	-0.16	0.31	5.75	0.14	-2.52	0.48	0.65	-16%
32	F	LU-CAPANORI	99.5	97.3	17.5	13.0	5.4	5.1	-0.29	0.36	6.63	0.19	-4.47	0.56	0.64	-26%
88	F	LU-FORNOLI	96.7	97.3	13.4	9.7	4.8	5.6	-0.30	0.48	6.72	0.35	-3.48	0.39	0.60	-27%
30	T	LU-MICHELETTO	98.9	97.3	19.3	11.9	5.7	4.7	-0.47	0.48	8.69	0.33	-7.29	0.59	0.58	-38%
86	F	LU-SAN-CONCORDIO	98.4	97.3	18.0	11.9	5.5	4.7	-0.40	0.43	7.78	0.29	-6.01	0.54	0.59	-34%
35	F	LU-VIAREGGIO	96.7	97.3	20.7	12.1	6.5	5.7	-0.51	0.55	10.67	0.45	-8.31	0.41	0.53	-41%
36	F	MS-COLOMBAROTTO	92.4	97.3	19.6	10.5	7.0	4.4	-0.62	0.64	11.26	0.64	-9.21	0.42	0.52	-47%
85	T	MS-MARINA-VECCHIA	96.7	97.3	17.2	11.2	5.0	5.8	-0.41	0.50	8.09	0.34	-5.81	0.46	0.57	-35%
42	T	PI-BORGHETTO	98.9	97.3	22.0	13.5	6.0	5.0	-0.47	0.48	9.80	0.33	-8.29	0.56	0.56	-39%
46	F	PI-MONTECERBOLI	96.2	97.3	12.3	8.9	4.7	3.9	-0.31	0.45	6.02	0.33	-3.27	0.32	0.55	-27%
45	F	PI-PASSI	94.5	97.3	17.5	11.2	4.7	5.2	-0.43	0.47	7.67	0.30	-6.11	0.56	0.58	-36%
48	F	PI-SANTA-CROCE-COOP	97.8	97.3	18.7	13.7	6.5	4.9	-0.29	0.38	7.62	0.23	-4.75	0.48	0.62	-26%
50	T	PO-FERRUCCI	95.6	97.3	18.7	12.9	5.9	5.3	-0.37	0.42	8.07	0.27	-5.77	0.49	0.61	-31%
52	F	PO-ROMA	98.9	97.3	17.9	12.9	5.7	5.2	-0.33	0.39	7.36	0.24	-4.99	0.51	0.63	-28%
55	F	PT-MONTALE	89.1	97.3	17.4	9.4	5.9	5.0	-0.58	0.61	9.42	0.54	-7.74	0.52	0.56	-46%
57	F	PT-SIGNORELLI	87.4	97.3	16.6	11.3	6.5	6.1	-0.35	0.49	8.37	0.37	-4.89	0.42	0.62	-32%
84	T	SI-BRACCI	89.6	97.3	15.9	10.2	5.5	4.0	-0.45	0.49	7.55	0.36	-5.81	0.51	0.59	-36%
80	F	SI-POGGIBONSI	98.4	97.3	17.0	11.2	5.5	4.4	-0.40	0.45	7.68	0.31	-5.61	0.45	0.58	-34%

PM10 - SKILL GIORN. (INV)

ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	97.8	97.8	22.4	21.3	11.8	9.6	-0.05	0.40	10.99	0.26	-1.08	0.49	0.70	-5%
1	F	AR-CASA-STABBI	98.9	97.8	8.6	10.6	5.2	3.9	0.21	0.48	5.91	0.39	2.05	0.29	0.56	24%
4	T	AR-REPUBBLICA	98.4	97.8	29.9	41.3	15.1	15.0	0.32	0.43	18.40	0.27	11.45	0.54	0.66	38%
5	F	FI-BASSI	97.8	97.8	23.3	17.5	13.2	6.7	-0.28	0.47	13.06	0.42	-5.62	0.45	0.56	-25%
6	F	FI-BOBOLI	98.4	97.8	20.9	17.9	12.5	6.1	-0.15	0.40	11.10	0.33	-2.81	0.51	0.59	-14%
89	F	FI-FIGLINE	96.2	97.8	33.4	18.6	16.9	7.1	-0.57	0.61	20.78	0.70	-14.82	0.51	0.54	-44%
7	T	FI-GRAMSCI	96.2	97.8	34.0	21.5	13.7	7.2	-0.45	0.48	17.34	0.41	-12.43	0.47	0.52	-37%
8	T	FI-MOSSE	97.8	97.8	25.9	22.3	15.6	7.5	-0.15	0.42	14.13	0.35	-3.60	0.49	0.58	-14%
12	F	FI-SCANDICCI	97.3	97.8	26.2	20.4	15.6	6.7	-0.25	0.42	14.21	0.38	-5.82	0.57	0.58	-22%
11	F	FI-SIGNA	97.3	97.8	30.1	24.4	20.7	9.0	-0.20	0.41	17.25	0.41	-5.34	0.64	0.64	-19%
20	T	GR-SONNINO	94.5	97.8	27.0	35.0	9.1	10.2	0.25	0.34	13.43	0.19	7.75	0.36	0.55	30%
21	F	GR-URSS	95.6	97.8	17.3	21.7	5.5	7.6	0.22	0.35	8.41	0.19	4.37	0.43	0.58	26%
22	F	LI-CAPPIELLO	96.2	97.8	17.4	17.5	5.5	5.9	0.00	0.33	7.34	0.18	0.04	0.17	0.47	1%
23	T	LI-CARDUCCI	94.5	97.8	25.2	20.7	7.5	7.3	-0.19	0.30	9.22	0.16	-4.39	0.40	0.60	-18%
26	I	LI-COTONE	98.4	97.8	15.4	16.9	6.1	5.8	0.08	0.35	7.30	0.20	1.35	0.28	0.55	10%
82	F	LI-LAPIRA	96.7	97.8	19.9	17.2	7.4	6.3	-0.15	0.35	8.44	0.21	-2.78	0.33	0.57	-14%
83	F	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII-MARZO	97.3	97.8	16.7	16.9	5.5	5.8	0.01	0.32	7.03	0.18	0.09	0.24	0.53	1%
32	F	LU-CAPANORI	97.8	97.8	44.7	30.8	25.8	10.5	-0.36	0.48	26.37	0.51	-13.66	0.49	0.54	-31%
88	F	LU-FORNOLI	96.7	97.8	30.9	40.6	17.1	12.9	0.28	0.42	18.61	0.27	10.04	0.48	0.62	31%
30	T	LU-MICHELETTO	92.9	97.8	36.9	31.6	19.6	12.1	-0.14	0.33	16.02	0.22	-4.80	0.63	0.72	-14%
86	F	LU-SAN-CONCORDIO	98.9	97.8	33.9	31.6	17.5	11.8	-0.07	0.32	14.07	0.18	-2.18	0.61	0.74	-7%
35	F	LU-VIAREGGIO	96.7	97.8	31.5	31.9	13.2	8.7	0.01	0.32	12.55	0.16	0.40	0.40	0.61	1%
36	F	MS-COLOMBAROTTO	91.8	97.8	23.3	17.1	8.0	6.8	-0.30	0.38	9.96	0.25	-6.05	0.44	0.61	-27%
85	T	MS-MARINA-VECCHIA	94.5	97.8	24.5	27.3	9.8	7.9	0.11	0.30	9.74	0.14	2.93	0.47	0.66	11%
42	T	PI-BORGHETTO	97.8	97.8	31.7	24.8	14.1	8.2	-0.24	0.34	13.34	0.23	-6.86	0.59	0.65	-22%
46	F	PI-MONTECERBOLI	97.8	97.8	10.3	13.7	4.0	4.4	0.27	0.41	6.24	0.27	3.28	0.21	0.48	33%
45	F	PI-PASSI	98.4	97.8	25.4	18.3	11.8	6.0	-0.32	0.39	12.20	0.32	-6.95	0.53	0.60	-28%
48	F	PI-SANTA-CROCE-COOP	96.7	97.8	32.0	29.0	16.8	10.2	-0.09	0.36	14.38	0.22	-2.88	0.55	0.68	-10%
50	T	PO-FERRUCCI	96.7	97.8	29.8	28.3	19.1	10.2	-0.07	0.41	15.69	0.29	-1.93	0.58	0.67	-5%
52	F	PO-ROMA	98.9	97.8	31.7	28.3	23.2	10.3	-0.09	0.45	19.23	0.42	-2.78	0.59	0.63	-11%
55	F	PT-MONTALE	95.6	97.8	35.9	16.2	24.4	7.6	-0.76	0.80	29.30	1.50	-19.68	0.49	0.50	-55%
57	F	PT-SIGNORELLI	95.6	97.8	23.3	32.5	14.5	14.7	0.34	0.46	15.62	0.32	9.59	0.64	0.73	39%
84	T	SI-BRACCI	95.1	97.8	21.7	21.5	9.3	8.0	-0.01	0.39	10.52	0.24	-0.17	0.27	0.56	-1%
80	F	SI-POGGIBONSI	86.3	97.8	20.6	23.2	7.6	6.5	0.10	0.30	8.63	0.16	2.21	0.30	0.58	12%

