

Piano di azione regionale

di cui all'art.8 della legge regionale 16/2007



PIANO DI AZIONE REGIONALE

Il presente Piano di azione regionale è stato redatto dal seguente gruppo di lavoro della Direzione centrale ambiente, energia e politiche per la montagna della Regione Friuli Venezia Giulia, con il supporto tecnico dell'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente del Friuli Venezia Giulia (ARPA FVG).

Ing. Pierpaolo Gubertini in qualità di esperto coordinatore in materia di qualità dell'aria

Dott.ssa Ambra Bernardini in qualità di esperto in materia giuridico-amministrativa

Ing. Paola Blanchini in qualità di esperto in materia di qualità dell'aria

Ing. Giulio Pian in qualità di esperto in materia di risorse ambientali nell'ambito della valutazione ambientale strategica (VAS)

Ing. Tamara Sartori in qualità di esperto in materia di qualità dell'aria

Ing. Francesco Zotta in qualità di esperto in materia di qualità dell'aria

Sig.ra Luisa Contento Bassan in qualità di collaboratore amministrativo

Geom. Stefano Deklic in qualità di collaboratore tecnico in materia di risorse ambientali

Rag. Mauro Primo Di Filippo in qualità di collaboratore amministrativo

Sig. Enrico Panusca in qualità di collaboratore amministrativo

1	INQUADRAMENTO GENERALE	5
1.1	SINTESI DELLA STRATEGIA DEL PIANO	5
1.1.1	Valutazione di sintesi a scala regionale.....	6
1.1.2	Valutazione di sintesi a scala locale.....	8
1.1.3	Obiettivi del Piano e frequenza di applicazione delle misure di Piano.....	11
1.1.4	Strategie di azione del Piano	11
1.1.5	Tipologia delle possibili azioni	12
2	QUADRO NORMATIVO	22
2.1	LA NORMATIVA COMUNITARIA	22
2.2	LA NORMATIVA STATALE.....	26
2.3	LA NORMATIVA E LA PIANIFICAZIONE REGIONALE	29
2.3.1	La legge regionale 16/2007	29
2.3.2	La pianificazione regionale.....	31
3	ELEMENTI DI SINTESI SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO	40
3.1	I DETERMINANTI METEOROLOGICI DEI SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA	40
3.1.1	L'influenza delle condizioni meteorologiche	41
3.2	ANALISI DEI SUPERAMENTI	47
3.2.1	L'analisi attraverso le tabelle di contingenza.....	47
3.2.2	Il comportamento medio giornaliero e settimanale dell'ozono.....	52
3.2.3	Il comportamento medio giornaliero e settimanale del biossido di azoto	60
3.2.4	Il comportamento medio giornaliero e settimanale delle polveri sottili (PM10)	80
3.3	EFFETTI SULLA SALUTE UMANA DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO	93
3.3.1	L'inquinamento atmosferico	93
3.3.2	Gli effetti dei principali inquinanti	94
4	STRUMENTI PER IL CONTROLLO DELLE SITUAZIONI CRITICHE	98
4.1	IL CENTRO REGIONALE DI MODELLISTICA AMBIENTALE (CRMA) DELL'ARPA FVG – LA VALUTAZIONE E PREVISIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	98
4.2	L'USO DELLA MODELLISTICA PER AGIRE SUI SUPERAMENTI.....	100
4.2.1	Gli elementi della pianificazione degli episodi di inquinamento	100
4.2.2	La stima sul territorio degli effetti relativi delle diverse pressioni.....	102
4.2.3	La gestione degli episodi di inquinamento	103
5	CARATTERIZZAZIONE DELLE ZONE	106
5.1	ANALISI DEL TERRITORIO SULLA BASE DELLE PRINCIPALI PRESSIONI RELATIVE ALL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO ..	106
5.1.1	Materiali e metodi	106
5.1.2	Impatti dei diversi casi emissivi sul materiale Particolato (PM10).....	108
	CLASSIFICAZIONE ENERGETICA EDIFICI	113
5.1.3	Impatti dei diversi casi emissivi sul biossido di azoto (NO ₂).....	119
5.1.4	Impatti dei diversi casi emissivi sull'ozono (O ₃)	126
5.1.5	Impatti delle sorgenti trans-regionali.....	132
5.1.6	Considerazioni riassuntive.....	135
5.2	TIPOLOGIA DELLE AZIONI E ZONE DI APPLICAZIONE	137

5.2.1 Tipologia delle possibili azioni	137
5.2.2 Ozono	139
5.2.3 Materiale particolato (PM10) e biossido di azoto (NO2)	140
6 GESTIONE DEL RISCHIO E DEL SUPERAMENTO DEI LIMITI DI QUALITA' DELL'ARIA ...	157
6.1 ANALISI DELL'ANDAMENTO GIORNALIERO E SETTIMANALE DEL CONTRIBUTO DELLE PRESSIONI DA TRAFFICO E DA RISCALDAMENTO.....	157
6.1.1 Consumo non industriale del metano	157
6.1.2 Traffico urbano	159
6.2 STIMA DELL'EFFICACIA DELLE AZIONI DEL PIANO	162
6.3 STIMA DELLA FREQUENZA DI APPLICAZIONE DELLE AZIONI	166
6.3.1 Ozono	166
6.3.2 Polveri sottili e biossido di azoto.....	169
6.4 MODALITÀ DI ATTIVAZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO	171
6.5 IL MONITORAGGIO DEL PIANO	174
6.5.1 L'informazione	174
6.5.2 Le azioni dirette volte al contenimento degli episodi acuti di inquinamento atmosferico.....	175
6.6 NORME DI ATTUAZIONE	176
7 ELENCO DEI DOCUMENTI UTILIZZATI A SUPPORTO DEL DOCUMENTO DI PIANO	178
8 RAPPORTO AMBIENTALE	179
9 ALLEGATI.....	180

1 INQUADRAMENTO GENERALE

1.1 SINTESI DELLA STRATEGIA DEL PIANO

Con la legge regionale 16 del 2007 la Regione ha dettato norme in materia di qualità dell'aria ed in particolare, al comma 1 dell'articolo 2, ha definito che competono alla Regione le funzioni relative:

- a) alla realizzazione di misure rappresentative dei livelli degli inquinanti di cui all'allegato I del decreto legislativo 351/1999 e di cui al decreto legislativo 183/2004, qualora non siano già disponibili, ai fini della valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente;
- b) alla misurazione dei livelli degli inquinanti ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente ai sensi dell'articolo 6 del decreto legislativo 351/1999 e dell'articolo 6 del decreto legislativo 183/2004;
- c) all'individuazione, sulla base delle valutazioni di cui alle lettere a) e b), delle zone e degli agglomerati del territorio regionale nei quali:
 - 1) i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite degli inquinanti e delle soglie di allarme dei livelli di ozono;
 - 2) i livelli degli inquinanti eccedono il valore limite aumentato del margine di tolleranza, o eccedono tale valore in assenza del margine di tolleranza, o sono compresi tra il valore limite e il valore limite aumentato del margine di tolleranza;
 - 3) i livelli di ozono superano gli obiettivi a lungo termine di cui all'allegato I, parte III, del decreto legislativo 183/2004, ma sono inferiori o uguali ai valori bersaglio, ovvero superano i valori bersaglio di cui all'allegato I, parte II, del decreto legislativo medesimo;
 - 4) i livelli degli inquinanti sono inferiori ai valori limite e i livelli di ozono nell'aria sono conformi agli obiettivi a lungo termine;
- d) all'individuazione dell'autorità competente a gestire le situazioni di cui alla lettera c), numero 1), ai sensi dell'articolo 7, comma 1, del decreto legislativo 351/1999;
- e) all'elaborazione e all'adozione del:
 - 1) Piano di azione regionale contenente le misure da attuare nel breve periodo nelle zone e negli agglomerati di cui alla lettera c), numero 1);
 - 2) Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria relativo alle zone e agli agglomerati di cui alla lettera c), numeri 2) e 3);
 - 3) Piano regionale di mantenimento della qualità dell'aria relativo alle zone e agli agglomerati di cui alla lettera c), numero 4);
- f) all'indirizzo e al coordinamento del sistema regionale di rilevazione della qualità dell'aria, di cui all'articolo 11 della L.R. 16/2007;
- g) alla fissazione, ai sensi dell'articolo 271, comma 3, del decreto legislativo 152/2006:
 - 1) di valori limite di emissione compresi tra i valori minimi e massimi stabiliti dall'allegato I alla parte V del decreto legislativo medesimo, sulla base delle migliori tecniche disponibili;
 - 2) delle portate caratteristiche di specifiche tipologie di impianti, ai fini della valutazione dell'entità della diluizione delle emissioni;
- h) alla fissazione, ai sensi dell'articolo 281, comma 10, del decreto legislativo 152/2006, in presenza di particolari situazioni di rischio sanitario o di zone che richiedano una particolare

tutela ambientale, di valori limite di emissione e prescrizioni, anche inerenti le condizioni di costruzione o di esercizio dell'impianto, più severi di quelli fissati dagli allegati al titolo I della parte V del decreto legislativo medesimo, nel caso in cui tali misure siano necessarie al conseguimento dei valori limite e dei valori bersaglio di qualità dell'aria;

- i) all'organizzazione dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera di cui all'articolo 12, elaborato sulla base dei criteri individuati dallo Stato, ai sensi dell'articolo 281, comma 8, del decreto legislativo 152/2006;
- j) alla trasmissione ai ministeri competenti, per il tramite dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT), delle informazioni, ai sensi dell'articolo 12 del decreto legislativo 351/1999 e ai sensi dell'articolo 9 del decreto legislativo 183/2004;
- k) all'orientamento e al coordinamento delle funzioni dei Comuni e delle Province, al fine di assicurare unitarietà e uniformità di trattamento del territorio regionale;
- l) all'indirizzo e al coordinamento dei compiti dell'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente (ARPA) istituita con la legge regionale 3 marzo 1998, n. 6 (Istituzione dell'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente - ARPA);
- m) alla promozione e all'adozione di misure idonee a incentivare le azioni di prevenzione e di riduzione dell'inquinamento atmosferico previste nella suddetta legge.

1.1.1 Valutazione di sintesi a scala regionale

La fase valutativa, cruciale nel processo di formazione del Piano di azione regionale, ha innanzitutto analizzato su vasta scala le cause che contribuiscono al superamento dei valori limite e delle soglie di allarme, nonché definito le zone di territorio interessate dagli episodi acuti di inquinamento.

Nella ricerca delle cause meteorologiche dei superamenti dei limiti di legge è necessario cercare quali siano le condizioni atmosferiche che:

- sfavoriscono la ventilazione orizzontale;
- riducono l'altezza di rimescolamento;
- favoriscono temperature basse e alti valori di umidità relativa;
- sfavoriscono le precipitazioni;
- favoriscono temperature elevate ed elevata insolazione;

Va inoltre aggiunto il rilevante aspetto delle proprietà chimico-fisiche delle sostanze prese in esame. Il valore delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera (immissioni) è perciò il risultato dell'interazione tra:

- le forzanti atmosferiche (determinanti);
- le emissioni degli inquinanti o dei loro precursori (pressioni).

Le cause dei superamenti sono comunque sempre ascrivibili alle emissioni delle sostanze inquinanti, senza le quali non si raggiungerebbero le concentrazioni limite previste dalla legge, mentre le forzanti atmosferiche possono solamente favorire il ristagno delle emissioni o la formazione degli inquinanti secondari; pertanto le analisi meteorologiche potranno solamente indicare quali sono le condizioni atmosferiche favorevoli al raggiungimento di concentrazioni elevate di inquinanti che però dipenderanno dallo specifico sito preso in considerazione e dalle pressioni che ivi agiscono.

Lo studio delle condizioni meteorologiche associate agli episodi di superamento dei limiti previsti dalla legge in Friuli Venezia Giulia differenzia due tipologie di inquinanti: il materiale particolato e il biossido di azoto e l'ozono. I primi due inquinanti, infatti, raggiungono le concentrazioni più elevate nel periodo invernale mentre l'ozono è un inquinante tipicamente estivo.

Inquinanti atmosferici presi in considerazione nel PAR

Nel Piano di azione regionale relativo agli episodi acuti di inquinamento sono stati presi in considerazione solo gli inquinanti atmosferici normati in base alla vigente legislazione (D.lgs 155/2010) per i quali fosse stato fissato un limite orario o giornaliero.

Infatti essendo il PAR rivolto espressamente agli episodi acuti, non si è ritenuto che questo fosse uno strumento idoneo a trattare gli inquinanti con limiti individuati per le concentrazioni medie annue.

Per quanto riguarda altri inquinanti invece, come ad esempio la formaldeide, espressamente citata in osservazioni pervenute durante la fase delle consultazioni prevista nel processo di VAS, anche se è possibile cercare di stimare le sue concentrazioni medie tramite considerazioni basate sull'inventario regionale delle emissioni e mediante la modellistica numerica fotochimica, purtroppo le vigenti normative non stabiliscono dei limiti per tali concentrazioni, rendendo quindi molto difficile poter approntare degli strumenti di *governance* come quello dei piani di qualità dell'aria.

Il materiale particolato e il biossido di azoto

Per quanto riguarda il materiale particolato e gli ossidi di azoto, quasi tutti gli episodi di superamento dei limiti di legge sono associabili a condizioni atmosferiche caratterizzate da:

- una piccola altezza di rimescolamento dello strato limite;
- una ridotta ventilazione.

L'analisi dei superamenti dei limiti di legge ha portato ad individuare due situazioni atmosferiche archetipiche distinte associate a due tipologie di superamenti che differiscono per durata. La prima tipologia è caratterizzata dalla presenza di un ampio anticiclone su tutto il Mediterraneo.

La seconda tipologia è caratterizzata dalla presenza di correnti settentrionali in quota sull'Italia del nord e, solitamente, da un'area di bassa pressione relativa sul Mediterraneo centrale.

Una terza tipologia di situazione meteorologica osservata in concomitanza con i superamenti del PM10 è caratterizzata dalla presenza di un esteso anticiclone sul Mediterraneo, simile a quello osservato nella prima tipologia descritta in precedenza. Un elemento di distinzione, al di là del periodo dell'anno in cui la situazione si è registrata, è rappresentato dai venti in quota, che sono di provenienza sud-occidentale. Un elemento fondamentale per il raggiungimento dei valori osservati è comunque rappresentato dal protrarsi della configurazione atmosferica osservata. Un ulteriore approfondimento merita la sequenza dei processi solitamente osservati sulla Venezia Giulia. In tale area, infatti, durante il periodo estivo, le condizioni meteo favoriscono l'insorgere di brezze che, per una parte rilevante della giornata, soffiano dal mare verso l'entroterra dove il loro deflusso è rallentato dall'orografia.

L'ozono

Per quanto riguarda l'ozono, le concentrazioni maggiori al suolo, e soprattutto più persistenti, si osservano in concomitanza con situazioni atmosferiche che favoriscono un'alta insolazione. La ridotta ventilazione può giocare un ruolo importante ma non indispensabile.

Una configurazione atmosferica tipicamente associata ai superamenti del valore bersaglio relativamente all'ozono è caratterizzata da un esteso anticiclone posizionato sul Mediterraneo. A conseguenza di tale configurazione atmosferica, sul Friuli Venezia Giulia sono favorite le condizioni con assenza di nubi, quindi l'alta insolazione unita ad una scarsa ventilazione non periodica (non al regime di brezza) favorisce le reazioni chimiche che portano alla formazione dell'ozono. In questo tipo di situazione atmosferica, la situazione peggiore si manifesta nei pressi della costa sia a causa della minor nuvolosità che caratterizza il clima di questa area sia a causa dei venti di brezza che portano, in corrispondenza del periodo di maggiore insolazione, le masse d'aria dal mare verso l'entroterra. Il mare, infatti, come evidenziato dalle simulazioni numeriche e dalle campagne di misura sino ad oggi effettuate, risulta essere particolarmente ricco di ozono, pertanto le brezze diurne favoriscono l'afflusso di masse d'aria ricche di ozono sulla terraferma a meno che l'ozono stesso non venga rimosso nel tragitto, ad esempio scorrendo su aree con elevati valori di emissione di ossidi di azoto.

Bisogna inoltre ricordare ulteriormente che l'ozono risulta essere un inquinante con alto tempo di permanenza in atmosfera. In alcuni episodi caratterizzati da alte concentrazioni, quindi, un ruolo importante può essere giocato dal trasporto di ozono sull'area di interesse, trasporto che può avere origine anche in aree particolarmente distanti. Questo tipo di episodi risulta essere di difficile previsione e, alle volte, anche di difficile diagnosi. Solitamente, però, questi superamenti sono di limitata durata temporale.

1.1.2 Valutazione di sintesi a scala locale

Gli inquinanti causa delle maggiori criticità a livello di qualità dell'aria in regione sono il biossido di azoto, il particolato atmosferico e l'ozono. Al fine di realizzare un Piano di azione che cerchi di contenere il raggiungimento dei valori elevati nelle concentrazioni di questi inquinanti, risulta importante poter individuare le aree assimilabili per qualità dell'aria con un dettaglio maggiore rispetto a quello determinato mediante il Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria (PRMQA). Il numero di superamenti come dato isolato potrebbe in tal senso portare a conclusioni fuorvianti. Infatti, zone caratterizzate da analogo numero di superamenti dei valori limite potrebbero essere il risultato di diverse forzanti naturali (determinanti) e antropiche (pressioni) che avvengono con frequenze comparabili, anche se in momenti distinti.

Un primo approccio di analisi più significativo in tal senso si può ottenere dalle tabelle di contingenza che calcolano il numero di superamenti contemporanei dei limiti di legge. Valori prossimi all'unità indicano un alto grado di contemporaneità tra i superamenti, valori molto discosti dall'unità indicano bassa contemporaneità. Va comunque specificato che, per quanto riguarda i superamenti dei limiti di legge relativi al biossido di azoto, la tabella di contingenza ottenuta per le varie stazioni fornisce scarsi risultati.

Le tabelle di contingenza ottenute utilizzando i superamenti dei limiti giornalieri di PM₁₀ negli anni dal 2005 al 2008 mostrano come l'area pianeggiante del pordenonese sia caratterizzata da una notevole omogeneità in quanto tutte le stazioni prese in considerazione hanno un grado di contemporaneità superiore al 70%. Ben diverso è il caso della provincia di Udine dove solo l'area urbana mostra un significativo grado di contemporaneità nei superamenti (stazione di Piazzale Osoppo e viale Manzoni) mentre molto più basso risulta essere sia il grado di contemporaneità tra area urbana di Udine e zone pedemontane (Osoppo) o pianeggianti (Torviscosa) e tra queste ultime due. Analoga situazione si osserva nella provincia di Gorizia tra l'area urbana e le altre località.

La situazione di Trieste merita particolare attenzione in quanto, anche nella medesima area urbana, il grado di contemporaneità dei superamenti è relativamente basso (inferiore al 70%). Questo potrebbe essere ascritto a differenze nelle condizioni emissive (sitospecificità) o alla particolare microclimatologia dell'area triestina o a una commistione dei due aspetti.

Il comportamento medio giornaliero e settimanale dell'ozono

L'analisi dei dati dell'ozono è stata condotta considerando nel complesso l'intero periodo che va dai mesi di aprile a settembre, in quanto trattasi del periodo con maggior apporto di radiazione solare, fondamentale per poter avere la formazione di questo inquinante. L'analisi dei dati orari mostra una sostanziale omogeneità nella distribuzione giornaliera delle concentrazioni, con un picco in corrispondenza della massima insolazione ad eccezione delle stazioni di monitoraggio poste in montagna dove i picchi nelle concentrazioni di ozono vengono raggiunti durante la notte (per esempio Monte Zoncolan), verosimilmente a causa di fenomeni di trasporto dalle zone pianeggianti e maggiormente soggette alle emissioni dei precursori dell'ozono (NO_x, CO, COV). Per quanto riguarda le stazioni poste in ambiente "traffico", esse mostrano solitamente un minimo più marcato in concomitanza con le ore di maggior traffico (al mattino) e un massimo nelle ore centrali della giornata, tanto meno marcato quanto più è soggetta al traffico la stazione di monitoraggio (piazza libertà a Trieste). Questo comportamento è dovuto alla maggior disponibilità nelle aree più soggette al traffico di ossidi di azoto che, interagendo con l'ozono, ne riducono le concentrazioni. Nel complesso, comunque, la differenziazione oraria tra i diversi ambienti non è solitamente molto marcata in quanto l'ozono ha dei tempi di persistenza in atmosfera relativamente lunghi che rendono questo inquinante facilmente trasportabile per lunghe distanze, quindi tendono a rendere relativamente omogenea la sua concentrazione a parità di condizioni atmosferiche.