PM2.5 - SKILL GIORN. (YEAR)																
ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	96.4	97.5	13.0	13.0	9.0	9.0	0.02	0.46	7.85	0.36	0.23	0.62	0.78	0%
5	F	FI-BASSI	97.0	97.5	13.2	11.8	9.0	6.1	-0.10	0.44	7.66	0.38	-1.20	0.55	0.69	-11%
7	T	FI-GRAMSCI	97.0	97.5	16.3	14.3	9.0	7.2	-0.13	0.37	7.47	0.24	-2.00	0.62	0.76	-12%
21	F	GR-URSS	95.6	97.5	9.7	13.1	3.7	7.7	0.31	0.54	8.15	0.52	3.53	0.34	0.47	35%
22	F	LI-CAPPIELLO	97.5	97.5	9.5	12.2	3.8	5.5	0.25	0.40	5.75	0.29	2.68	0.44	0.58	29%
23	T	LI-CARDUCCI	96.2	97.5	12.8	14.7	5.1	6.5	0.14	0.33	5.96	0.19	1.95	0.55	0.70	15%
29	F	LI-POGGIO-SAN-ROCCO	90.1	97.5	7.5	9.1	3.9	4.0	0.18	0.47	5.06	0.38	1.50	0.25	0.50	21%
32	F	LU-CAPANNORI	98.6	97.5	23.1	18.8	21.4	11.9	-0.20	0.44	15.75	0.57	-4.27	0.72	0.76	-19%
35	F	LU-VIAREGGIO	96.7	97.5	15.8	19.1	9.8	12.4	0.20	0.43	9.85	0.32	3.46	0.68	0.78	21%
85	T	MS-MARINA-VECCHIA	95.6	97.5	13.2	16.5	7.3	10.4	0.23	0.46	8.92	0.37	3.38	0.62	0.72	25%
42	T	PI-BORGHETTO	98.4	97.5	17.7	16.1	10.1	8.7	-0.09	0.34	7.61	0.21	-1.49	0.70	0.82	-9%
45	F	PI-PASSI	95.1	97.5	13.7	11.9	8.6	6.4	-0.11	0.36	6.72	0.28	-1.45	0.65	0.77	-13%
50	T	PO-FERRUCCI	96.7	97.5	16.7	17.8	14.1	10.9	0.07	0.44	10.93	0.40	1.26	0.65	0.78	6%
52	F	PO-ROMA	98.9	97.5	17.5	17.8	16.5	10.9	0.03	0.46	12.55	0.51	0.50	0.65	0.76	1%
55	F	PT-MONTALE	92.1	97.5	20.5	10.6	19.0	6.9	-0.62	0.72	18.53	1.58	-9.64	0.61	0.55	-48%
80	F	SI-POGGIBONSI	92.3	97.5	12.3	14.0	5.9	7.9	0.09	0.41	6.96	0.29	1.22	0.54	0.71	13%

PM2.5 - SKILL GIORN. (EST)																
ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	94.5	97.3	9.0	7.2	3.4	4.0	-0.19	0.48	4.80	0.35	-1.56	0.25	0.54	-19%
5	F	FI-BASSI	96.2	97.3	9.8	8.3	3.6	3.5	-0.15	0.40	4.47	0.25	-1.38	0.29	0.57	-15%
7	T	FI-GRAMSCI	97.8	97.3	12.3	9.5	3.9	3.6	-0.25	0.37	5.03	0.22	-2.76	0.36	0.58	-23%
21	F	GR-URSS	95.6	97.3	9.0	7.9	3.1	3.8	-0.12	0.42	4.52	0.29	-1.00	0.21	0.50	-13%
22	F	LI-CAPPIELLO	98.9	97.3	9.0	9.4	3.3	3.7	0.06	0.32	3.87	0.18	0.57	0.39	0.61	5%
23	T	LI-CARDUCCI	95.6	97.3	11.3	11.5	3.6	4.1	0.03	0.27	3.87	0.12	0.28	0.50	0.70	2%
29	F	LI-POGGIO-SAN-ROCCO	92.9	97.3	7.4	7.6	3.1	3.6	0.05	0.39	3.97	0.28	0.38	0.31	0.55	3%
32	F	LU-CAPANNORI	99.5	97.3	10.4	9.7	4.6	4.2	-0.07	0.33	4.19	0.18	-0.69	0.57	0.75	-7%
35	F	LU-VIAREGGIO	96.7	97.3	10.8	8.9	3.8	4.9	-0.17	0.39	4.80	0.24	-1.66	0.49	0.68	-17%
85	T	MS-MARINA-VECCHIA	96.7	97.3	9.9	8.3	3.7	5.1	-0.15	0.41	5.13	0.32	-1.34	0.39	0.61	-15%
42	T	PI-BORGHETTO	98.9	97.3	13.2	10.1	4.5	3.9	-0.26	0.36	5.30	0.21	-3.03	0.47	0.64	-24%
45	F	PI-PASSI	92.4	97.3	9.9	7.9	3.7	3.6	-0.22	0.38	4.20	0.23	-1.90	0.47	0.67	-21%
50	T	PO-FERRUCCI	95.6	97.3	11.2	9.8	4.0	4.3	-0.12	0.37	4.84	0.22	-1.27	0.37	0.63	-12%
52	F	PO-ROMA	98.9	97.3	10.7	9.8	4.0	4.3	-0.08	0.36	4.63	0.21	-0.85	0.39	0.64	-9%
55	F	PT-MONTALE	88.5	97.3	10.5	6.9	4.0	4.0	-0.40	0.54	5.65	0.44	-3.47	0.38	0.59	-35%
80	F	SI-POGGIBONSI	98.4	97.3	10.2	7.7	3.8	3.3	-0.26	0.41	4.70	0.28	-2.34	0.35	0.60	-24%
PM2.5 - SKILL GIORN. (INV)																
ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
2	F	AR-ACROPOLI	98.4	97.8	16.9	18.8	10.9	9.0	0.11	0.44	9.93	0.32	1.96	0.53	0.72	11%
5	F	FI-BASSI	97.8	97.8	16.6	15.3	11.2	6.2	-0.07	0.46	9.84	0.39	-1.03	0.48	0.61	-8%
7	T	FI-GRAMSCI	96.2	97.8	20.4	19.1	10.7	6.7	-0.06	0.37	9.32	0.22	-1.24	0.52	0.66	-7%
21	F	GR-URSS	95.6	97.8	10.4	18.4	4.0	6.9	0.56	0.61	10.60	0.58	8.07	0.30	0.39	77%
22	F	LI-CAPPIELLO	96.2	97.8	10.1	15.0	4.1	5.6	0.39	0.46	7.19	0.34	4.85	0.44	0.53	50%
23	T	LI-CARDUCCI	96.7	97.8	14.4	17.9	5.9	6.8	0.22	0.37	7.48	0.22	3.60	0.47	0.63	25%
29	F	LI-POGGIO-SAN-ROCCO	87.4	97.8	7.6	10.6	4.6	3.9	0.30	0.53	6.00	0.45	2.70	0.21	0.47	39%
32	F	LU-CAPANNORI	97.8	97.8	36.1	28.0	23.8	9.9	-0.25	0.48	21.96	0.48	-7.91	0.52	0.56	-22%
35	F	LU-VIAREGGIO	96.7	97.8	20.8	29.2	11.2	8.8	0.34	0.45	13.07	0.28	8.58	0.54	0.63	41%
85	T	MS-MARINA-VECCHIA	94.5	97.8	16.7	24.6	8.4	7.7	0.40	0.48	11.58	0.33	8.21	0.49	0.57	48%
42	T	PI-BORGHETTO	97.8	97.8	22.1	22.0	12.1	8.0	0.00	0.32	9.39	0.18	0.08	0.63	0.75	0%
45	F	PI-PASSI	97.8	97.8	17.2	16.0	10.3	5.9	-0.06	0.35	8.44	0.26	-1.02	0.58	0.69	-7%
50	T	PO-FERRUCCI	97.8	97.8	22.2	25.7	17.8	9.6	0.16	0.47	14.61	0.38	3.74	0.61	0.69	16%
52	F	PO-ROMA	98.9	97.8	24.4	25.7	21.1	9.6	0.07	0.50	17.13	0.48	1.85	0.61	0.65	5%
55	F	PT-MONTALE	95.6	97.8	29.8	14.3	22.5	7.1	-0.70	0.79	25.15	1.51	-15.38	0.51	0.50	-52%
80	F	SI-POGGIBONSI	86.3	97.8	14.8	20.2	6.7	6.2	0.30	0.42	8.86	0.26	5.26	0.39	0.58	37%