L'analisi dell'andamento settimanale dell'ozono mostra una maggiore variabilità nei diversi giorni, a causa del ridotto campione statistico a disposizione. Ciò nonostante, le stazioni poste in ambiente "traffico" mostrano una chiara tendenza all'aumento delle concentrazioni medie nel fine settimana; questo comportamento si può spiegare a seguito della riduzione delle emissioni da traffico, in particolare degli ossidi di azoto, nel fine settimana. Fanno eccezione le località come Lignano Sabbiadoro che, pur essendo poste in ambiente traffico, mostrano una minor variabilità nei giorni della settimana, verosimilmente a seguito della maggior costanza del traffico, come ci si può aspettare in una località balneare. L'andamento settimanale delle stazioni poste in ambiente "industriale" mostra solitamente una minor differenziazione tra i diversi giorni della settimana, come è ragionevole aspettarsi vista la maggior costanza delle emissioni solitamente associate alle attività produttive. Per quanto riguarda l'ambiente "fondo", anche in questo caso si può mediamente osservare la tendenza all'aumento dell'ozono nel fine settimana. Relativamente alle stazioni poste su rilievi orografici (ad esempio Monte Zoncolan), invece, si nota una chiara decrescita nel fine settimana.

Il comportamento medio giornaliero e settimanale del biossido di azoto

Per quanto riguarda l'analisi degli ossidi di azoto, questa viene circoscritta ai soli periodi che vanno da Gennaio a Marzo e da Ottobre a Dicembre in quanto questi sono i periodi nei quali vengono raggiunte le massime concentrazioni atmosferiche di questo inquinante. L'andamento diurno del biossido di azoto mostra quasi ovunque la presenza di due massimi, uno al mattino (indicativamente alle ore 8) e uno alla sera (indicativamente ore 18-20) anche se, essendo gli

ossidi di azoto caratterizzati da un tempo di permanenza in atmosfera relativamente breve, il dettaglio del comportamento varia molto da postazione a postazione, anche per una medesima tipologia di ambiente.

L'andamento settimanale del biossido di azoto, invece, mostra una chiara diminuzione nel fine settimana, in particolare nella giornata di domenica. Specie nel periodo da Ottobre a Dicembre, inoltre, molte stazioni di monitoraggio mostrano una tendenza alla lenta crescita passando da lunedì al giovedì per poi tornare a decrescere il venerdì. Questa crescita dell'ordine di una deviazione standard in quattro giorni, può essere interpretata come la propensione all'accumulo dell'inquinante nei mesi in questione, a parità di determinanti meteorologici (in prima approssimazione non ci dovrebbe essere alcuna ciclicità settimanale) e di pressioni emissive. Anche la diminuzione nella concentrazione media giornaliera di NO₂ che si osserva passando da venerdì a sabato e successivamente alla domenica si può interpretare come una diminuzione nella pressione emissiva. In questo caso, mediamente, la diminuzione tra le concentrazioni medie giornaliere passando da venerdì a sabato e domenica risulta essere dell'ordine di una deviazione standard.

In generale, le distinzioni tra le diverse tipologie di ambiente ("traffico", "industriale", "fondo") non sono facilmente distinguibili tra di loro mediante il solo comportamento normalizzato orario o settimanale anche perché risulta piuttosto ampia la differenziazione all'interno di un medesimo ambiente.

Il comportamento medio giornaliero e settimanale delle polveri sottili (PM₁₀)

Per quanto riguarda l'analisi del materiale particolato sottile (PM₁₀), questa viene circoscritta ai soli periodi che vanno da gennaio a marzo e da ottobre a dicembre in quanto questi sono i periodi nei quali vengono raggiunte le massime concentrazioni atmosferiche giornaliere di questo inquinante. L'andamento diurno del materiale particolato mostra quasi ovunque la presenza di due massimi, uno al mattino (indicativamente tra le ore 9 e 11 locali) e uno alla sera (indicativamente tra le ore 20 e 22 locali). A differenza di quanto accade con il biossido di azoto, l'andamento diurno del materiale particolato presenta maggiori variazioni tra le diverse località anche a parità di tipologia di ambiente. In particolare, sembra che il massimo notturno nelle aree urbane del Goriziano e Pordenonese sia più spostato verso le 23-24 locali rispetto a quanto accade nelle altre aree urbane anche se la media bioraria anziché oraria delle stazioni del Pordenonese e Goriziano potrebbe in qualche modo influire su questo effetto. In ogni caso il massimo nella concentrazione notturna è sempre chiaramente molto maggiore del massimo diurno e, di fatto, è quello che maggiormente contribuisce al raggiungimento del valore medio giornaliero osservato.

L'andamento settimanale nelle concentrazioni del materiale particolato mostra un andamento simile ma più confuso rispetto a quello del biossido d'azoto. In generale, comunque, si osserva una diminuzione significativa nel fine settimana, in particolare nelle giornate di sabato e domenica. Questa diminuzione nel fine settimana è più chiara nei mesi di ottobre e dicembre rispetto ai mesi di gennaio e febbraio. Inoltre nei mesi di ottobre e dicembre in alcune località si osserva una tendenza alla diminuzione delle concentrazioni già a partire da venerdì. Specie nel periodo da ottobre a dicembre, inoltre, molte stazioni di monitoraggio mostrano una tendenza alla lenta crescita passando da lunedì al giovedì per poi tornare a decrescere il venerdì. Questa crescita dell'ordine di una deviazione standard in quattro giorni, può essere interpretata come la propensione all'accumulo dell'inquinante nei mesi in questione a parità di determinanti

meteorologici (in prima approssimazione non ci dovrebbe essere alcuna ciclicità settimanale) e di pressioni emissive.

Nello specifico del ciclo diurno, molte delle stazioni di monitoraggio poste in un ambiente principalmente caratterizzato dalla pressione del traffico mostrano un massimo giornaliero più marcato di quelle caratterizzate da un ambiente industriale (le stazioni di Trieste via Svevo e Pitacco sono in parte soggette al traffico). Inoltre, molte delle stazioni di monitoraggio poste in aree non densamente urbanizzate sembrano mostrare uno spostamento del massimo notturno più spostato verso le ore 23-24 locali. Per quanto riguarda il ciclo settimanale, invece, non ci sono particolari ed evidenti differenze tra gli ambienti caratterizzati da pressioni di tipo industriale e di tipo traffico.

1.1.3 Obiettivi del Piano e frequenza di applicazione delle misure di Piano

Il presente Piano, ai sensi dell'articolo 8, comma 1, della legge regionale 18 giugno 2007, n. 16, persegue l'obiettivo di conseguire sull'intero territorio regionale la prevenzione, il contenimento ed il controllo, nel breve periodo, del rischio di superamento dei valori limite degli inquinanti e delle soglie di allarme dei livelli di ozono.

Tali azioni indicate nel presente Piano dovranno essere puntualmente individuate nei singoli Piani d'azione comunali e messe in atto nelle situazioni critiche dagli Enti locali.

E' opportuno sottolineare che il Piano agisce sulle cause inquinanti (combustione domestica della biomassa legnosa, riscaldamento domestico, traffico, industrie ecc..) per contenere gli effetti di episodi di ristagno atmosferico che, fortunatamente non sono frequenti, ancorché non rari, nella nostra Regione.

Le specifiche "circostanze contingenti" di cui all'art. 10 comma 3 D.lgs 155/2010 sono dunque le condizioni meteo particolarmente sfavorevoli che mantengono gli inquinanti in aria in concentrazioni tali da causare pericoli per la salute umana, a causa del perdurare del ristagno atmosferico delle masse d'aria.

L'applicazione delle azioni limitanti riguarda soltanto le giornate correlate alle "circostanze contingenti" sopra esposte. In base alle statistiche cautelative (anno con maggiori superamenti complessivi per stazione di monitoraggio con maggiore numero di superamenti) riportate nel presente documento, le misure del Piano dovrebbero essere attivate non più di 5 o 6 volte all'anno, per un periodo complessivo di giorni dipendente dalla persistenza delle condizioni di ristagno atmosferico. Si tratta quindi di un periodo limitato caratterizzato da poche giornate normalmente concentrate nel periodo autunnale e invernale.

1.1.4 Strategie di azione del Piano

Gli studi di sensibilità realizzati a supporto del Piano di azione regionale hanno mostrato come le cause del superamento dei limiti di legge siano molteplici e distribuite sull'intero territorio del Friuli Venezia Giulia. Su tutto il territorio Regionale, pertanto, vi può essere il rischio di superamento dei limiti di legge previsti per i diversi inquinanti (PM10, O3, NO2) inteso come possibilità di insorgenza di concentrazioni elevate a seguito della combinazione dei determinanti meteorologici (condizioni atmosferiche favorevoli al ristagno degli inquinanti) con le pressioni emissive, in particolare antropiche. I superamenti osservati in passato, in particolare, sono il risultato della combinazione di più tipologie emissive, non soltanto locali ma anche distribuite e

diffuse. Al fine di aumentare la semplicità di applicazione del Piano di azione regionale, si è provveduto ad accorpate, ove possibile, gli inquinanti sia in funzione delle rispettive caratteristiche stagionali che in funzione delle relative fonti emissive che maggiormente contribuiscono all'insorgenza dei picchi di inquinamento atmosferico.

1.1.5 Tipologia delle possibili azioni

L'analisi dei superamenti dei limiti di legge ha mostrato come il biossido di azoto (NO₂) e il materiale particolato (PM₁₀) siano sostanzialmente associabili alla medesima tipologia di condizione meteorologica, caratterizzata da scarso rimescolamento delle masse d'aria e che hanno luogo soprattutto nella stagione fredda. Per certi aspetti, inoltre, l'andamento giornaliero e settimanale di questi inquinanti presenta vari punti di sovrapposizione. Si osserva, infatti, una tendenza progressiva all'aumento delle concentrazioni degli inquinanti passando dal lunedì al venerdì e ad una diminuzione nel fine settimana, comunque più marcata per il biossido di azoto che per le polveri. Gli studi di sensibilità, inoltre, hanno mostrato come le tipologie di pressioni antropiche che maggiormente favoriscono il raggiungimento di alte concentrazioni di NO₂ (traffico, attività industriali e localmente i porti) siano un sottoinsieme delle tipologie di pressioni che maggiormente favoriscono il raggiungimento delle alte concentrazioni di polveri (combustione domestica -in particolare della legna-, traffico, attività industriali e localmente i porti). Per questo motivo, al fine di rendere quanto più snella possibile l'attuazione delle procedure di attivazione del piano, le azioni volte a contenere gli episodi di superamento dei limiti di legge previsti per NO₂ e PM₁₀ sono state accorpate sia in termini di tipologia che di tempistica di attuazione. In altre parole, le azioni proposte per l'NO₂ sono risultate essere un sottoinsieme delle azioni efficaci per la riduzione delle concentrazioni del PM₁₀.

Per quanto riguarda l'ozono, benché le condizioni meteorologiche favorevoli al raggiungimento di alte concentrazioni diffuse di questo inquinante siano individuabili chiaramente (alta insolazione, scarso rimescolamento), gli studi di sensibilità hanno mostrato come azioni condotte a scala regionale siano di difficile valutazione. Riduzioni locali delle emissioni, infatti, solitamente provocano un aumento locale delle concentrazioni congiuntamente ad una diminuzione lontano dall'area di riduzione (es.: riduzioni del traffico sulla pianura della nostra regione provocano una diminuzione delle concentrazioni di ozono in montagna). Per questo motivo, pertanto, si ritiene che la scala Regionale non sia quella adatta per gestire in maniera attiva gli episodi di inquinamento da ozono, che andrebbero affrontati a livello trans-nazionale. Per quanto riguarda la gestione degli episodi di inquinamento da ozono, pertanto, si ritiene che la sola azione attuabile nel breve periodo e a scala regionale sia quella dell'informazione tempestiva alla popolazione. Va inoltre sottolineato come l'informazione, vista la marcata ciclicità diurna di questo inquinante, sia in grado di consentire alla popolazione di ridurre nel breve periodo il rischio connesso all'esposizione all'ozono rimanendo all'interno di ambienti chiusi nelle ore critiche.

Per quanto riguarda l'estensione e localizzazione delle aree di applicazione delle azioni, gli studi di sensibilità effettuati hanno inoltre mostrato come siano da prediligere le misure applicate su aree estese rispetto ad azioni insistenti su una porzione limitata del territorio. Questo è risultato particolarmente evidente per le polveri che, avendo dei tempi di permanenza in atmosfera relativamente lunghi, possono raggiungere concentrazioni elevate anche lontano dalla sorgente emissiva. Ovviamente, dato che le azioni debbono anche essere sostenibili socialmente, non tutte potranno essere messe in atto su aree e per tempi auspicabili in base a considerazioni puramente tecniche. Le azioni, infatti, dovranno necessariamente essere adattate al tessuto sociale, eventualmente riducendone l'efficacia potenziale, senza però diventare dei palliativi.

Per le ragioni sopra esposte, le misure proposte per il Piano di azione regionale sono state suddivise nelle seguenti tre classi:

1) Azioni diffuse

In questa classe vengono raccolte le azioni che possono essere messe in atto su una porzione del territorio quanto più ampia possibile al fine di garantirne l'efficacia, non necessariamente locale. In questa classe di azioni troviamo:

A1. informazione alla popolazione;

A2. riduzione di due gradi della temperatura media impostata internamente agli edifici (ove possibile) rispetto a quanto indicato nella legge 10 del 1991, esentando gli edifici che rientrano nella categoria B o superiore (A o Casa Passiva) in base all'attestato di qualificazione energetica o da una equivalente procedura di certificazione energetica stabilita dal Comune;

A3. sostituzione della combustione domestica della legna (ove possibile), con altre forme di combustione o riscaldamento tranne che per gli impianti con le seguenti caratteristiche minime:

a. marcatura CE

b. polveri totali emesse da **prodotti a legna quali stufe, caminetti e inserti** rispondenti alle norme (UNI EN 13240 e UNI EN 13229), misurate secondo il metodo tedesco-austriaco, inferiori a 100 mg/Nm³ (misurate al 13% di O₂). In mancanza di tale valore certificato da laboratori notificati e riportato nella documentazione disponibile, il valore del CO deve essere inferiore a 0,2% (misurato al 13% di O₂);

c. polveri totali emesse da **prodotti a legna quali cucine e termo-cucine** rispondenti alle norme (UNI EN 12815), misurate secondo il metodo tedesco-austriaco, inferiori a 100 mg/Nm³ (misurate al 13% di O₂). In mancanza di tale valore certificato da laboratori notificati e riportato nella documentazione disponibile, il valore del CO deve essere inferiore a 0,3 % (misurate al 13% di O₂);

d. polveri totali emesse da **prodotti a pellet quali stufe e caminetti** rispondenti alle norme (UNI EN 14785), misurate secondo il metodo tedesco-austriaco, inferiori a 60 mg/Nm³ (misurate al 13% di O₂). In mancanza di tale valore certificato da laboratori notificati e riportato nella documentazione disponibile, il valore del CO, deve essere inferiore a 0,04% (misurato al 13% di O₂).

Inoltre la misura non comprende le **stufe a giro di fumi (kachelofen)** e le **centrali a cogenerazione** funzionanti a biomassa legnosa, mentre comprende il divieto dell'accensione di fuochi all'aperto, ad eccezione dei fuochi epifanici.

2) Azioni locali

In questa classe vengono raccolte le azioni che dovrebbero essere messe in atto su una porzione del territorio ampia ma che, per motivi connessi alla realizzabilità dell'applicazione possono essere

messe in atto solo localmente. L'area di applicazione locale, comunque, deve essere resa quanto più ampia possibile.

In questa classe di azioni troviamo:

- A4. Interventi di riduzione del traffico e limitazione della circolazione per vetture pre EURO IV a gasolio o benzina, inclusi mezzi commerciali pesanti non adibiti a carico e scarico delle merci nella fascia oraria dalle ore 16.00 alle ore 20.00 nelle zone individuate dai Piani di azione comunali.

3) Azioni puntuali

In questa classe sono indicate le azioni che possono essere mirate su specifiche fonti che rivestono un ruolo emissivo importante, anche se non necessariamente nel loro ambito locale e troviamo:

- A5. Riduzione del 10% delle emissioni degli impianti individuati nel periodo di applicazione della misura e rispetto alle emissioni giornaliere del normale esercizio così come dichiarate nell'inventario delle emissioni (INEMAR) relativo all'anno 2005

Per quanto riguarda l'ozono, come più volte indicato, la sola azione attualmente sostenibile, quindi possibile, è di tipo diffuso e relativa all'informazione (A1. Informazione alla popolazione). L'area di applicazione di questa azione deve necessariamente essere quella dell'intero territorio regionale, dato che in ogni area della nostra regione sussiste il rischio di superamento dei limiti di Ozono. Ovviamente, per poter essere efficace, l'informazione deve necessariamente essere tempestiva e deve basarsi non solo sui canali istituzionali, ma deve anche utilizzare i mezzi di comunicazione che si stanno attualmente affermando nella Società. Va inoltre sottolineato che l'azione informativa, purché tempestiva e capillare, permette di ottenere risultati significativi in quanto le concentrazioni dell'ozono osservate all'interno delle abitazioni o nei locali pubblici e di lavoro, sono significativamente inferiori a quelle in aria ambiente. L'ozono, infatti, in quanto sostanza fortemente reattiva, agisce rapidamente con le altre sostanze presenti all'interno dei locali chiusi, riducendosi fino a raggiungere concentrazioni che possono essere il 50% delle concentrazioni in aria ambiente. L'azione deve in questo caso mirare ad informare la popolazione dell'emergenza per evitare l'esposizione dei soggetti più sensibili nelle ore di maggior rischio.

Per poter essere efficace, inoltre, l'informazione deve necessariamente indicare il posizionamento e l'estensione dell'area dove i superamenti dei limiti di legge relativi all'ozono si potranno manifestare (valore bersaglio, valore di informazione e allarme; Direttiva 2008/50/CE) e una stima della durata dei medesimi.

1.1.5.1 Materiale particolato (PM10) e biossido di azoto (NO2)

Per quanto riguarda il materiale particolato (PM10) e il biossido di azoto (NO2) le azioni sono state suddivise in diffuse, locali e puntuali, secondo i criteri sopra riportati.

Azioni diffuse

Le azioni diffuse sono le azioni A1, A2, A3.

Per quanto riguarda la attuazione delle azioni, tra cui quelle riguardanti anche la limitazione all'uso della legna, va chiaramente e ulteriormente specificato che tale riduzione riguarda soltanto

le giornate di applicazione del PAR. Questa riduzione, in base alle statistiche cautelative (anno con maggiori superamenti complessivi per stazione di monitoraggio con maggiore numero di superamenti) riportate nel presente documento, dovrebbe accadere non più di 5 o 6 volte all'anno, per un periodo complessivo di giorni dipendente dalla persistenza delle condizioni di ristagno atmosferico

Azioni locali

Le azioni locali sono quelle che, a seguito dei vincoli imposti dalla sostenibilità sociale, possono essere ragionevolmente messe in atto solo su un'area ristretta del territorio regionale. Le azioni locali prese in considerazione in questo caso riguardano sostanzialmente il traffico (azione A4). In base alle analisi effettuate, gli effetti del traffico sono legati alla emissione diretta del particolato primario ma soprattutto alle emissioni di ossidi di azoto, importante sia per gli effetti diretti sulla concentrazione di NO₂ in area ambiente che per la conseguente formazione del particolato secondario. Proprio a causa della formazione del particolato secondario, la riduzione delle emissioni associate al traffico dovrebbe essere messa in atto nel periodo temporale in cui l'atmosfera è maggiormente prona al ristagno e alla formazione di questa tipologia di inquinante. Tenendo conto dell'andamento medio orario del traffico e tenendo conto del fatto che la formazione del particolato secondario risulta maggiormente favorita in condizioni di bassa temperatura e alta umidità relativa, tipicamente riscontrabili a partire dal tardo pomeriggio sino al primo mattino, il periodo di maggiore efficacia potenziale della riduzione del traffico risulta essere quello dalle ore 16:00 alle ore 20:00 locali.

Per quanto riguarda le possibili azioni locali sul traffico, l'analisi del parco veicolare circolante in regione -in generale piuttosto obsoleto-, propende verso una limitazione al traffico basata sulle categorie Euro. La limitazione del traffico alle sole categorie Pre EURO IV, dovrebbe consentire una riduzione di circa il 60% dell'intero parco veicolare circolante, superiore a quanto ottenibile con le targhe alterne, con in più il vantaggio della minore pressione emissiva associata alle categorie dei veicoli superiori o uguali alla classe EURO IV.

In base alle considerazioni sopra esposte, pertanto, l'azione proposta diventa quella di ridurre la circolazione nella fascia oraria dalle 16:00 alle 20:00 alle vetture pre EURO IV a gasolio o benzina, inclusi i mezzi commerciali leggeri e pesanti non adibiti a carico e scarico delle merci.

Per quanto riguarda le zone di applicazione di questa azione, esse debbono essere centrate sui Comuni capoluogo di Provincia (Gorizia, Pordenone, Trieste e Udine) e a Monfalcone. Questa scelta nasce dal fatto che le aree urbane in questione sono sede di un servizio di trasporto pubblico, pertanto sono già attrezzate in modo da consentire, almeno in linea di principio, una gestione sostenibile della riduzione del traffico. Al fine di massimizzare l'area di restrizione al traffico, quindi l'effetto dell'azione minimizzando nel contempo il disagio alla popolazione, si ritiene indispensabile procedere con l'individuazione della zona soggetta a limitazione del traffico mediante il coinvolgimento non solo dei Comuni sopra individuati, ma anche dei Comuni ad essi limitrofi e alla Provincia di appartenenza per le eventuali ripercussioni sui servizi di trasporto pubblico. I Piani di azione comunale dei capoluoghi di provincia e di Monfalcone dovranno pertanto essere realizzati congiuntamente ai Piani di azione dei Comuni ad essi limitrofi mediante l'attivazione di opportuni tavoli tecnici intercomunali. I tavoli tecnici intercomunali, la cui composizione è indicata nelle tabelle sottoriportate, dovranno essere convocati dal Comune capoluogo di Provincia entro due mesi dall'approvazione del Piano di azione regionale e dovranno portare entro sei mesi alla realizzazione di Piani d'azione comunali armonizzati come previsto dall'articolo 5 delle norme di Piano.

Inoltre si sottolinea che i tavoli sono stati previsti senza l'intento coercitivo di imporre la riduzione del traffico in tutti i Comuni indicati, ma al solo fine di delegare ai Comuni l'individuazione della zona più ampia possibile in cui effettuare la riduzione, nell'ottica di un percorso di condivisione che porti a ricadute concrete. Dalle discussioni nei tavoli potrebbero quindi emergere esigenze diverse da quelle ipotizzate.

Ente Capofila	Enti Convocati
Comune di Gorizia	San Floriano del Collio
	Mossa
	Farra d'Isonzo
	Savogna d'Isonzo
	Provincia di Gorizia
	Nova Gorica (SLO)

Ente Capofila	Enti Convocati
Comune di Monfalcone	Doberdò del Lago
	Duino Aurisina
	Ronchi dei Legionari
	Staranzano
	Provincia di Gorizia

Ente Capofila	Enti Convocati
Comune di Pordenone	Azzano Decimo
	Cordenons
	Fiume Veneto
	Pasiano di Pordenone
	Porcia
	Prata di Pordenone
	Roveredo in Piano
	San Quirino
	Zoppola
	Provincia di Pordenone

Ente Capofila	Enti Convocati
Comune di Trieste	Duino Aurisina

	Monrupino
	Muggia
	San Dorligo della Valle
	Sgonico
	Provincia di Trieste

Ente Capofila	Enti Convocati
Comune di Udine	Campoformido
	Martignacco
	Pagnacco
	Pasian di Prato
	Pavia di Udine
	Povoletto
	Pozzuolo del Friuli
	Pradamano
	Reana del Rojale
	Remanzacco
	Tavagnacco
	Provincia di Udine

Azioni puntuali

Con il termine di "azioni puntuali", si individua quella tipologia di misure che vengono adottate sulle sorgenti puntuali, ad esempio, sorgenti industriali, al fine di portare ad una diminuzione delle concentrazioni degli ossidi di azoto e del PM10. Al fine di massimizzare l'efficacia delle azioni minimizzando l'impatto sul tessuto produttivo locale, si è provveduto ad individuare il numero di impianti industriali ai quali è associato il 95 % delle emissioni di PM10 e NOx. Questi impianti sono riportati nella tabella sottostante. Vista la rilevanza delle emissioni industriali per quanto riguarda le concentrazioni al suolo di PM10 e di NO2, l'azione puntuale proposta è quella di ridurre del 10% per entrambi gli inquinanti le emissioni degli impianti indicati in tabella nel periodo di applicazione della misura e rispetto alle emissioni giornaliere del normale esercizio così come dichiarate nell'inventario delle emissioni (INEMAR) relativo all'anno 2005 (azione A5). In questo modo, anche questo settore si farebbe carico di una riduzione delle emissioni percentualmente analoga a quella ascrivibile alla riduzione della temperatura interna agli edifici (circa 10-15%).

La riduzione del 10% delle emissioni di PM10 e di NO2 da parte delle sorgenti puntuali rientra esattamente nel contesto di chiedere uno sforzo maggiore a chi maggiormente inquina e non ha ancora messo in atto un processo virtuoso di riduzione dell'impatto ambientale. Per questo motivo, nel documento, la riduzione delle emissioni viene richiesta alle sorgenti puntuali che, dal

2005 ad oggi, non hanno messo in atto una riduzione di almeno il 10% delle emissioni annuali a seguito dell'applicazione delle migliori tecnologie disponibili.

Ragione Sociale	Via/Piazza	Cap e Comune
Centrale Termoelettrica Di Monfalcone	Via Timavo, 45	34075 Monfalcone (GO)
Elettra Produzione Srl	Via di Servola, 1	34145 Trieste (TS)
Cementizillo Spa (Fanna)	Via Pradis, 2	33092 Fanna (PN)
Cartiera Burgo Spa (Duino)	Via San Giovanni di Duino, 24/D	34011 San Giovanni Di Duino (TS)
Caffaro Chimica Srl	Piazzale Marinotti, 1	33050 Torviscosa (UD)
Italcementi Spa	Via Caboto, 17	34100 Trieste (TS)
Buzzi Unicem Spa	Via Val Cosa, 2	33090 Travesio (PN)
Burgo Group Spa (Tolmezzo)	Via Pier fortunato Calvi, 15	33028 Tolmezzo (UD)
Ferriere Nord Spa	Zona Industriale Rivoli	33010 Osoppo (UD)
Bipan Spa	Via S. Maria, 32	33050 Bicinico (UD)
Lucchini Spa	Via di Servola, 1	34145 Trieste (TS)
Fantoni Spa	Zona Industriale Rivoli di Osoppo	33010 Osoppo (UD)
Fonderie Acciaierie Roiale Spa	Via Leonardo da Vinci, 11	33010 Reana del Rojale (UD)
Acciaierie Bertoli Safau Spa	Via Buttrio, 28	33050 Pozzuolo del Friuli (UD)
REFEL Spa	Via Tagliamento 4, Zona Industriale Ponte Rosso	33078 San Vito Al Tagliamento (PN)
Avir Spa	Via Vittorio Veneto, 86	33083 Chions (PN)
Ideal Standard Industriale Srl	Via Treviso, 87	33080 Zoppola (PN)
ZML Industries SpA	Viale Dell'Industria, 10	33085 Maniago (PN)
Reno de Medici Spa	Via Cartiera, 27	33025 Ovaro (UD)
Pasta ZARA Spa	Strada delle Saline, 29	34123 Muggia (TS)
PMT Spa	Via E. Fermi, 33	33058 San Giorgio di Nogaro (UD)
O-I Manufacturing Italy Spa	Via Vittorio Veneto, 86	33083 Chions (PN)
Eurowood Spa	Zona Industriale	33040 Moimacco (UD)
Vetri Speciali Spa	Via Gemona, 5	33078 San Vito al Tagliamento (PN)
Trametal Spa	Via E. Fermi, 44	33058 San Giorgio di Nogaro (UD)
ACEGAS APS Spa	Via Maestri del Lavoro, 8	34123 Trieste (TS)
Palini E Bertoli SPA	Via E. Fermi 28	33058 San Giorgio Di Nogaro (UD)
Edison S.p.a.	Via Marinotti, 12	33093 Meduno (PN)
ElettroGorizia S.p.A.	Via Anton Gregoric, 24	34170 Gorizia (GO)
Cartiera Verde Romanello	Via Della Roggia, 71	33030 Campofornido (UD)
Cartiere Ermolli Spa	Via Giorgio Ermolli, 62	33015 Moggio Udinese (UD)
Gruppo Cordenons Spa	Via Pasch, 95	33084 Cordenons (PN)

Le Ditte proprietarie di tali impianti dovranno presentare un progetto di interventi a carattere tecnico da attuare parallelamente agli interventi previsti nel Piano d'azione comunale dei Comuni interessati che, pur garantendo il corretto funzionamento degli impianti, sono atti a ridurre l'inquinamento globale.

Tali progetti saranno attuati mediante accordi tra le Province interessate e gli insediamenti industriali, ai sensi dell'articolo 14 della legge regionale 16 del 2007.

Informazioni sulle sorgenti puntuali

Si precisa che i dati relativi alle sorgenti puntuali possono essere richiesti dagli interessati in base e nel quadro normativo definito dal D.Lgs 195/2005. Si ricorda inoltre che la Commissione Europea si è già dotata di uno strumento per la raccolta e condivisione delle informazioni relative

alle emissioni di sorgenti puntuali (registro EPER), disponibile liberamente alla seguente pagina web gestita dall'Agenzia Europea per l'Ambiente:

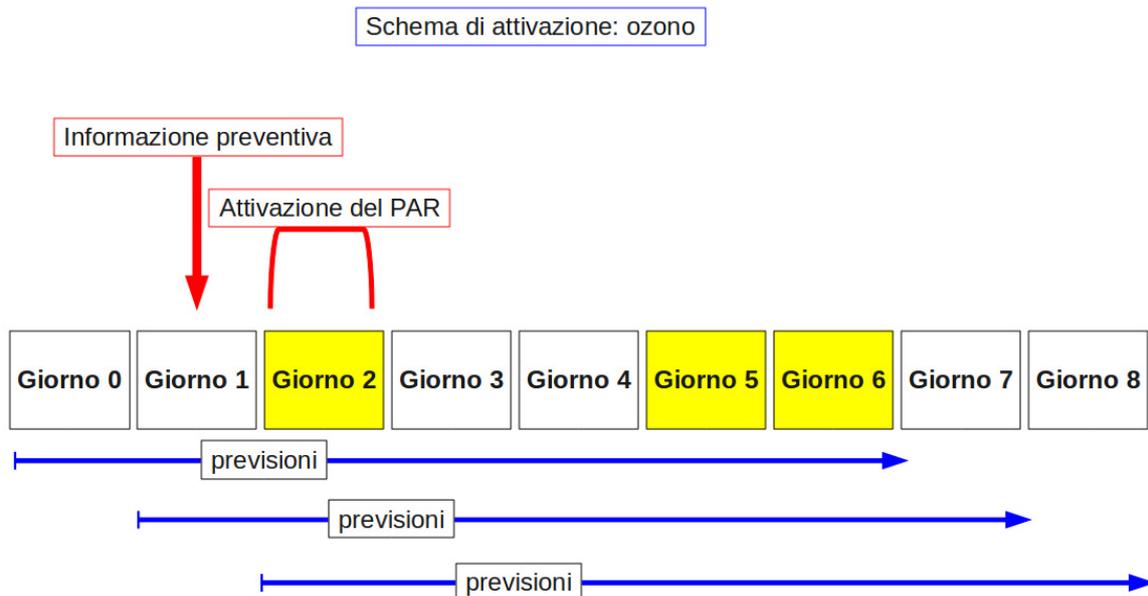
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eper-the-european-pollutant-emission-register-3>

Efficacia del Piano d'azione

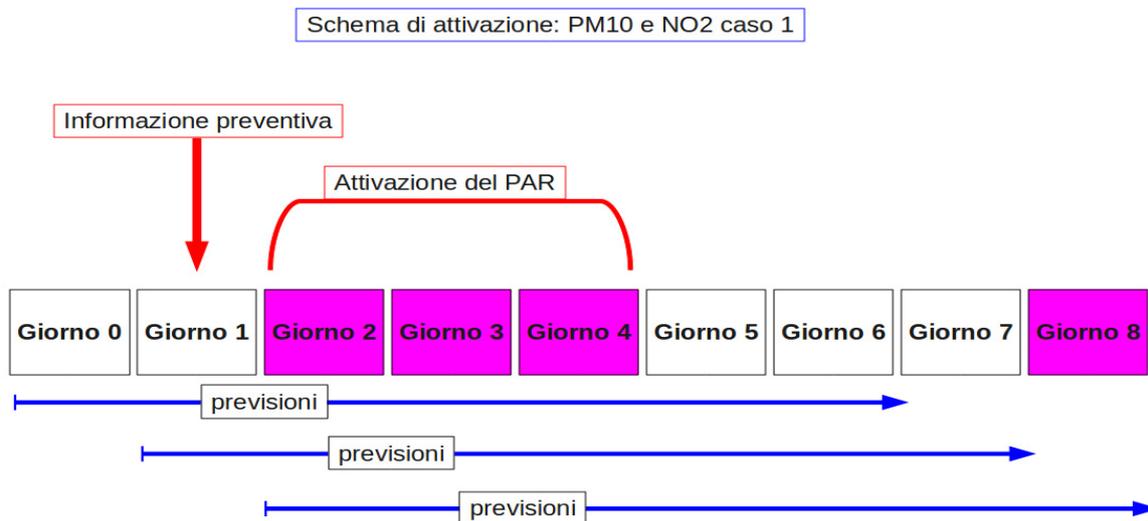
Per poter essere efficace, il Piano di azione regionale deve necessariamente poter agire in chiave preventiva, cioè mediante previsioni future della qualità dell'aria. Per quanto riguarda l'ozono, le previsioni della qualità dell'aria dovranno essere disponibili almeno nel giorno precedente a quello del superamento della soglia di informazione, allarme o del valore obiettivo su qualsiasi porzione del territorio regionale. Le previsioni dovranno anche indicare, in maniera cautelativa, l'estensione della zona di superamento dei limiti di legge e la loro durata in termini di giorni.

Anche per quanto riguarda il PM₁₀ e l'NO₂, le previsioni della qualità dell'aria dovranno essere disponibili almeno il giorno precedente a quello dei possibili superamenti dei limiti di legge per il PM₁₀. L'attivazione delle azioni previste dal Piano dovrà avvenire a seguito di una sequenza contigua di superamenti in numero maggiore o uguale a tre che interessino una parte rilevante del territorio regionale, indicativamente il 20% della pianura e costa del Friuli Venezia Giulia, cioè dell'area di applicazione delle azioni diffuse. Questa previsione dovrà far partire le azioni diffuse, locali e puntuali in concomitanza con il giorno di inizio della prevista sequenza di superamenti. Le informazioni dovranno essere fatte pervenire a tutta la popolazione, indipendentemente dal fatto che sia residente o meno nell'area del previsto superamento, e agli amministratori locali delle zone di applicazione delle azioni diffuse, locali e puntuali. La previsione dovrà anche fornire una stima della durata presunta della sequenza di superamenti. Qualora la sequenza di superamenti sopra indicata non sia continua, l'attivazione del Piano dovrà comunque comprendere anche le giornate successive alla sequenza di attivazione se separate da questa da un solo giorno.

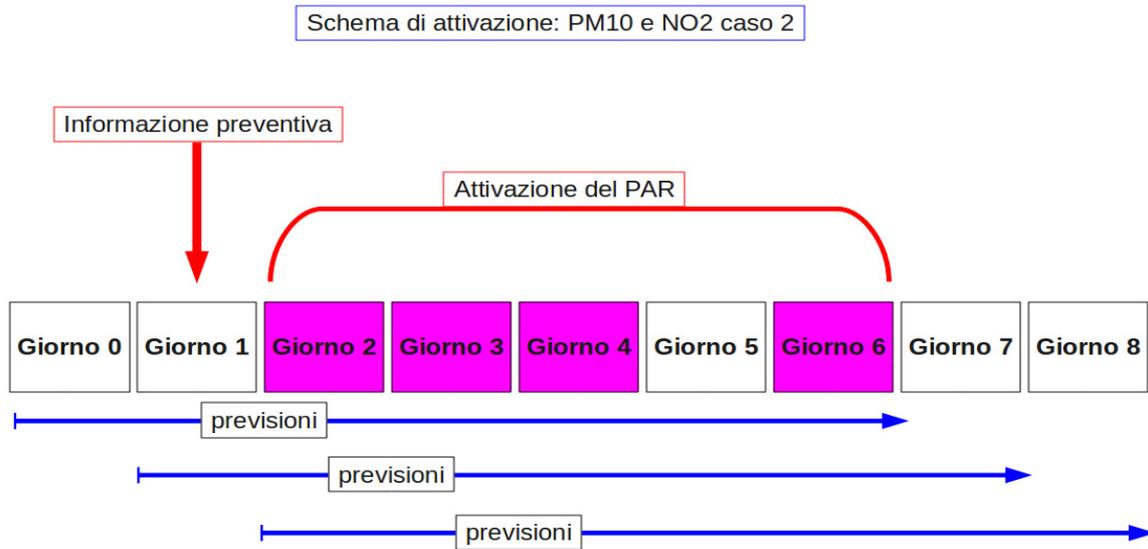
Qualora le previsioni di superamento relative al PM₁₀ e NO₂ interessassero una possibile sequenza di superamenti uguale o maggiore di quella di attivazione su un'area diversa dalla pianura e costa, allora la comunicazione dovrà essere fatta agli amministratori locali dell'area in questione, i quali dovranno mettere in atto le azioni diffuse, locali e puntuali sul territorio di loro pertinenza.



Schema della sequenza di attivazione delle azioni previste dal Piano di azione regionale. Caso dell'ozono



Schema della sequenza di attivazione del Piano di azione regionale. Caso del PM10 e NO2 con giornate di superamento contigue.



Schema della sequenza di attivazione del Piano di azione regionale. Caso del PM10 e NO2 con giornate di superamento non contigue.

2 QUADRO NORMATIVO

Gli strumenti normativi in materia di qualità dell'aria e di inquinamento atmosferico sono complessi ed articolati e sono strutturati su diversi livelli, dalle direttive comunitarie alle norme nazionali, per arrivare agli strumenti di governo locale.

Una disamina della normativa che, a vario titolo, ha influenzato l'amministrazione regionale nella stesura degli atti legislativi ed amministrativi in materia e dei documenti di pianificazione (Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria, Piano di azione regionale) rappresenta indiscutibilmente una utile premessa logica per una migliore comprensione della materia.

Tuttavia, considerata la mole considerevole di materiale esistente ma soprattutto considerata l'esauriente descrizione del quadro normativo sulle emissioni di inquinanti nell'aria già effettuata nell'ambito del Capitolo V del documento "Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria" di cui all'articolo 9 della legge regionale 16/2007, pare rispondere a criteri di razionalità effettuare, in questa sede, solo una breve sintesi dei principali provvedimenti normativi in vigore sottolineando, pertanto, principalmente eventuali novità rispetto a quanto già menzionato nel suddetto documento e rinviando per tutto il resto a quanto già descritto nel Capitolo V del "Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria", approvato dalla Giunta regionale in via definitiva con la deliberazione 12 maggio 2010, n. 913.

Nel "Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria" vengono svolti, in particolare, approfondimenti sugli accordi internazionali in materia di emissioni in atmosfera, sulla pianificazione nazionale e su quella regionale nelle materie di interesse per la pianificazione locale della qualità dell'aria.

2.1 LA NORMATIVA COMUNITARIA

La strategia sull'inquinamento atmosferico è una delle sette strategie tematiche previste dal Sesto programma d'azione per l'ambiente del 2002 e la prima ad essere formalmente adottata dalla Commissione europea. Essa è il risultato delle ricerche effettuate nell'ambito del programma "Aria pulita per l'Europa" (Clean Air For Europe - CAFE) e dei programmi quadro di ricerca successivi ed è stata adottata dopo un lungo processo di consultazione con il Parlamento europeo, le organizzazioni non governative, l'industria e i singoli cittadini.

Il VI Programma comunitario di azione in materia di ambiente, adottato con la decisione n. 1600/2002/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 luglio 2002, sottolinea l'importanza della prevenzione e dell'adozione del principio di precauzione, allo scopo di ridurre il rischio per la salute e per l'ambiente, prevedendo tra gli altri obiettivi, il raggiungimento di standard di qualità dell'aria che non comportino rischi o impatti negativi per la salute umana e per l'ambiente, la riduzione della quota di persone soggette a livelli medi di inquinamento acustico di lunga durata, la riduzione degli impatti dei pesticidi sulla salute e sull'ambiente; la riduzione fino alla eliminazione entro il 2020 della produzione e dell'utilizzo di sostanze chimiche pericolose.

Dal giugno 2003 l'integrazione tra tematiche ambientali e salute è oggetto, inoltre, della Strategia Ambiente e Salute lanciata dalla Commissione europea, che propone una più stretta cooperazione fra aree di intervento nella protezione ambientale, nella sanità e nella ricerca. Il valore aggiunto che apporta la "Strategia europea per l'ambiente e la salute" al quadro delle politiche e raccomandazioni europee è lo sviluppo di un sistema comunitario che integri le informazioni sullo stato dell'ambiente, sull'ecosistema e sulla salute umana. In questo modo si potrà valutare con maggiore efficacia l'impatto complessivo dell'ambiente sulla salute umana tenendo conto di vari effetti, quali l'esposizione combinata degli inquinanti e gli effetti cumulativi degli stessi.