SO2- SKILL GIORN. (YEAR)

ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
5	F	FI-BASSI	100.0	97.5	1.9	1.8	1.5	0.9	-0.05	0.63	1.56	0.73	-0.08	0.23	0.47	-6%
82	F	LI-LAPIRA	100.0	97.5	2.0	8.7	1.4	5.3	1.26	1.30	8.68	4.37	6.76	0.04	0.17	339%
32	F	LU-CAPANNORI	100.0	97.5	1.0	2.1	0.8	0.8	0.75	0.92	1.67	1.42	1.14	-0.24	0.29	119%

SO2- SKILL GIORN. (EST)

ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
5	F	FI-BASSI	100.0	97.3	1.6	1.6	0.7	0.8	0.04	0.54	1.08	0.46	0.06	0.04	0.39	2%
32	F	LU-CAPANNORI	100.0	97.3	1.3	1.8	0.8	0.6	0.29	0.60	1.17	0.59	0.45	-0.29	0.28	33%
82	F	LI-LAPIRA	100.0	97.3	2.0	9.6	1.5	4.9	1.34	1.34	9.11	4.57	7.64	0.15	0.19	390%

SO2- SKILL GIORN. (INV)

ID	TIPO	NOME STAZIONE	DATI STAZ	DATI MOD	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA	ER
5	F	FI-BASSI	100.0	97.3	1.6	1.6	0.7	0.9	0.04	0.55	1.10	0.48	0.06	0.02	0.37	1%
82	F	LI-LAPIRA	100.0	97.3	2.0	9.9	1.5	5.2	1.36	1.36	9.57	4.87	8.00	0.11	0.18	408%
32	F	LU-CAPANNORI	100.0	97.3	1.3	1.8	0.8	0.6	0.29	0.61	1.17	0.59	0.45	-0.28	0.28	33%