L'Unione europea fissa obiettivi di riduzione di taluni inquinanti e rafforza il quadro legislativo di lotta all'inquinamento atmosferico secondo due assi principali: il miglioramento della legislazione comunitaria in materia di ambiente e l'integrazione del problema "qualità dell'aria" nelle pertinenti politiche.

In particolare, la strategia dell'Unione europea volta ad un chiarimento e ad un miglioramento della legislazione in materia, si propone di semplificare le norme esistenti e di aggiornarle per attualizzarle con gli ultimi sviluppi in campo scientifico e sanitario e con le esperienze più recenti degli Stati membri attraverso la riunificazione in un unico testo della Direttiva quadro sulla valutazione e gestione della qualità dell'aria, della prima, della seconda e della terza Direttiva derivata nonché della decisione sullo scambio di informazioni.

Ciò è concretamente avvenuto attraverso l'emanazione della Direttiva 21 maggio 2008, n. 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, recepita in Italia dal decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

In particolare i provvedimenti esistenti e riordinati in chiave di semplificazione sono:

- la Direttiva 96/62/CE del Consiglio, del 27 settembre 1996, in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente ("direttiva quadro"), recepita in Italia dal decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";
- la Direttiva 1999/30/CE del Consiglio, del 22 aprile 1999, concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo ("prima direttiva derivata"), recepita in Italia dal decreto ministeriale 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio";
- la Direttiva 2000/69/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 novembre 2000, concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente; ("seconda direttiva derivata"). Recepita con il decreto ministeriale 2 aprile 2002, n. 60;

- la Direttiva 2002/3/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 febbraio 2002, relativa all'ozono nell'aria ("terza direttiva derivata"). Recepita con il decreto legislativo 21 maggio 2004 n. 183 "Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria";
- la Decisione 97/101/CE del Consiglio, del 27 gennaio 1997, che instaura uno scambio reciproco di informazioni e di dati provenienti dalle reti e dalle singole stazioni di misurazione dell'inquinamento atmosferico negli Stati membri ("decisione sullo scambio di informazioni").

La Direttiva 2008/50/CE afferma altresì che, nel momento in cui si maturerà un'esperienza sufficiente a livello di attuazione della Direttiva 2004/107/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 dicembre 2004, concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente, si prenderà in considerazione la possibilità di incorporare le disposizioni di tale direttiva nella direttiva 2008/50 stessa.

Questi in sintesi gli elementi chiave contenuti nella nuova Direttiva 2008/50/CE:

1. l'aggiornamento e la modifica di alcune delle indicazioni già contenute nelle precedenti direttive;
2. l'avvio di nuove attività di misura riguardanti il PM 2.5;
3. la predisposizione di un processo di valutazione dei piani di risanamento della qualità dell'aria presentati dagli Stati membri e dei risultati ottenuti consentendo, sotto particolari condizioni dettagliate all'interno del documento, la possibilità di accedere a deroghe/proroghe del rispetto dei limiti previsti per PM10, ossidi di azoto e benzene, per un tempo massimo di 3 anni dall'approvazione delle modifiche al piano presentate.

Gli aggiornamenti più significativi rispetto alle direttive precedentemente in vigore sono sostanzialmente riconducibili a:

1. un maggior controllo della qualità dei dati prodotti;
2. una migliore definizione dei criteri di posizionamento dei punti di misura e delle misure da effettuare;
3. l'aggiornamento dei metodi di riferimento previsti.

Si riportano solo alcune considerazioni in merito alle direttive ed alla decisione sostituiti dalla nuova Direttiva 2008/50/CE.

Direttiva 96/62/CE del Consiglio del 27 settembre 1996 in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

- La direttiva quadro stabiliva principi di base di una strategia comune volta a definire e fissare obiettivi concernenti la qualità dell'aria ambiente per evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, valutare la qualità dell'aria ambiente negli Stati membri, informare il pubblico, tra l'altro, attraverso soglie di allarme, nonché migliorare la qualità dell'aria quando essa non è soddisfacente. La direttiva quadro ha, dunque, stabilito i principi di base di una strategia comune volta a definire ed a fissare gli obiettivi concernenti la qualità dell'aria ambiente finalizzati a prevenire evitare o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, in funzione dell'attuazione delle conseguenti misure volte mantenere la qualità dell'aria là dove è buona ed a migliorarla quando essa non è soddisfacente; ha introdotto nuovi sistemi di valutazione della qualità

dell'aria ambiente che utilizzano, a seconda dei livelli di inquinamento riscontrati, sia misure di tipo dirette, che tecniche di modellazione e stime di tipo obiettivo.

La direttiva quadro, cui hanno fatto seguito ulteriori direttive soprattutto in materia di emissioni di inquinanti in atmosfera, ha previsto, inoltre, la progressiva abrogazione di tutte le precedenti disposizioni con le quali erano stati fissati, per gli specifici inquinanti, i valori di riferimento per il controllo della qualità dell'aria, demandando alla successiva emanazione delle cosiddette "direttive figlie" che di seguito si citano, la fissazione di valori limite, valori di allarme e valori obiettivo.

- la Direttiva 1999/30/CE del Consiglio, del 22 aprile 1999, concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo.
Si tratta della prima direttiva derivata dalla direttiva 96/62/CE. Essa definisce, nel caso di PM10 due fasi, una prima fase al 1 gennaio 2005 ed una seconda al 1 gennaio 2010 per il raggiungimento dei valori limite. I valori limite, fissati in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, devono essere raggiunti entro un dato termine e in seguito non superati.
- la Direttiva 2000/69/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 novembre 2000, concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente.

La direttiva (seconda direttiva derivata) completa le disposizioni concernenti i valori limite della direttiva 96/62/CE con valori limite specifici per due singole sostanze inquinanti (il benzene e il monossido di carbonio). Il valore limite per il benzene è fissato a 5 mcg/m³ dal 1° gennaio 2010 e per il monossido di carbonio a 10 mg/m³ dal 1° gennaio 2005. La direttiva dispone che gli Stati membri sono tenuti ad informare sistematicamente il pubblico sulle concentrazioni di tali sostanze nell'aria ambiente.

- la Direttiva 2002/3/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 febbraio 2002, relativa all'ozono nell'aria.

Si tratta della terza direttiva derivata dalla direttiva quadro sulla qualità dell'aria ambiente (96/62/CE). L'obiettivo di questa direttiva derivata è di:

1. fissare obiettivi a lungo termine (punto III dell'allegato I della direttiva), valori-obiettivo per il 2010 (punto II dell'allegato I), una soglia di allarme e un inizio di informazione (punto I dell'allegato II) sulle concentrazioni di ozono nell'aria ambiente della Comunità;
2. stabilire metodi e criteri comuni per valutare le concentrazioni di ozono nell'aria ambiente;
3. garantire il conseguimento e la messa a disposizione dei cittadini dell'informazione pertinente sull'ozono nell'aria ambiente;
4. conservare o migliorare la qualità dell'aria ambiente;
5. promuovere la cooperazione tra gli Stati membri per diminuire l'ozono nell'aria ambiente.

Gli obiettivi a lungo termine fissati dalla direttiva rispettano le linee direttrici dell'Organizzazione mondiale della Sanità relative all'ozono. L'inosservanza dei valori-obiettivo costringe gli Stati membri a stabilire un piano di azione per la riduzione dell'ozono nell'aria ambiente.

- la Direttiva 2004/107/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 dicembre 2004, concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.

Questa direttiva ha costituito l'ultima fase del processo di rifusione della normativa europea, avviata dalla direttiva quadro 96/62/CE, concernente la presenza di inquinanti che presentano un rischio per la salute umana.

Dato che le sostanze in oggetto sono agenti cancerogeni umani per i quali non può essere individuata alcuna soglia riguardo agli effetti dannosi sulla salute umana, la direttiva è finalizzata ad applicare il principio secondo il quale l'esposizione a tali inquinanti debba essere al livello più basso che si possa ragionevolmente raggiungere. La direttiva non fissa un valore limite per le emissioni di idrocarburi policiclici aromatici (PAH), ma utilizza il benzo(a)pirene come tracciante del rischio cancerogeno di questi inquinanti e stabilisce per questa sostanza un valore bersaglio da raggiungere per quanto possibile.

Inoltre la direttiva definisce metodi e criteri comuni per la valutazione delle concentrazioni e della deposizione delle sostanze in oggetto e garantisce che informazioni adeguate vengano raccolte e messe a disposizione del pubblico.

- la Decisione 97/101/CE del Consiglio, del 27 gennaio 1997, che instaurava uno scambio reciproco di informazioni e di dati provenienti dalle reti e dalle singole stazioni di misurazione dell'inquinamento atmosferico negli Stati membri. ("decisione sullo scambio di informazioni") così come modificata dalla decisione 2001/752/CE della Commissione, del 17 ottobre 2001.

Tale decisione, che aveva come obiettivo l'instaurazione di uno scambio reciproco di informazioni e i dati provenienti dalle reti e dalle singole stazioni di misurazione dell'inquinamento atmosferico, denominato "scambio reciproco", si applicava a due settori:

- 1) le reti e le stazioni: in cui lo scambio riguardava le informazioni dettagliate che descrivono le reti e le stazioni che operano negli Stati membri per il controllo dell'inquinamento dell'aria;
- 2) le misurazioni della qualità dell'aria ottenute dalle stazioni in cui lo scambio riguardava i dati calcolati a norma dei punti 3 e 4 dell'allegato I in base alle misurazioni dell'inquinamento dell'aria effettuate dalle stazioni negli Stati membri.

2.2 LA NORMATIVA STATALE

Nell'ordinamento italiano vi è una imponente stratificazione normativa nel settore dell'inquinamento atmosferico.

La prima legge italiana organica sull'inquinamento atmosferico, che ha individuato l'aria come un bene giuridico da proteggere, è stata la legge 13 luglio 1966, n. 615 "Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico" (legge antismog).

Successivamente, il secondo provvedimento complessivo sull'inquinamento atmosferico è rappresentato dal decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203 di recepimento di quattro direttive europee in materia.

Una anticipazione venne data dal decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 marzo 1983, "Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno" che per la prima volta fissò limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni agli inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno validi su tutto il territorio nazionale (art. 1) prevedendo la predisposizione di appositi piani regionali per consentire il rispetto dei limiti massimi laddove questi sono superati o rischiano di esserlo e il mantenimento della qualità dell'aria laddove il livello di inquinamento è inferiore ai limiti stabiliti (art. 3).

Il Decreto del Presidente della Repubblica 203/88 può essere considerato la base dell'impianto normativo in materia di inquinamento atmosferico fino al recepimento nel 1999 della direttiva quadro 96/62/CE sulla valutazione e gestione della qualità dell'aria.

L'articolo 1 del decreto del Presidente della Repubblica 203/88 ha introdotto nel nostro ordinamento il concetto di protezione dell'ambiente, accanto a quello della salute umana, estesa su tutto il territorio nazionale, proponendo nel successivo articolo 2 una definizione ampia di inquinamento atmosferico come "ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di uno o più sostanze in quantità o con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente; alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi ed i beni materiali pubblici e privati". Nello stesso articolo si introducono accanto ai valori limite i valori guida di qualità dell'aria e il concetto, di derivazione anglosassone, di migliore tecnologia disponibile. A partire dal 1988 sono state emanate numerose leggi e decreti di valenza nazionale in materia di inquinamento atmosferico.

Tuttavia, il quadro normativo in materia di inquinamento atmosferico si è evoluto notevolmente a partire dall'introduzione del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE, del Consiglio, del 27 settembre 1996, in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente" e seguenti decreti attuativi, passando da una normativa improntata sulla logica di emergenza ad una normativa ispirata al concetto di prevenzione dell'inquinamento atmosferico, del risanamento e del mantenimento della qualità dell'aria.

Il decreto ha recepito ed attuato la direttiva europea 96/69/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria. In particolare esso definisce e riordina un glossario di definizioni chiave che devono supportare l'intero sistema di gestione della qualità dell'aria (Es: valore limite, valore obiettivo, margine di tolleranza, zona, agglomerato etc.) e definisce in modo articolato il livello delle competenze declinando i compiti di ciascun ente.

Ferme restando le funzioni di livello ministeriale, quali il recepimento delle nuove soglie di inquinamento derivanti da direttive europee, vengono individuate nelle Regioni le articolazioni locali di riferimento con le mansioni di:

- valutazione della qualità dell'aria;
- misurazione nei differenti territori opportunamente aggregati in zone;

- definizione di piani di azione contenenti le misure da attuare per evitare il superamento dei valori limite e delle soglie di allarme.

Infatti il decreto legislativo 351/99 prevede che le Regioni effettuino la valutazione preliminare della qualità dell'aria (art. 5 e art. 6) volta ad individuare le zone nelle quali adottare i piani di azione (zone a rischio superamento, art. 7), i piani di risanamento (zone con livelli più alti dei valori limite, art. 8) e piani di mantenimento (zone con livelli inferiori al valore limite, art. 9) realizzando così una gestione della qualità dell'aria attraverso una pianificazione integrata a breve, medio e lungo termine su tutto il territorio nazionale.

I decreti attuativi del decreto legislativo 351/99 sono: il decreto ministeriale 2 aprile 2002, n. 60, il decreto legislativo 21 maggio 2004, n. 183 e il decreto ministeriale 1 ottobre 2002, n. 261.

Con il decreto ministeriale 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del 22 aprile 1999 del Consiglio concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio" vengono recepite sia la direttiva 1999/30/CE concernente i valori limite per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le polveri ed il piombo, che la direttiva 2000/69/CE per il benzene ed il monossido di carbonio. Il decreto definisce per gli inquinanti normati i valori limite ed i margini di tolleranza, e le soglie da non superare per un numero stabilito di giornate all'anno (per PM10 ed NO2).

Particolare rilievo viene dato all'informazione al pubblico e vengono definiti con chiarezza sia i criteri per l'ubicazione dei punti di campionamento che quelli per determinare il numero minimo degli stessi.

Il decreto dispone inoltre l'abrogazione di tutte le normative precedenti relative agli inquinanti trattati.

Il decreto legislativo 21 maggio 2004, n. 183 "Attuazione della Direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria" parallelamente al decreto ministeriale 60/02, individua i valori bersaglio e gli obiettivi a lungo termine da rispettare per la protezione della popolazione e della vegetazione dall'ozono e inoltre stabilisce il contenuto delle informazioni da inviare al Ministero dell'Ambiente in riferimento a questo inquinante.

Il decreto ministeriale 1 ottobre 2002, n. 261 "Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e di programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351" contiene le direttive tecniche per effettuare la valutazione preliminare della qualità dell'aria e i criteri per l'elaborazione dei Piani di Risanamento della qualità dell'aria. Esso introduce le modifiche che più sostanzialmente stanno producendo effetti nei metodi di valutazione e gestione della qualità dell'aria e nei rapporti tra gli enti coinvolti. Infatti in questo documento sono spiegate le modalità tecniche per arrivare alla zonizzazione del territorio, le attività necessarie per la valutazione preliminare della qualità dell'aria, i contenuti dei piani di risanamento, azione e mantenimento.

Il decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152 "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente" (modificato dal decreto legislativo 120 del 26 giugno 2008) recepisce la direttiva 2004/107/CE. Tale decreto fissa valori obiettivo per la concentrazione di cadmio, arsenico, nichel e idrocarburi policiclici aromatici in aria ambiente, in modo da "evitare, prevenire o ridurre" i loro effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente. Il termine per il raggiungimento dei valori obiettivo è fissato al 31 dicembre 2012.

La norma quadro in materia di prevenzione e limitazione delle emissioni in atmosfera è invece costituita ora dal decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152 (Norme in materia ambientale) che si applica a tutti gli impianti (compresi quelli civili) ed alle attività che producono emissioni in atmosfera e stabilisce i valori di emissione, le prescrizioni, i metodi di campionamento e di analisi delle emissioni ed i criteri per la valutazione della conformità dei valori misurati ai limiti di legge.

Per gli impianti sottoposti ad autorizzazione integrata ambientale (AIA) resta fermo quanto previsto dal decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59 "Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento" per tali impianti l'autorizzazione integrata ambientale sostituisce l'autorizzazione alle emissioni prevista dal decreto legislativo 152/2006.

Il decreto legislativo 152/2006 ha inoltre abrogato, tra le altre, il decreto del presidente della Repubblica 203/88 (precedente norma quadro in materia di inquinamento dell'aria prodotto dagli impianti industriali).

Infine, con il decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" è stata recepita la Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, che presenta tra l'altro le seguenti caratteristiche:

- la riunificazione di gran parte della legislazione europea esistente sulla qualità dell'aria in una singola direttiva;
- nuovi obiettivi di qualità dell'aria per il PM_{2,5} (polveri fini o polveri respirabili) in aggiunta a quelli esistenti per il PM₁₀ (frazione toracica delle polveri);
- la possibilità di non considerare violazioni degli obiettivi di qualità dell'aria quei superamenti imputabili a fonti naturali quali eruzioni vulcaniche, attività sismiche, attività geotermiche, incendi spontanei, tempeste di vento, aerosol marini o trasporto o risospensione atmosferici di particelle naturali dalle regioni secche;
- la possibilità di prorogare fino al 2011 per il PM₁₀ e fino al 2015 per benzene e biossido di azoto il rispetto dei limiti di qualità dell'aria, per alcune zone e subordinatamente a certe condizioni che devono essere valutate dalla Commissione Europea.

Si precisa che il presente Piano d'azione regionale è stato elaborato in conformità con le previsioni del D.lgs 155/2010.

Inoltre si evidenzia che pur non prevedendo il D.lgs 155/2010 che il PAR sia lo strumento per il contenimento dei superamenti del PM₁₀, la Commissione Europea ha recentemente concesso la deroga per i superamenti dei limiti di legge per questo inquinante proprio prescrivendo l'utilizzo di un Piano d'azione a breve termine.

2.3 LA NORMATIVA E LA PIANIFICAZIONE REGIONALE

2.3.1 La legge regionale 16/2007

La Regione Friuli Venezia Giulia ha dato attuazione al decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351, al decreto legislativo 21 maggio 2004, n. 183 ed al decreto legislativo 152/2006 con la legge regionale 18 giugno 2007, n. 16 "Norme in materia di tutela dall'inquinamento atmosferico e dall'inquinamento acustico".

La succitata legge regionale intende realizzare un sistema coordinato di prevenzione, di riduzione e di monitoraggio dei fenomeni inquinanti da attuare a vari livelli, attraverso la predisposizione dei seguenti strumenti di intervento:

- 1) il Piano di azione regionale relativo alle misure da attuare, nel breve periodo, nelle zone in cui vi sia il rischio di superamento dei valori limite degli inquinanti e delle soglie di allarme dei livelli di ozono;
- 2) il Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria relativo alle zone ed agli agglomerati in cui i livelli di uno o più inquinanti superano il valore limite aumentato del margine di tolleranza oppure, i livelli di uno o più inquinanti sono compresi tra il valore limite ed il valore limite aumentato del margine di tolleranza;
- 3) il Piano regionale di mantenimento della qualità dell'aria relativo alle zone ed agli agglomerati in cui i livelli degli inquinanti sono inferiori ai valori limite e sono tali da non comportare il rischio di superamento degli stessi della qualità dell'aria;
- 4) i Piani di intervento provinciali relativi alla programmazione ed alla realizzazione degli interventi finalizzati all'attuazione degli obiettivi fissati dai Piani regionali di miglioramento e di mantenimento della qualità dell'aria;
- 5) i Piani di azione comunale che definiscono le zone in cui i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme ai sensi della normativa vigente, nonché le azioni di emergenza da attivare in tali zone.

Nella legge regionale inoltre, in attuazione dell'articolo 19 della legge regionale 27 novembre 2006, n. 24 in materia di conferimento di funzioni agli enti locali, è attribuita alle Province, in particolare, la competenza:

- al rilascio dei provvedimenti di autorizzazione alle emissioni in atmosfera derivanti da impianti nuovi e da impianti già esistenti, nonché la gestione degli elenchi delle attività autorizzate;
- all'attività di controllo sulle emissioni in atmosfera degli impianti citati.

Ai sensi dell'articolo 13 della legge regionale 24/2006 sono di competenza dei Comuni, invece, le funzioni relative:

- all'elaborazione dei Piani di azione comunale;
- alla formulazione di proposte alla Regione per l'individuazione di zone che necessitano di specifici interventi di miglioramento o di tutela della qualità dell'aria.

I Comuni vengono altresì individuati come le autorità competenti a gestire le situazioni in cui i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme.

Nell'ambito delle competenze sopra individuate è previsto che, al fine di incentivare il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali delle imprese, le Province introducano misure semplificative del procedimento di rilascio delle autorizzazioni e dei controlli, nei confronti delle imprese che abbiano ottenuto la registrazione EMAS o la certificazione UNI EN ISO 14001.

Inoltre, considerando indispensabile l'esigenza di promuovere, organizzare e razionalizzare la conoscenza della qualità dell'aria su tutto il territorio della Regione Friuli Venezia Giulia, la legge

regionale prevede la creazione di un sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria che integri e coordini gli analoghi sistemi installati sul territorio regionale dai soggetti pubblici e privati, nonché l'organizzazione dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera quale strumento conoscitivo della qualità dell'aria ambiente elaborato sulla base dei previsti inventari provinciali delle emissioni in atmosfera e raccordato con il citato sistema di rilevamento.

Ciò avviene sia attraverso l'implementazione dei sistemi esistenti, che attraverso la creazione di nuovi, raccordati fra di loro, finalizzati a garantire la conoscenza dello stato d'inquinamento dell'intero territorio e l'interscambio tra gli enti competenti all'interno del territorio e, verso l'esterno, con il Sistema Informativo Nazionale Ambientale.

Pertanto, le informazioni sulla qualità dell'aria derivano dalle misure effettuate dal sistema regionale di rilevazione della qualità dell'aria, gestito dall'ARPA, nonché dai dati dell'Inventario regionale delle emissioni in atmosfera, raccordato al citato sistema regionale ed elaborato sulla base degli inventari provinciali delle emissioni.

Si evidenzia, che la Regione ha designato l'ARPA quale Punto Focale Regionale della rete SINAnet, ovvero come polo regionale del Sistema informativo nazionale ambientale che, con un'organizzazione a rete coordinata a livello nazionale dall'APAT, raccoglie, elabora e diffonde dati ed informazioni derivanti da monitoraggi e controlli ambientali, integrati con i sistemi informativi ambientali regionali.

Molto importante è la previsione della istituzione presso l'ARPA del Centro regionale di modellistica ambientale (CRMA) cui compete l'individuazione delle metodologie idonee a fornire informazioni sulla qualità dell'aria basate sulla conoscenza delle emissioni e dei processi in atmosfera che regolano la diffusione, il trasporto, la conversione chimica e la rimozione dall'atmosfera degli inquinanti.

La Regione inoltre, provveda ad indirizzare e a coordinare le funzioni dei Comuni e delle Province al fine di assicurare unitarietà e uniformità di trattamento del territorio regionale.

2.3.2 La pianificazione regionale

La Regione, a seguito dell'emanazione della legge regionale 16/2007, ha avviato un processo di pianificazione e gestione della qualità dell'aria che si sviluppa nella redazione di tre Piani:

- 1) Il Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria di cui all'articolo 9 della legge regionale 16/2007;
- 2) Il Piano di azione regionale di cui all'articolo 8 della legge regionale 16/2007;
- 3) Il Piano regionale di mantenimento della qualità dell'aria di cui all'articolo 10 della legge regionale 16/2007.

2.3.2.1 Il piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria

L'articolo 9 della legge regionale 16/2007 prevede quanto segue:

"Art. 9

(Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria)

1. Il Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria di cui all'articolo 2, comma 1, lettera e), numero 2), si basa sulla valutazione dell'aria a scala locale sul territorio regionale e contiene gli strumenti volti a garantire il rispetto dei valori limite degli inquinanti entro i termini stabiliti ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 351/1999 e il raggiungimento, attraverso l'adozione di misure proporzionate, dei valori bersaglio dei livelli di ozono, di cui all'allegato I, parte II, del decreto legislativo 183/2004.
2. Nel Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria è individuata, d'intesa con la Regione Veneto, l'estensione delle zone di cui all'articolo 2, comma 1, lettera c), numeri 2) e 3), di comune interesse, ai fini del coordinamento dei rispettivi Piani di miglioramento della qualità dell'aria.
3. Il Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria è applicato nelle zone di cui all'articolo 2, comma 1, lettera c), numeri 2) e 3), in caso di superamento del valore limite da parte di un determinato inquinante.
4. Il Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria stabilisce, ai sensi dell'articolo 271, comma 4, del decreto legislativo 152/2006, valori limite di emissione e prescrizioni, anche inerenti le condizioni di costruzione o di esercizio dell'impianto, più severi di quelli fissati dall'allegato I alla parte V del decreto legislativo medesimo e di quelli fissati ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera g), nel caso in cui tali misure siano necessarie al conseguimento dei valori limite e dei valori bersaglio di qualità dell'aria.
5. Nel caso di superamento dei valori limite da parte di più inquinanti è predisposto il Piano regionale di miglioramento integrato per tutti gli inquinanti.
6. Il Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria recepisce i contenuti delle intese di cui all'articolo 2, comma 2.
7. Il Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria è predisposto dalla struttura regionale competente in materia di inquinamento atmosferico, sulla base dei criteri stabiliti dal decreto ministeriale 1 ottobre 2002, n. 261 (Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351), e' approvato con decreto del Presidente della Regione previa deliberazione della Giunta regionale ed è pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione, nonché sul sito internet della Regione.
8. Il Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria contiene almeno le informazioni di cui all'allegato V del decreto legislativo 351/1999.
9. Il Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria è modificato con la medesima procedura prevista per la sua approvazione."

Con la deliberazione della Giunta regionale numero 244 del 2009 sono stati avviati i lavori per l'elaborazione del Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria e la relativa procedura di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) ai sensi del decreto legislativo 152/2006.

Con la deliberazione numero 537 del 2009, la Giunta regionale ha approvato un primo documento di "Progetto di Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria", che ha rappresentato un ulteriore aggiornamento dello studio sopracitato e che ha anticipato i contenuti sviluppati nel Piano.

Successivamente, la Giunta regionale, con la deliberazione del 30 luglio 2009, n. 1783 ha preso atto dei seguenti documenti:

- la proposta di Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria, comprensiva dello studio "La qualità dell'aria della città di Trieste con particolare riferimento alla zona di Servola";
- il rapporto ambientale di valutazione ambientale strategica;
- la sintesi non tecnica del rapporto ambientale.

Su tale documentazione si sono svolte le consultazioni previste dall'articolo 14 del decreto legislativo 152/2006, a seguito delle quali sono pervenuti contributi e osservazioni da parte di diversi soggetti.

La Giunta regionale, con la deliberazione del 21 gennaio 2010, n. 58 ha approvato il parere di data 11 gennaio 2010 del Servizio valutazione impatto ambientale della Direzione centrale ambiente e lavori pubblici, espresso ai sensi dell'articolo 15, comma 1, del decreto legislativo 152/2006, sulla base dei citati contributi, della documentazione completa di Piano e di VAS, nonché in relazione alla Valutazione di incidenza.

A seguito di tale deliberazione, il Servizio tutela da inquinamento atmosferico acustico ed elettromagnetico della Direzione centrale ambiente e lavori pubblici ha predisposto le necessarie integrazioni e modifiche ai documenti allegati alla deliberazione della Giunta regionale 1783/2009.

Con la deliberazione 11 marzo del 2010, n. 432, sono stati approvati in via preliminare dalla Giunta regionale i seguenti documenti per l'acquisizione del parere del Consiglio delle autonomie locali, ai sensi dell'articolo 34, comma 2, della legge regionale 9 gennaio 2006, n. 1 (Principi e norme fondamentali del sistema Regione – autonomie locali nel Friuli Venezia Giulia):

- il Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria;
- il rapporto ambientale;
- la sintesi non tecnica del Rapporto ambientale;
- la qualità dell'aria della città di Trieste con particolare riferimento alla zona di Servola;
- la dichiarazione di sintesi (art 17, comma 1, d.lgs. 152/2006).

Infine, con la deliberazione 12 maggio 2010, n. 913, la Giunta regionale ha approvato in via definitiva il Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria.

A tale deliberazione ha fatto seguito l'approvazione del Presidente della Regione con decreto 31 maggio 2010, n. 124, come da disposizione del comma 3, dell'articolo 8, della legge regionale 16/2007.

Si evidenzia che a seguito dell'entrata in vigore del D.lgs 155/2010 la Regione sta provvedendo all'aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale così come prevista nel P.R.M.Q.A. secondo le disposizioni del succitato decreto legislativo.

A tal riguardo si sottolinea che le zone di attuazione delle azioni previste nel presente P.A.R. non coincidono con le zone di attuazione del P.R.M.Q.A. in quanto i due piani hanno per oggetto azioni contingenti per superare gli episodi acuti di inquinamento il primo, e azioni strutturali per risanare l'aria ambiente il secondo.

Ovviamente l'applicazione delle azioni strutturali dovrà portare in prospettiva alla diminuzione fino all'azzeramento degli episodi acuti di inquinamento.

2.3.2.2 Il Piano di azione regionale

L'articolo 8 della legge regionale 16/2007 prevede:

"Art. 8
(Piano di azione regionale)

1. Il Piano di azione regionale di cui all'articolo 2, comma 1, lettera e), numero 1), si basa sulla valutazione dell'aria a scala locale sul territorio regionale e contiene misure volte alla prevenzione, al contenimento e al controllo, nel breve periodo, del rischio di superamento dei valori limite degli inquinanti e delle soglie di allarme dei livelli di ozono.
2. Il Piano di azione regionale e' applicato nelle zone di cui all'articolo 2, comma 1, lettera c), numero 1) e prevede, in caso di necessità, la sospensione delle attività che contribuiscono al superamento dei valori limite e delle soglie di allarme.
3. Il Piano di azione regionale e' predisposto dalla struttura regionale competente in materia di inquinamento atmosferico, e' approvato con decreto del Presidente della Regione previa deliberazione della Giunta regionale ed e' pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione, nonché sul sito internet della Regione.
4. Il Piano di azione regionale e' modificato con la medesima procedura prevista per la sua approvazione."

2.3.2.3 Il piano regionale di mantenimento della qualità dell'aria

L'articolo 10 della legge regionale 16/2007 prevede:

"Art. 10
(Piano regionale di mantenimento della qualità dell'aria)

1. Il Piano regionale di mantenimento della qualità dell'aria di cui all'articolo 2, comma 1, lettera e), numero 3), si basa sulla valutazione dell'aria a scala locale sul territorio regionale e contiene misure volte a conservare i livelli degli inquinanti al di sotto del valore limite nonché a mantenere, attraverso l'adozione di misure proporzionate, i livelli di ozono al di sotto degli obiettivi a lungo termine di cui all'allegato I, parte III, del decreto legislativo 183/2004.

2. Il Piano regionale di mantenimento della qualità dell'aria, finalizzato a preservare la migliore qualità dell'aria ambiente conciliabile con lo sviluppo sostenibile e con un elevato livello di protezione dell'ambiente e della salute umana, e' applicato nelle zone di cui all'articolo 2, comma 1, lettera c), numero 4).

3. Il Piano regionale di mantenimento della qualità dell'aria è predisposto dalla struttura regionale competente in materia di inquinamento atmosferico sulla base dei criteri stabiliti dal decreto ministeriale 261/2002, è approvato con decreto del Presidente della Regione previa deliberazione della Giunta regionale ed e' pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione, nonché sul sito internet della Regione.

4. Il Piano regionale di mantenimento della qualità dell'aria è modificato con la medesima procedura prevista per la sua approvazione."

2.3.2.4 Il piano di azione comunale

Il Capo III della legge regionale 16/2007 concerne la disciplina del Piano di azione comunale stabilendo quanto segue.

"Art. 13

(Piano di azione comunale)

1. Il Piano di azione comunale definisce le zone in cui i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme ai sensi della normativa vigente, nonché le azioni di emergenza da attivare in tali zone.

2. Nel caso in cui le zone di cui al comma 1 insistano sul territorio di due o più Comuni, i rispettivi Piani di azione comunale sono predisposti di concerto tra i Comuni interessati.

3. Il Piano di azione comunale prevede le misure ordinarie e straordinarie, anche di carattere temporaneo, relative:

a) agli insediamenti commerciali e produttivi di cui all'articolo 14;

b) alla mobilità veicolare di cui all'articolo 15;

c) agli impianti termici civili di cui all'articolo 16.

4. Il Piano di azione comunale individua i destinatari, le procedure operative e i tempi di attuazione delle misure di cui al comma 3.

5. Il Piano di azione comunale e' approvato dal Comune che ne garantisce la massima diffusione.

6. Il Comune invia copia del Piano alla struttura regionale competente in materia di inquinamento atmosferico, alla Provincia territorialmente competente, ai Comuni confinanti, all'ARPA, all'Azienda per i servizi sanitari territorialmente competente e alla Prefettura."

"Art. 14

(Provvedimenti relativi agli insediamenti commerciali e produttivi)

1. I provvedimenti relativi agli insediamenti commerciali e produttivi sono finalizzati alla rimozione e all'abbattimento dei principali agenti inquinanti e nocivi immessi in atmosfera quali conseguenze dei processi produttivi, tenuto conto delle migliori tecniche disponibili.

2. I provvedimenti finalizzati alla riduzione delle emissioni in atmosfera di origine industriale sono attuati mediante accordi tra la Provincia interessata e gli insediamenti industriali a maggior impatto ambientale ubicati nelle zone di cui all'articolo 2, comma 1, lettera c), numero 1)."

"Art. 15

(Provvedimenti per la mobilità veicolare)

1. I provvedimenti per la mobilità veicolare sono finalizzati ad agevolare la viabilità delle zone urbane, a ridurre stabilmente il flusso del traffico veicolare nelle zone medesime, a ridurre le emissioni dei veicoli circolanti anche mediante interventi sulla segnaletica e sugli impianti semaforici e a promuovere il trasporto collettivo degli utenti.

2. I Comuni elaborano un Piano urbano del traffico di emergenza relativo alle zone a rischio di superamento dei valori limite degli inquinanti e delle soglie di allarme dell'ozono."

"Art. 16

(Provvedimenti relativi agli impianti termici civili)

1. I provvedimenti relativi agli impianti termici civili sono finalizzati alla riduzione delle emissioni derivanti dai combustibili più inquinanti attraverso la limitazione della temperatura massima negli edifici, nonché incentivando l'utilizzo di impianti di riscaldamento a minore impatto ambientale."

2.3.2.5 Criticità connesse all'attuazione dei PAC

Come accennato nel Capitolo 2.3.4., in attuazione del Piano di azione regionale approvato con la deliberazione della Giunta regionale 421/2005, i Comuni della Regione sui quali ricadeva tale obbligo, hanno redatto i piani di azione comunale, contenenti le azioni di emergenza da attivare in caso di superamento dei limiti fissati dalla normativa.

Zona	Comune	Inquinanti
Area triestina	Trieste	NO ₂ PM ₁₀
Area udinese	Udine	NO ₂ PM ₁₀
Area pordenonese	Pordenone-Porcia-Cordenons	NO ₂ PM ₁₀
Area goriziana	Gorizia	NO ₂ PM ₁₀
Area monfalconese	Monfalcone	NO ₂ PM ₁₀

La deliberazione della Giunta regionale 421/2005 prevedeva che per l'elaborazione e l'adozione del PAC il Comune garantisse il coinvolgimento delle categorie interessate per la miglior definizione ed attuazione delle misure ordinarie e straordinarie relative agli insediamenti commerciali e produttivi, alla limitazione o al blocco del traffico, alla messa a regime degli impianti per il riscaldamento degli ambienti.

Nei PAC sono inoltre definiti i soggetti ai quali sono rivolti i diversi provvedimenti, misure ed azioni, le procedure operative, le modalità ed i tempi necessari per la loro attuazione.

I Comuni hanno definito le aree nelle quali le misure si applicano e la gradualità di applicazione delle stesse. I contenuti dei PAC devono essere resi noti ai cittadini, alle categorie interessate e agli organismi di vigilanza e controllo, con adeguate forme di comunicazione, al fine di fornire un idoneo e preventivo livello di conoscenza delle misure e delle azioni previste e di favorire una

partecipazione responsabile di tutti i soggetti interessati per la più efficace attuazione delle stesse.

Si disciplinavano altresì i contenuti dei interventi relativi al traffico e degli interventi relativi agli impianti termici

In occasione della predisposizione del Piano di azione regionale di cui alla legge regionale 16/2007, i funzionari dell'ARPA hanno interpellato i Comuni già dotati di PAC al fine di poter effettuare un'analisi sui risultati ottenuti finora dall'applicazione di tali Piani e, da tale confronto con i Comuni, sono emerse le seguenti considerazioni e criticità che, sinteticamente, si riportano.

a) la necessità da parte dei Comuni di un maggior collegamento con l'ARPA per il supporto nelle questioni tecniche afferenti la materia;

b) la sostanziale difformità, da parte di ogni Comune, nelle modalità di applicazione delle azioni e nella tempistica di attuazione delle stesse ad esclusione solamente del rispetto della sequenza e della tipologia dei superamenti previsti per l'attuazione dei PAC, in quanto definite dalla deliberazione della Giunta regionale 421/2005.

Questa disomogeneità rende difficoltosa l'applicazione dei PAC da parte dei cittadini, che potrebbero anche essere inconsapevolmente incoraggiati a disattenderli;

c) in merito agli aspetti connessi alla comunicazione relativa ai PAC, questa è spesso tardiva, essendo sempre legata alle osservazioni "in situ" e alle indicazioni della deliberazione 421/2005, quindi di fatto si rivela poco efficace.

Solitamente, tutte le azioni vengono messe in atto dai Comuni dopo una serie di superamenti molto lunghi e pertanto, indipendentemente dall'efficacia potenziale di tali azioni, il decorso del tempo riduce considerevolmente l'efficienza delle stesse, in quanto le azioni operano già in un contesto di concentrazioni elevate di inquinanti;

d) vi è la necessità da parte dei Comuni di avere delle direttive chiare da parte della Regione ed un maggior coordinamento intercomunale.

Posto che molte azioni comunali afferiscono alla restrizione della mobilità, potrebbe essere utile coinvolgere anche le Province stante il ruolo istituzionale attribuito alle stesse in materia di servizio pubblico di trasporto;

e) di fatto, tutti i PAC attualmente in vigore fanno menzione e ricorso alle previsioni future della qualità dell'aria in quanto, l'elemento finale per decidere se attuare o no le azioni del PAC, risulta essere sempre la previsione meteorologica.

La maggioranza dei Comuni interpellati è favorevolmente disposta a basare i PAC di futura stesura su previsioni future della qualità dell'aria.

L'utilizzo delle previsioni è comunque visto con apprezzamento da molti Comuni in quanto semplificherebbe di molto la gestione delle azioni, sgravando gli stessi da complicate modalità di attivazioni attuali basate su stazioni di rilevamento della qualità dell'aria e da valutazioni sulla effettiva rappresentatività spaziale delle stazioni di monitoraggio;

f) si è rilevato uno scarso convincimento da parte della popolazione sull'efficacia di PAC.

Questa mancanza di fiducia da parte della popolazione, secondo l'opinione degli amministratori locali, è un grave problema da risolvere in quanto ogni attività imposta alla cittadinanza viene considerata inutile o addirittura dannosa, pertanto mal sopportata e anche volutamente disattesa.

Un'analisi sommaria dei PAC attualmente in vigore, riassunta schematicamente nella tabella di seguito riportata, mostra anche una notevole disomogeneità nelle modalità di applicazione dei PAC e una sostanziale complicazione dei medesimi che rendere gli stessi difficili da seguire, da verificare e da gestire. Una stessa vettura, a titolo di esempio, potrebbe circolare in alcuni Comuni ma non in altri a parità di condizioni atmosferiche e di impatto emissivo. Lo stesso dicasi per la riduzione dell'uso del riscaldamento domestico;

Comune	Traffico			Zone	Fasce orarie	Lavaggio strade	Industria	Riscaldamento	Comunicazione
	Classi veicoli	Targhe alterne	Totale						
Udine	Pre EuroIV		(5)	Centro	09:30–18:00			19 °C (5)	(3)
		(8)		Periferia					
Cordenons Porcia Pordenone	Pre EuroIV		(5)	Centro	09:30–12:00 15:00–18:00			20 e 18 °C (7)	(3)
		(5)	Festivi(5) (7)	Periferia					
Sacile	Pre EuroIV	(9)	Festivi(12)	Centro Periferia	8:30-12:00 14:00-18:00			(12)	(5)
		(12)	Festivi(12)	Comune					
Gorizia	Pre EuroIII (spec. giornaliera per ciclomotori e altri veicoli)	Festivi(6) (7)	Festivi(8) (9)	Unica	09:00-12:00 15:00-16.45	(8)		20 e 18 °C (7)	(2)
Trieste	Pre EuroIV		(5)	Unica	09:30–12:30 16:00–19:00		AIA	(5)	(0)
Monfalcone	Pre EuroIII		(5)	Unica	9:00-12:30 15:00-18:00	(8)			(4)

Nota: il numero tra parentesi indica il giorno consecutivo di superamento dei limiti giornalieri del PM10 a partire dal quale l'azione viene messa in atto.

g) ai sensi della deliberazione 421/2005 è di competenza della Regione l'adozione dei provvedimenti da assumere relativamente alla riduzione delle emissioni in atmosfera di origine industriale. A tal fine la Regione si attiva attuando accordi con le industrie a maggior impatto ambientale ubicate nelle zone di Piano. Tuttavia si rileva che i protocolli stipulati su base volontaria tra la Regione e alcune realtà industriali, che dovrebbero permettere l'attuazione di azioni volte a contenere le emissioni in situazioni di superamento dei limiti di legge, non sono sufficientemente dettagliati e calibrati sulle attività industriali sulle quali dovrebbero agire per poter essere efficaci. Inoltre si rileva la poca chiarezza in merito all'individuazione dell'autorità competente a rendere effettive le azioni indicate dai protocolli. Da questo punto di vista i Comuni auspicherebbero una maggior presenza della Regione e/o delle Province nella gestione dei PAC e del PAR.;

h) per quanto riguarda le azioni relative al riscaldamento domestico contenute nei PAC, queste azioni sono spesso non omogenee tra i diversi Comuni e mancano di ogni forma di controllo e di verifica.

Per questo motivo quasi tutti i Comuni ritengono tali azioni sostanzialmente inutili e spesso proposte solo nella fasi più tardive dei PAC.

I Comuni auspicherebbero l'istituzione di forme di controllo perlomeno negli edifici pubblici o di pubblico accesso (ad esempio nei centri commerciali).

Sarebbe opportuno mettere in atto anche delle forme di controllo sulle caldaie a legna così come fatto per le caldaie a gas.

Questa attività permetterebbe sia una maggior sensibilizzazione popolare, sia un monitoraggio degli effettivi usi del combustibile a legna, molto diffuso nel nostro territorio, ma di difficile censimento;

i) per quanto riguarda gli impatti dei porti sulla qualità dell'aria, i Comuni interessati hanno rilevato delle difficoltà ad effettuare un'analisi degli impatti degli stessi sull'inquinamento atmosferico

Pare che i porti vengano percepiti come realtà non particolarmente impattanti, in quanto l'attenzione mediatica è sempre stata maggiormente rivolta al traffico automobilistico.

3 ELEMENTI DI SINTESI SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

3.1 I DETERMINANTI METEOROLOGICI DEI SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

Dal punto di vista concettuale, la concentrazione di una sostanza in un volume prefissato V dello strato atmosferico rimescolato H più prossimo al terreno in un istante $(t + \Delta t)$ può essere espressa come una relazione algebrica tra la massa di sostanza esistente nel volume al tempo $M(t)$, la massa entrante nel volume, la massa uscente, la massa emessa nel volume, la massa rimossa e la massa trasformata, sempre nell'intervallo di tempo Δt , come indicato nella seguente formula:

$$C(t + \Delta t) = \frac{1}{V(t + \Delta t)} [M(t) + M_{into}(\Delta t) - M_{out}(\Delta t) + M_{em}(\Delta t) - M_{rem}(\Delta t) + M_{tra}(\Delta t)]$$

In base a questa relazione risulta evidente come concentrazioni elevate, a parità di volume, possano essere raggiunte in molti modi, sia attraverso un aumento di uno o più dei termini additivi (M_{into} , M_{em} , M_{tra}), sia attraverso una riduzione di uno o più dei termini sottraendi (M_{out} , M_{rem}) ma anche semplicemente a causa dei valori elevati raggiunti al tempo precedente ($M(t)$).

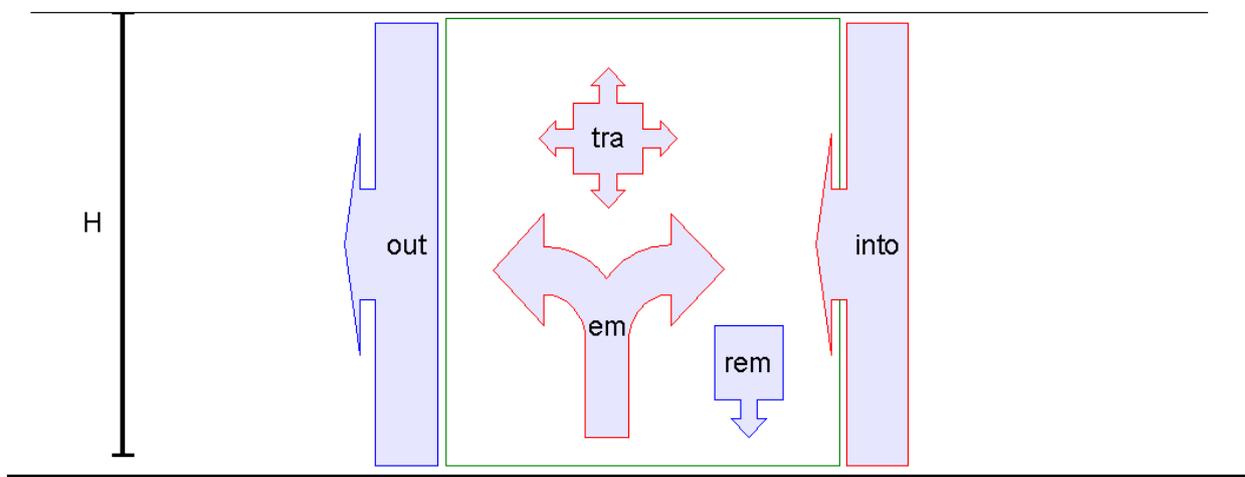


Figura 1: Rappresentazione schematica delle varie componenti che concorrono a formare le concentrazioni osservate all'interno del volume fissato. Su tutte queste componenti, in maniera implicita o esplicita, possono agire delle forzanti atmosferiche.

Su tutti i termini di massa riportati nell'equazione e schema precedente possono agire delle forzanti atmosferiche. La componente M_{out} e M_{into} , infatti è soggetta al trasporto orizzontale dovuto al vento, la componente M_{rem} è dipendente dalla deposizione sia secca che umida, mentre la componente M_{tra} è legata alla formazione secondaria delle sostanze (come ad esempio il PM10) dovuta all'andamento del campo termico e di umidità (oltre che alla presenza delle

sostanze precursori). Anche il termine M_{em} può essere legato alle forzanti meteorologiche e climatiche, benché indirettamente, in quanto determinate fonti dipendono anche dalle condizioni atmosferiche al contorno (es. il riscaldamento domestico). Comunque, in prima approssimazione, essendo la componente M_{em} anche legata ad aspetti industriali e connessi al funzionamento del tessuto sociale (viabilità delle merci e delle persone, produzione di energia, ecc.), in molti casi viene spesso considerata come non dipendente dalle forzanti atmosferiche.

Nella ricerca delle cause meteorologiche dei superamenti dei limiti di legge è pertanto necessario cercare quali siano le condizioni atmosferiche che:

- sfavoriscono la ventilazione orizzontale (riducono M_{out});
- riducono l'altezza di rimescolamento (riducono H);
- favoriscono temperature basse e alti valori di umidità relativa (agiscono su M_{tra} per PM);
- sfavoriscono le precipitazioni (riducono M_{rem});
- favoriscono temperature elevate ed elevata insolazione (agiscono su M_{tra} per O₃);

Va inoltre aggiunto che un ulteriore aspetto rilevante è rappresentato dalle proprietà chimico-fisiche delle sostanze prese in esame. Le caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze determinano quello che è il loro tempo di permanenza medio in atmosfera, quindi modulano l'efficacia delle forzanti atmosferiche. Sostanze con tempi di permanenza brevi saranno in generale maggiormente legate alle sorgenti (NO₂), mentre sostanze con tempi di permanenza lunghi avranno maggiori caratteristiche di ubiquitarietà (PM₁₀, O₃).

3.1.1 L'influenza delle condizioni meteorologiche

Il valore delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera (immissioni) è perciò il risultato dell'interazione tra:

- i) le forzanti atmosferiche (determinanti);
- ii) le emissioni degli inquinanti o dei loro precursori (pressioni).

Le cause dei superamenti sono comunque sempre ascrivibili alle emissioni delle sostanze inquinanti, senza le quali non si raggiungerebbero le concentrazioni limite previste dalla legge, mentre le forzanti atmosferiche possono solamente favorire il ristagno delle emissioni o la formazioni degli inquinanti secondari; pertanto le analisi meteorologiche potranno solamente indicare quali sono le condizioni atmosferiche favorevoli al raggiungimento di concentrazioni elevate di inquinanti che però dipenderanno dallo specifico sito preso in considerazione e dalle pressioni che ivi agiscono.

Lo studio delle condizioni meteorologiche associate agli episodi di superamento dei limiti previsti dalla legge in Friuli Venezia Giulia differenzia due tipologie di inquinanti: il materiale particolato e il biossido di azoto e l'ozono. I primi due inquinanti, infatti, raggiungono le concentrazioni più elevate nel periodo invernale mentre l'ozono è un inquinante tipicamente estivo.

3.1.1.1 Il materiale particolato e il biossido di azoto

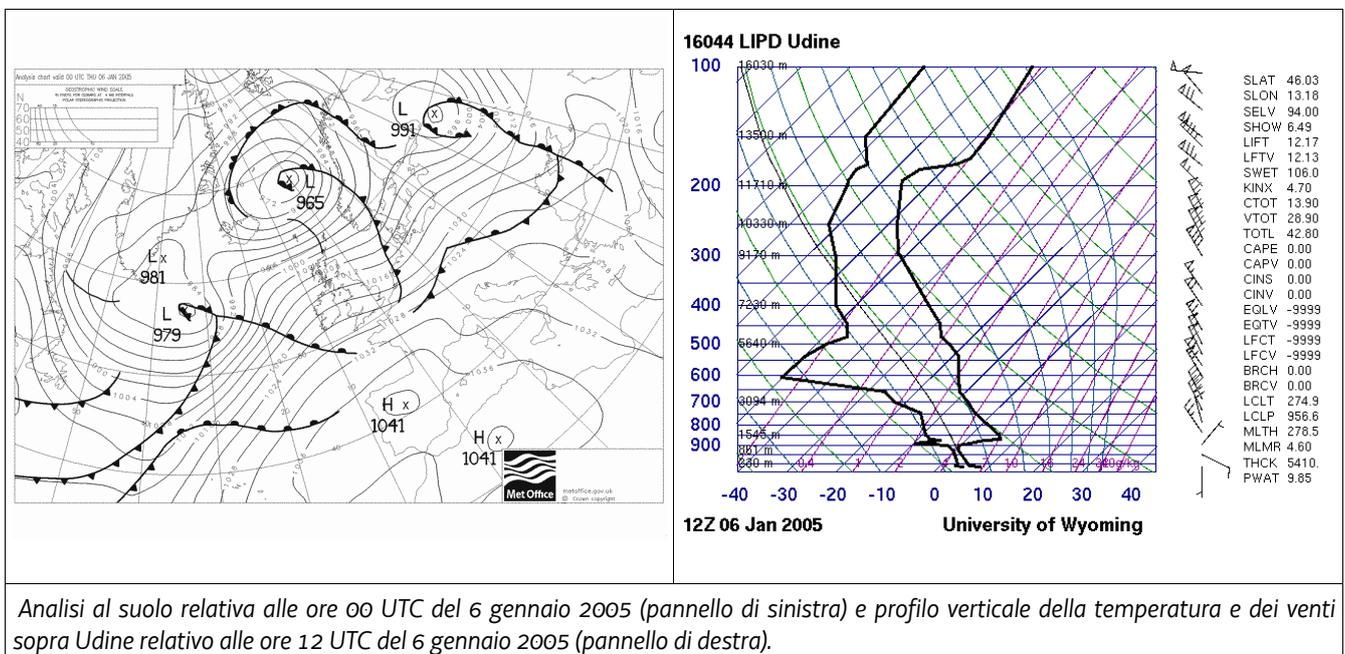
Per quanto riguarda il materiale particolato e gli ossidi di azoto, quasi tutti gli episodi di superamento dei limiti di legge sono associabili a condizioni atmosferiche caratterizzate da:

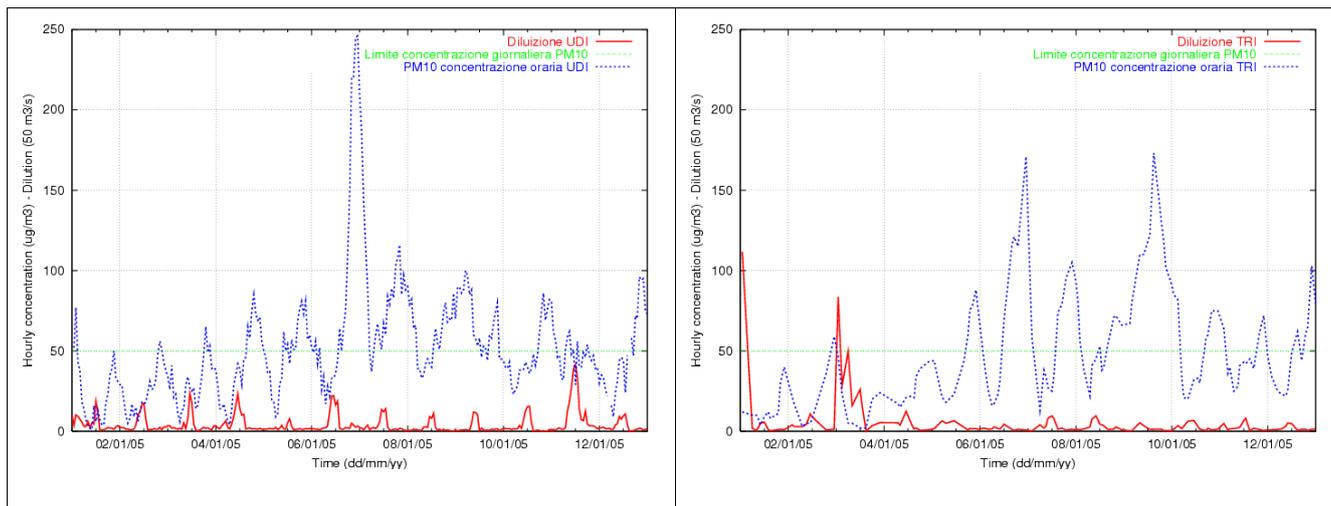
- una piccola altezza di rimescolamento dello strato limite (parametro H Figura 1);
- una ridotta ventilazione (componente M_{out} Figura 1).

Nello specifico del materiale particolato, inoltre, un effetto al secondo ordine è anche quello rappresentato dalle ridotte temperature, che favoriscono la formazione del particolato secondario (componente M_{tra} Figura 1). I meccanismi favoriti dalle basse temperature, però, non sono sempre necessari in quanto esistono anche degli episodi di superamento estivo con concentrazioni relativamente elevate ed alte temperature medie.

La componente M_{rem} Figura 1, inoltre, raramente gioca un ruolo importante in quanto, a causa delle ridotte dimensioni aerologiche, la deposizione secca è molto limitata (velocità terminali del particolato trascurabili) così come limitato risulta essere l'effetto di dilavamento (deposizione umida o wash-out). Un elemento di maggiore rilevanza risulta essere l'effetto di deposizione per precipitazione (rain-out). Questo meccanismo, però, per essere efficace deve avvenire all'interno di celle convettive che solitamente provocano un effetto meccanico molto maggiore di quello della deposizione per precipitazione.

L'analisi dei superamenti dei limiti di legge avvenuti in regione dal 2005 al 2008 ha portato ad individuare due situazioni atmosferiche archetipiche distinte associate a due tipologie di superamenti che differiscono per durata. La prima tipologia è caratterizzata dalla presenza di un ampio anticiclone su tutto il Mediterraneo.

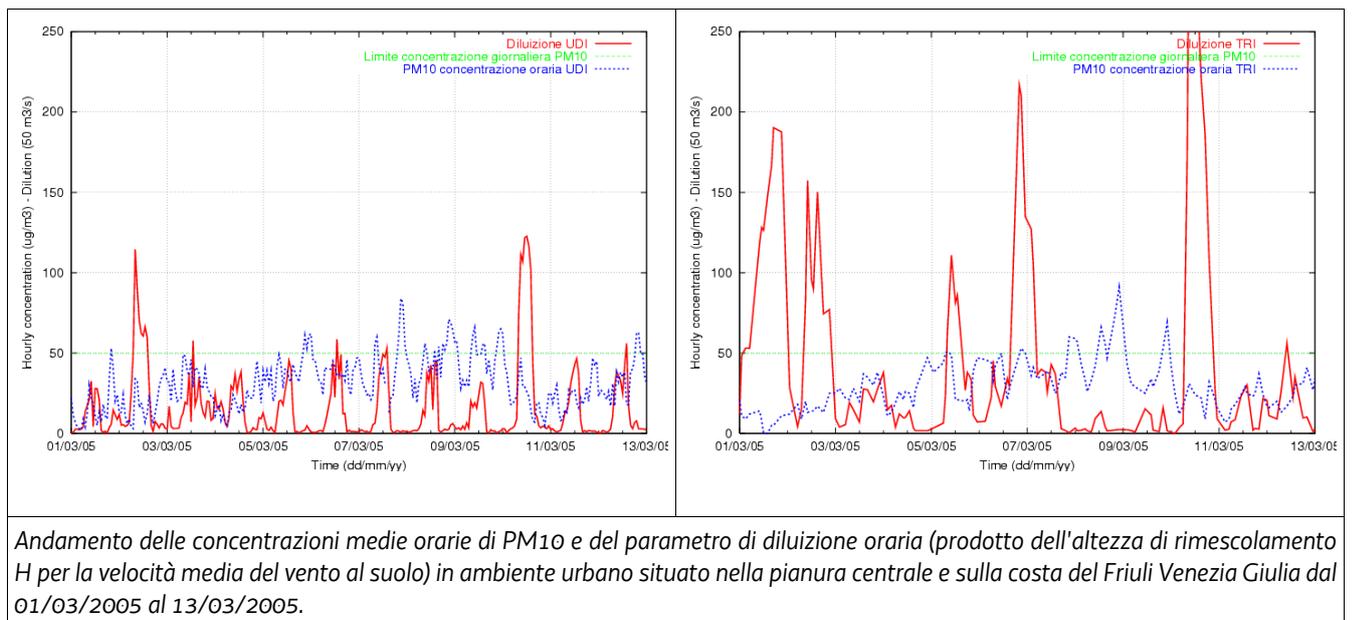
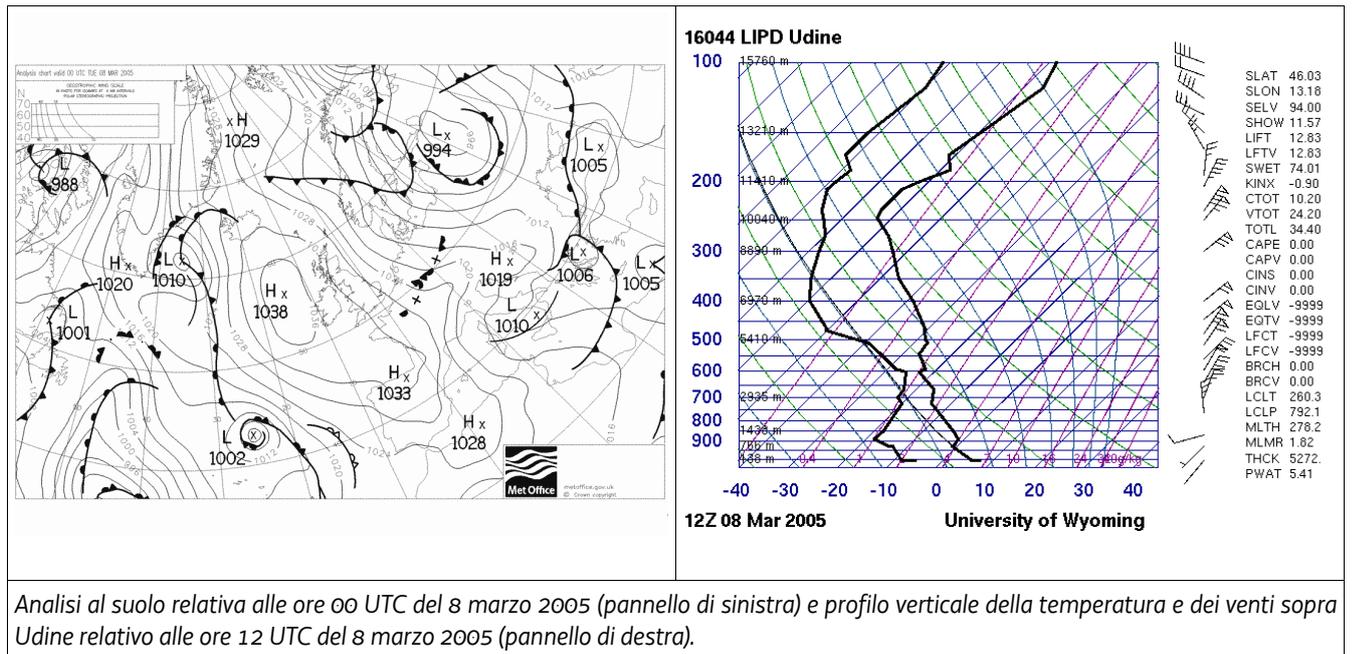




Andamento delle concentrazioni medie orarie di PM10 e del parametro di diluizione oraria (prodotto dell'altezza di rimescolamento H per la velocità media del vento al suolo) in ambiente urbano situato nella pianura centrale e sulla costa del Friuli Venezia Giulia dal 01/01/2005 al 13/01/2005.

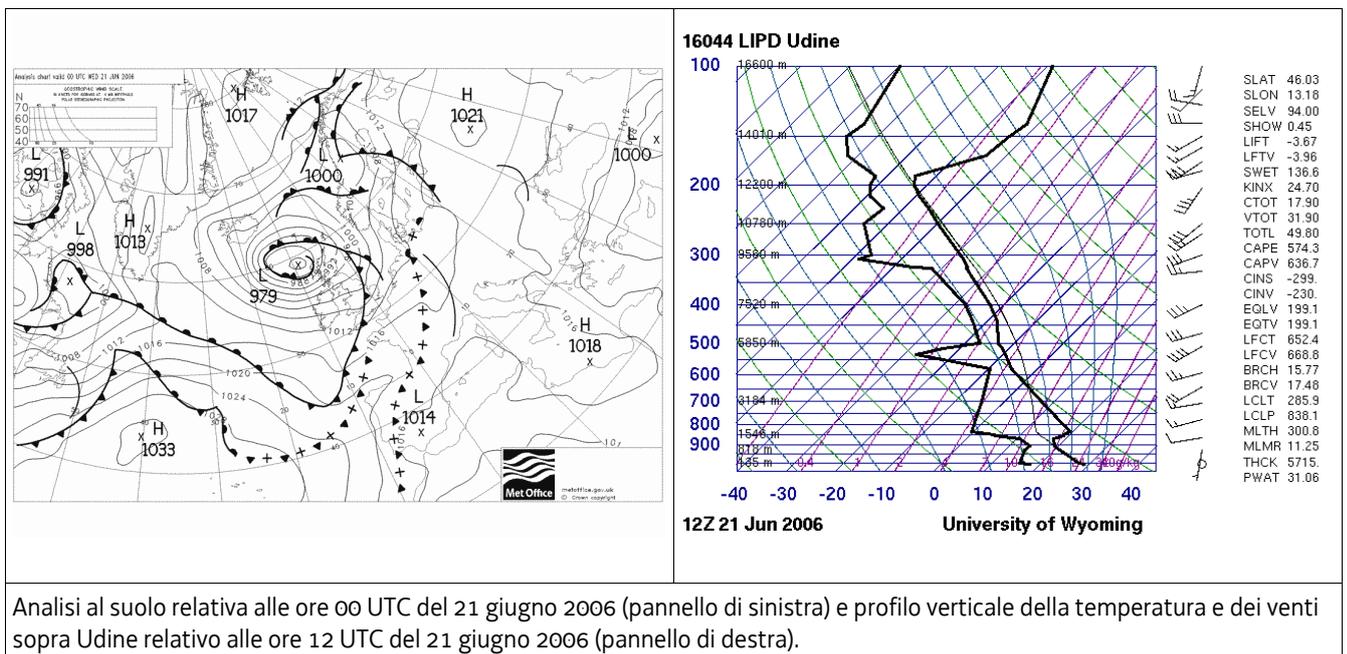
Queste condizioni favoriscono su tutta l'Italia del nord, quindi anche sul Friuli Venezia Giulia, una debole ventilazione. A causa della presenza delle Alpi e delle correnti settentrionali che affluiscono sul Friuli Venezia Giulia, questo tipo di circolazione atmosferica favorisce l'instaurarsi di alte temperature in quota (inversioni termiche) che riducono l'altezza di rimescolamento dello strato d'aria più prossimo al terreno. Questo tipo di configurazione atmosferica solitamente persiste per più giorni a causa dell'estensione e ampiezza dell'anticiclone mediterraneo ed è foriera di superamenti persistenti dei limiti giornalieri per il materiale particolato e per il biossido di azoto su tutta l'area pianeggiante del Friuli Venezia Giulia. La durata dei superamenti e l'ampiezza degli stessi, comunque, dipendono sempre dalla entità delle pressioni associate ad ogni zona (M_{em} Figura 1). Questa configurazione porta a superamenti per il materiale particolato e per il biossido di azoto soprattutto nel periodo invernale ed autunnale in quanto in questo periodo, a causa delle basse temperature, risultano contenute le dimensioni medie dell'altezza di rimescolamento H e risulta favorita la produzione del particolato secondario (M_{tra} Figura 1) oltre che, indirettamente, la componente M_{em} dovuta al riscaldamento domestico.

La seconda tipologia è caratterizzata dalla presenza di correnti settentrionali in quota sull'Italia del nord e, solitamente, da un'area di bassa pressione relativa sul Mediterraneo centrale.



In questo tipo di situazioni la ventilazione sul Friuli Venezia Giulia risulta modesta e le correnti da nord, fermate nei bassi strati dalla catena alpina, riescono a passare favorendo il riscaldamento in quota e di conseguenza la formazione di un'inversione termica che riduce l'altezza di rimescolamento H. Il superamento dei limiti di legge per il PM, in questi casi, risulta di durata inferiore rispetto a quanto accade nella situazione precedentemente descritta sia per le ridotte estensioni delle masse d'aria coinvolte sia per l'intrinseca dinamicità dei flussi. In questa situazione, inoltre, le aree maggiormente sfavorite risultano essere quelle pianeggianti occidentali, della bassa pianura e della costa in quanto sono quelle più protette dai flussi settentrionali. Sulla bassa pianura e costa, inoltre, soprattutto nei mesi da gennaio a marzo, l'altezza di rimescolamento H raggiunge i suoi valori più bassi a seguito dei minimi di temperatura raggiunti dal mare, favorendo ulteriormente il ristagno.

Una terza tipologia di situazione meteorologica osservata in concomitanza con i superamenti del PM10 è caratterizzata dalla presenza di un esteso anticiclone sul Mediterraneo, simile a quello osservato nella prima tipologia descritta in precedenza. Un elemento di distinzione, al di là del periodo dell'anno in cui la situazione si è registrata, è rappresentato dai venti in quota, che sono di provenienza sud-occidentale. Questo flusso di venti favorisce l'accumulo delle sostanze inquinanti nella pianura del Friuli Venezia Giulia (M_{into}) a causa dell'effetto schermante esercitato dall'orografia. In queste condizioni è favorito il manifestarsi di superamenti nella concentrazione media giornaliera di PM10 nelle aree maggiormente urbanizzate e in particolare nella Venezia Giulia. Un elemento fondamentale per il raggiungimento dei valori osservati è comunque rappresentato dal protrarsi della configurazione atmosferica osservata. Il mese di giugno 2006, infatti, è stato caratterizzato da condizioni tipicamente estive e molto stabili con assenza di precipitazioni (scarsa componente M_{rem}) che hanno favorito il graduale aumento nella concentrazione del PM10 in particolare nelle aree con maggiori emissioni (M_{em}). Un ulteriore approfondimento merita la sequenza dei processi solitamente osservati sulla Venezia Giulia. In tale area, infatti, durante il periodo estivo, le condizioni mostrate nella figura sottostante favoriscono l'insorgere di brezze che, per una parte rilevante della giornata, soffiano dal mare verso l'entroterra dove il loro deflusso è rallentato dall'orografia. In questo modo può diventare rilevante la componente M_{into} e contemporaneamente ridursi la componente M_{out} che, opportunamente integrate nel tempo, riescono a sovrastare l'effetto positivo rappresentato da un'altezza di rimescolamento H mediamente maggiore nel periodo estivo che in quello invernale.



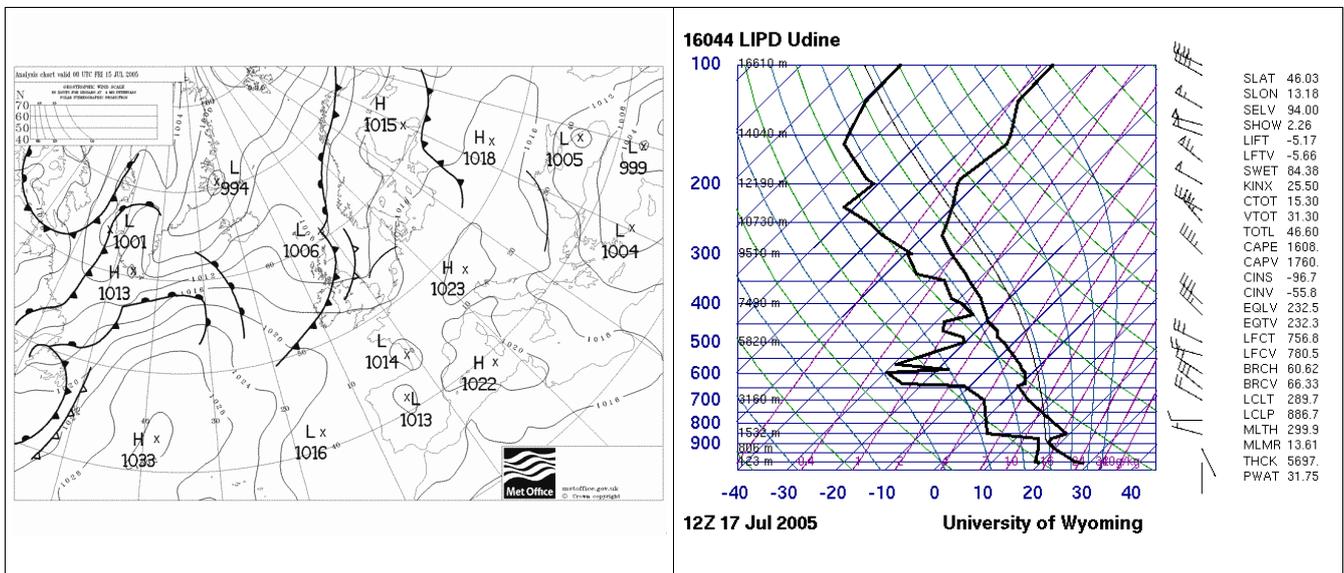
Analisi al suolo relativa alle ore 00 UTC del 21 giugno 2006 (pannello di sinistra) e profilo verticale della temperatura e dei venti sopra Udine relativo alle ore 12 UTC del 21 giugno 2006 (pannello di destra).

3.1.1.2 L'ozono

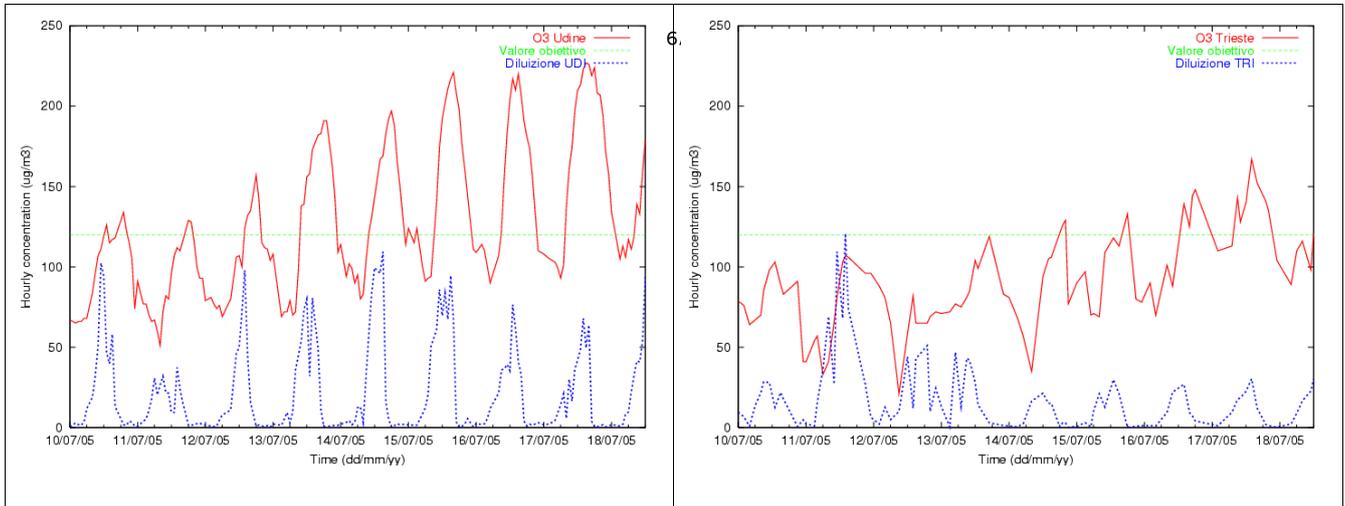
Per quanto riguarda l'ozono, le concentrazioni maggiori al suolo e soprattutto più persistenti si osservano in concomitanza con situazioni atmosferiche che favoriscono un'alta insolazione. La ridotta ventilazione (componente M_{out}) può giocare un ruolo importante ma non indispensabile.

Anche velocità alte del vento possono essere associate a valori elevati di ozono come accade in concomitanza ai venti di brezza sostenuti che, proprio a causa dell'intrinseca ciclicità, si limitano a spostare periodicamente l'inquinante senza di fatto rimuoverlo da una specifica area.

Una configurazione atmosferica tipicamente associata ai superamenti del valore bersaglio relativamente all'ozono è mostrata nella figura sottostante ed è caratterizzata da un esteso anticiclone posizionato sul Mediterraneo. A conseguenza di tale configurazione atmosferica, sul Friuli Venezia Giulia sono favorite le condizioni con assenza di nubi, quindi l'alta insolazione unita ad una scarsa ventilazione non periodica (non al regime di brezza) favorisce le reazioni chimiche che portano alla formazione dell'ozono (M_{em}). In questo tipo di situazione atmosferica, la situazione peggiore si manifesta nei pressi della costa sia a causa della minor nuvolosità che caratterizza il clima di questa area sia a causa dei venti di brezza che portano, in corrispondenza del periodo di maggiore insolazione, le masse d'aria dal mare verso l'entroterra. Il mare, infatti, come evidenziato dalle simulazioni numeriche e dalle campagne di misura sino ad oggi effettuate risulta essere particolarmente ricco di ozono, pertanto le brezze diurne favoriscono l'afflusso di masse d'aria ricche di ozono sulla terraferma a meno che l'ozono stesso non venga rimosso nel tragitto (M_{rem}), ad esempio scorrendo su aree con elevati valori di emissione di ossidi di azoto (M_{em}).



Analisi al suolo relativa alle ore 00 UTC del 15 luglio 2005 (pannello di sinistra) e profilo verticale della temperatura e dei venti sopra Udine relativo alle ore 12 UTC del 17 luglio 2005 (pannello di destra).



Andamento delle concentrazioni medie orarie di O₃ e del parametro di diluizione oraria (prodotto dell'altezza di rimescolamento H per la velocità media del vento al suolo) in ambiente urbano situato nella pianura centrale (pannello di sinistra) e sulla costa (pannello di destra) del Friuli Venezia Giulia dal 10/07/2005 al 18/07/2005. Le minori concentrazioni osservate nell'area di Trieste (M.te S. Pantaleone) sono verosimilmente dovute alla consumazione dell'O₃ a seguito del passaggio sulle aree fortemente antropizzate con alte emissioni di ossidi di azoto.

Prima di concludere la trattazione dei possibili determinanti atmosferici relativi alle alte concentrazioni di ozono, bisogna ricordare ulteriormente che questa sostanza risulta essere un inquinante con alto tempo di permanenza in atmosfera. In alcuni episodi caratterizzati da alte concentrazioni, quindi, un ruolo importante può essere giocato dal trasporto di ozono sull'area di interesse (componente M_{into}), trasporto che può avere origine anche in aree particolarmente distanti. Questo tipo di episodi risulta essere di difficile previsione e, alle volte, anche di difficile diagnosi. Solitamente, però, questi superamenti sono di limitata durata temporale.

3.2 ANALISI DEI SUPERAMENTI

Gli inquinanti causa delle maggiori criticità a livello di qualità dell'aria in regione sono il biossido di azoto, il particolato atmosferico e l'ozono. Al fine di realizzare un Piano di azione che cerchi di contenere il raggiungimento dei valori elevati nelle concentrazioni di questi inquinanti, risulta importante poter individuare le aree assimilabili per qualità dell'aria con un dettaglio maggiore rispetto a quello determinato mediante il Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria (PRMQA). Il numero di superamenti come dato isolato potrebbe in tal senso portare a conclusioni fuorvianti. Infatti, zone caratterizzate da analogo numero di superamenti dei valori limite potrebbero essere il risultato di diverse forzanti naturali (determinanti) e antropiche (pressioni) che avvengono con frequenze comparabili, anche se in momenti distinti.

3.2.1 L'analisi attraverso le tabelle di contingenza

Un primo approccio di analisi più significativo in tal senso si può ottenere dalle tabelle di contingenza che calcolano il numero di superamenti contemporanei dei limiti di legge. Valori prossimi all'unità indicano un alto grado di contemporaneità tra i superamenti, valori molto discosti dall'unità indicano bassa contemporaneità. Va comunque specificato che, per quanto riguarda i superamenti dei limiti di legge relativi al biossido di azoto, la tabella di contingenza ottenuta per le varie stazioni fornisce scarsi risultati.

Le tabelle di contingenza ottenute utilizzando i superamenti dei limiti giornalieri di PM10 negli anni dal 2005 al 2008 mostrano come l'area pianeggiante del pordenonese sia caratterizzata da una notevole omogeneità in quanto tutte le stazioni prese in considerazione hanno un grado di contemporaneità superiore al 70%. Ben diverso è il caso della provincia di Udine dove solo l'area urbana mostra un significativo grado di contemporaneità nei superamenti (stazione di Piazzale Osoppo e viale Manzoni) mentre molto più basso risulta essere sia il grado di contemporaneità tra area urbana di Udine e zone pedemontane (Osoppo) o pianeggianti (Torviscosa) e tra queste ultime due. Analoga situazione si osserva nella Provincia di Gorizia tra l'area urbana e le altre località.

La situazione di Trieste merita particolare attenzione in quanto, anche nella medesima area urbana, il grado di contemporaneità dei superamenti è relativamente basso (inferiore al 70%). Questo potrebbe essere ascritto a differenze nelle condizioni emissive (sitospecificità) o alla particolare microclimatologia dell'area triestina o a una commistione dei due aspetti.

Tabella di contingenza realizzata per la provincia di Gorizia. I superamenti si riferiscono al PM10 e agli anni 2005-2008

	AOS	LUC	MON
AOS	1	0.59	0.34
LUC	0.59	1	0.27
MON	0.34	0.27	1

Tabella di contingenza realizzata per la provincia di Pordenone. I superamenti si riferiscono al PM10 e agli anni 2005-2008

	POR	MAR	SAC
POR	1	0.90	0.88
MAR	0.90	1	0.77
SAC	0.88	0.77	1

Tabella di contingenza realizzata per la provincia di Trieste. I superamenti si riferiscono al PM10 e agli anni 2005-2008

	BAN	CAR	LIB	MUG	PIT	SVE
BAN	1	0.44	0.69	0.57	0.41	0.39
CAR	0.44	1	0.61	0.47	0.42	0.60
LIB	0.69	0.61	1	0.52	0.45	0.56
MUG	0.57	0.47	0.52	1	0.44	0.48
PIT	0.41	0.42	0.45	0.44	1	0.45
SVE	0.39	0.60	0.56	0.48	0.45	1

Tabella di contingenza realizzata per la provincia di Udine. I superamenti si riferiscono al PM10 e agli anni 2005-2008

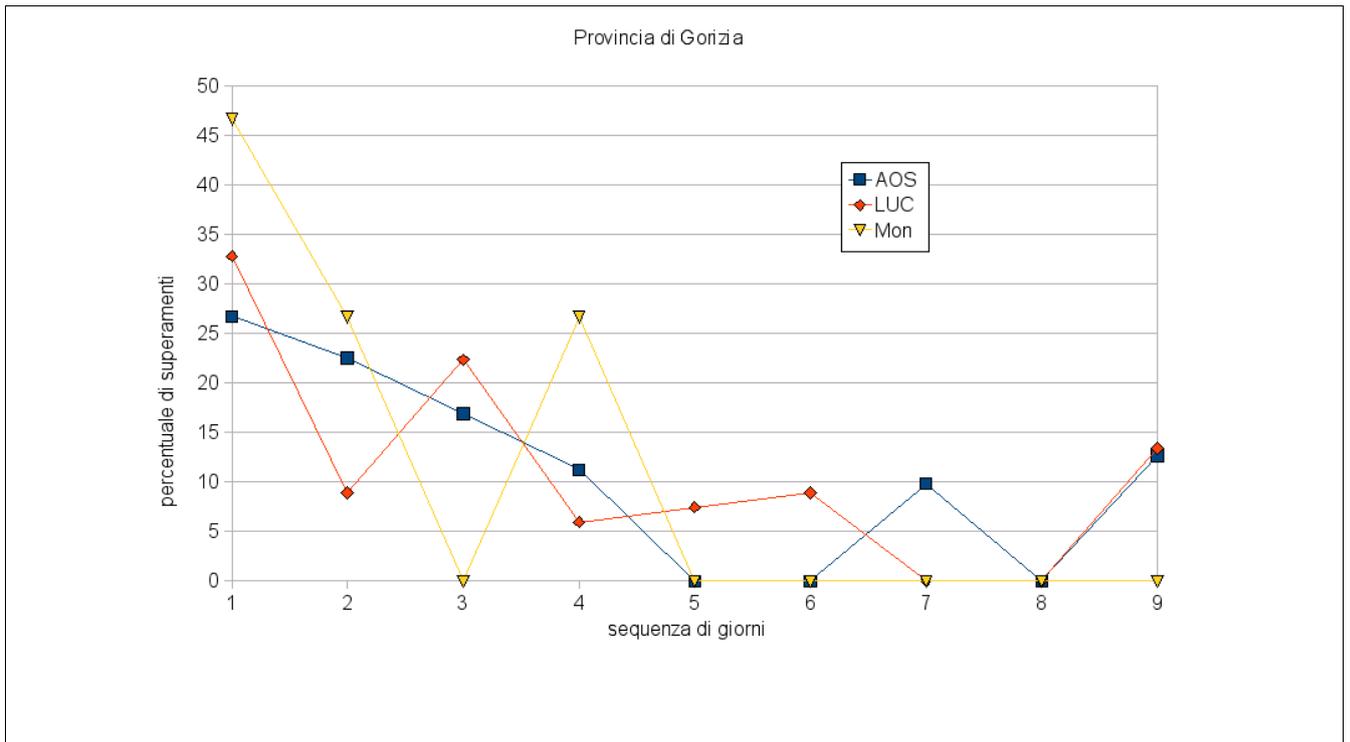
	OSO	OPP	MAN	TRV
OSO	1	0.50	0.82	0.62
OPP	0.50	1	0.51	0.43
MAN	0.82	0.51	1	0.66
TRV	0.62	0.43	0.66	1

Queste tabelle riportano, per le varie stazioni, la frequenza di superamenti congiunti, cioè quando due diverse stazioni mostrano un superamento nel medesimo giorno. La diagonale di queste matrici, che sono simmetriche, risulta per costruzione uguale a 1 (ogni stazione ha il superamento contemporaneamente a se stessa).

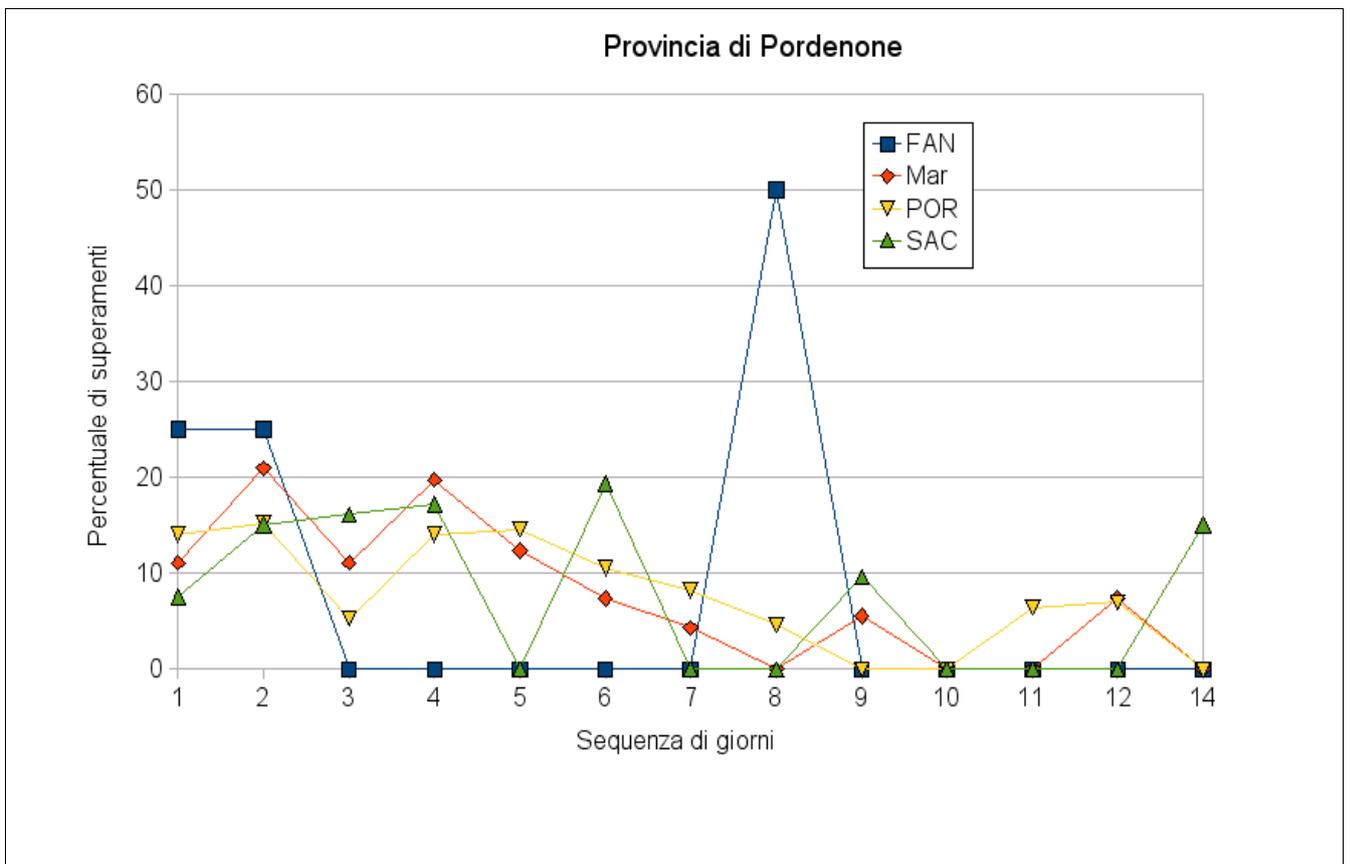
La distribuzione della durata dei superamenti fornisce ulteriori indicazioni relativamente alle possibili cause dei medesimi. Le tipologie di distribuzione sono sostanzialmente di tre tipi:

1. distribuzioni monotone decrescenti (massimo di frequenza associato al primo giorno);
2. distribuzioni non monotone con unico massimo (associato a durate maggiori al giorno);
3. distribuzioni bimodali o con massimo allargato.

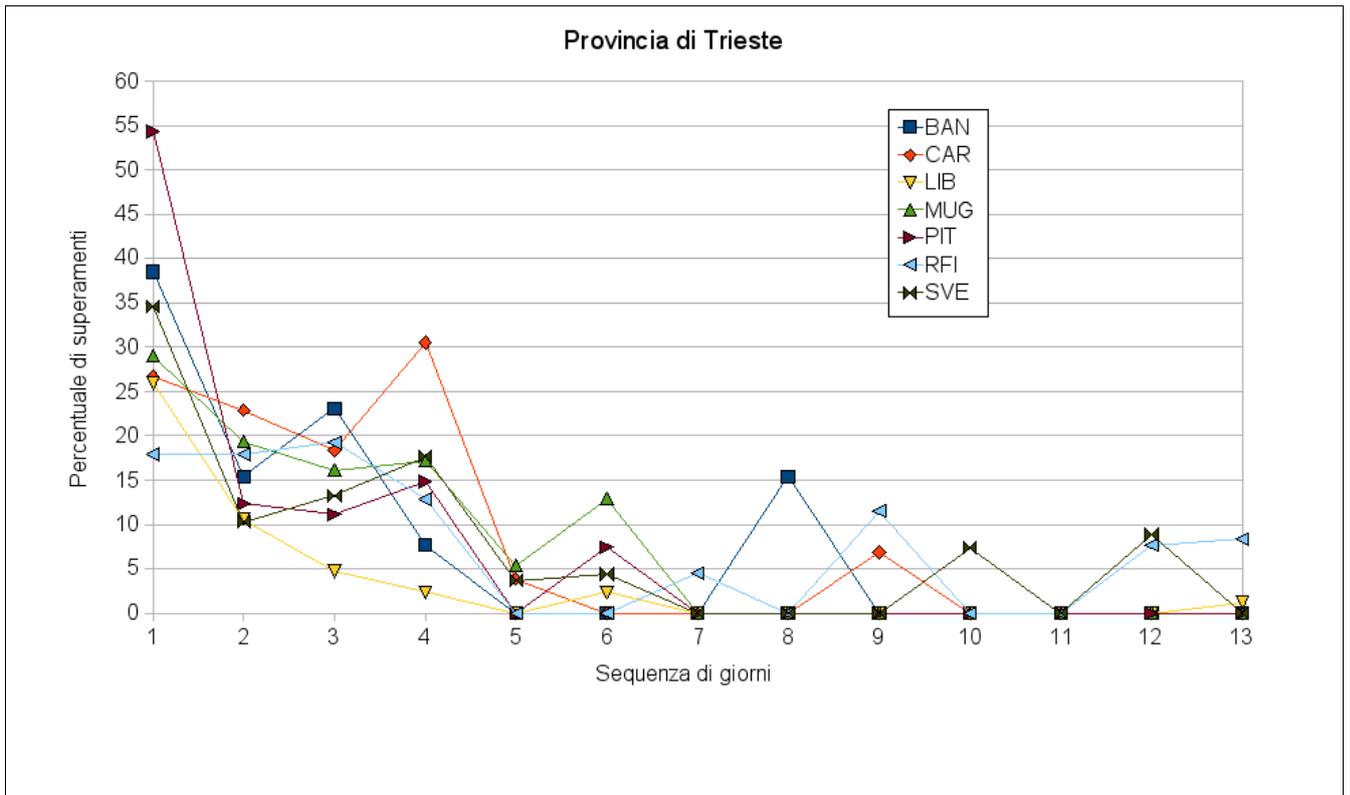
Queste tre tipologie sono associabili a diverse modulazioni delle componenti di Figura 1 nelle varie aree. In particolare le distribuzioni monotone decrescenti indicano aree dove i superamenti di breve durata sono maggiori di quelli di lunga durata. Poiché le determinanti meteorologiche si caratterizzano di scale maggiori rispetto alle aree di interesse qui sopra analizzate, un ruolo importante è dato dalla componente M_{em} che cresce a compensare M_{out} e M_{rem} . Le distribuzioni con massimo di frequenza in corrispondenza di sequenze di più giorni sono associabili ad aree dove la componente meteorologica potrebbe essere la modulante principale ed i superamenti risultano ascrivibili a condizioni analoghe a quelle descritte nei primi due casi analizzati nel capitolo 3.1.1.1. Le distribuzioni bimodali, o con massimo allargato, sono dovute al fatto che i superamenti di breve o lunga durata hanno frequenze comparabili e sono associabili ad aree nelle quali le forzanti meteorologiche e la pressione esercitata dalle emissioni hanno un peso confrontabile.



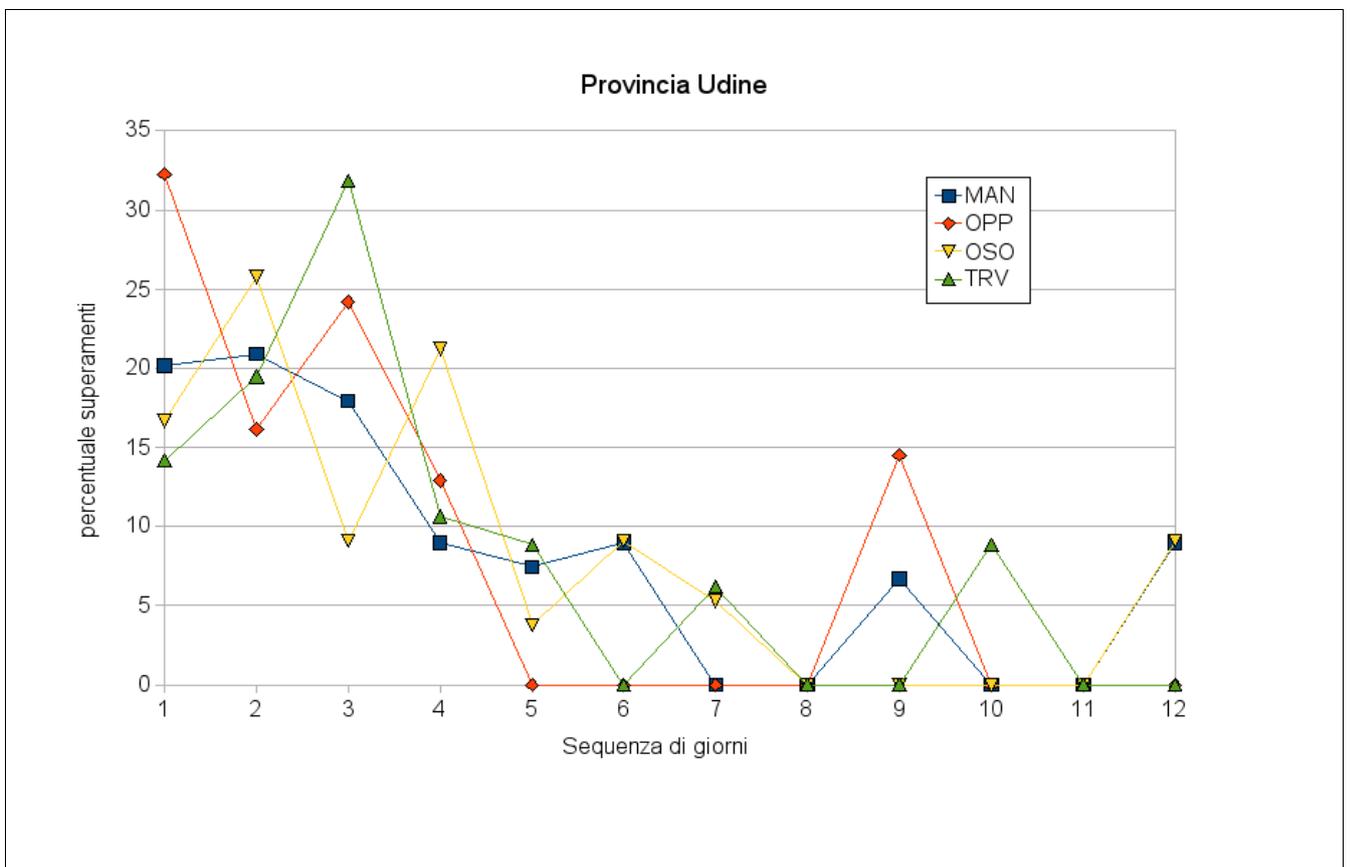
Distribuzione dei superamenti giornalieri stratificati per durata dei medesimi. Provincia di Gorizia



Distribuzione dei superamenti giornalieri stratificati per durata dei medesimi. Provincia di Pordenone



Distribuzione dei superamenti giornalieri stratificati per durata dei medesimi. Provincia di Trieste.

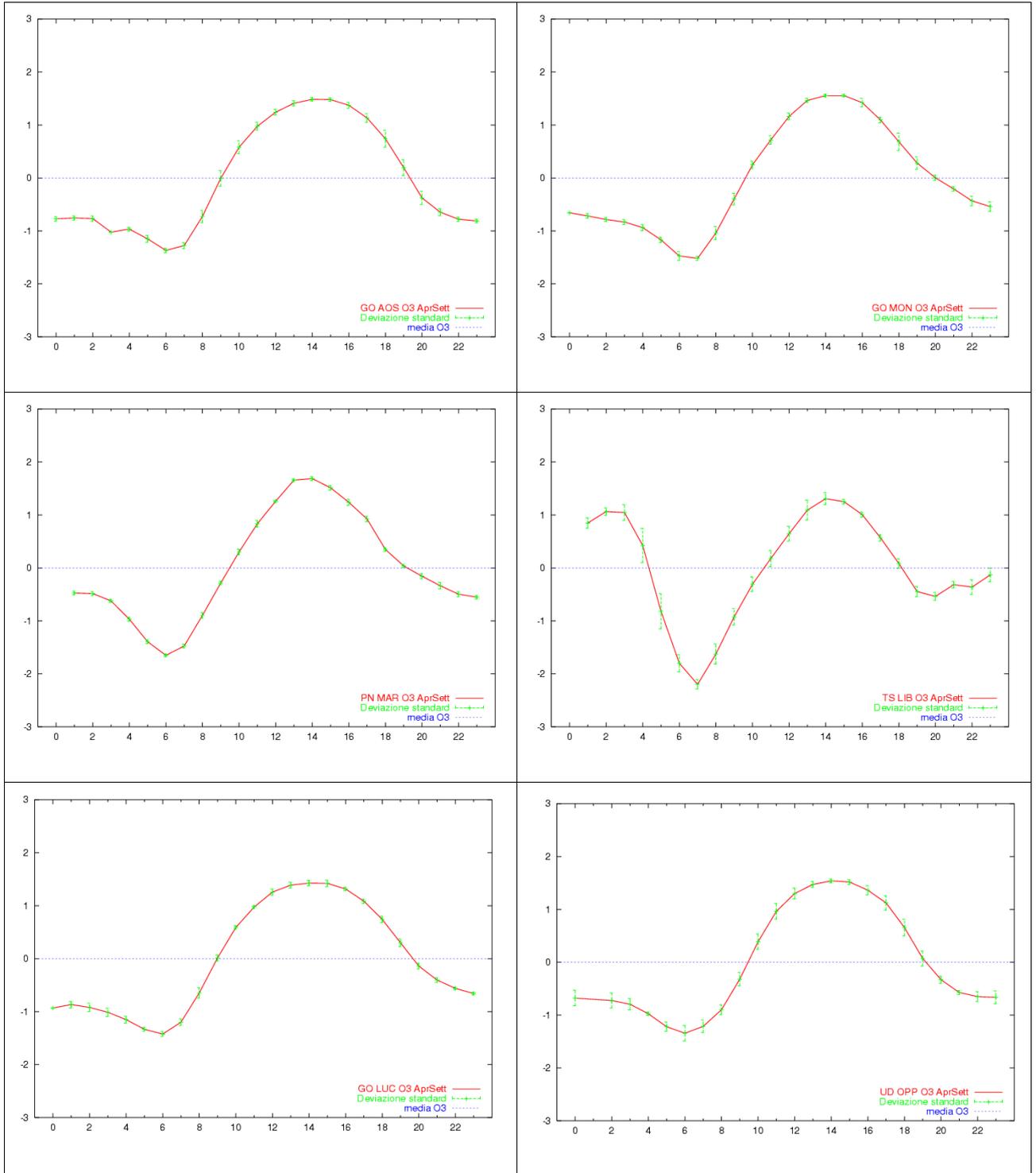


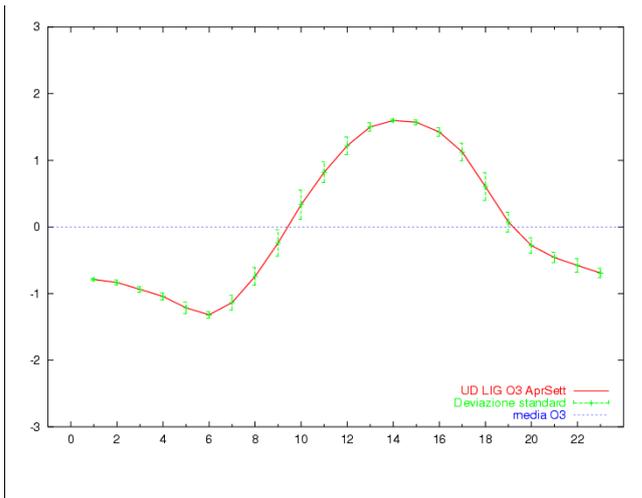
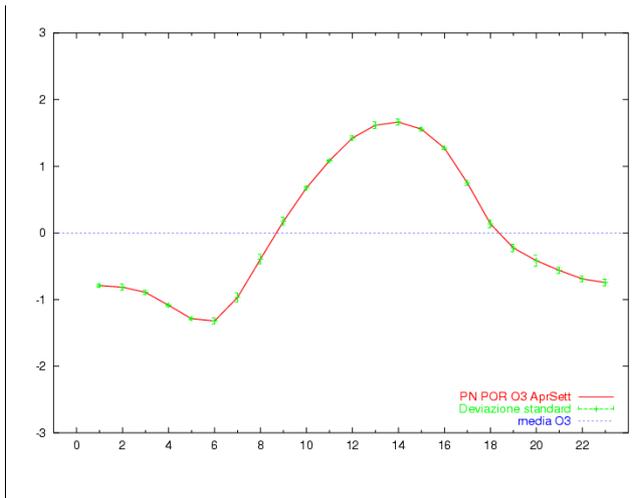
Distribuzione dei superamenti giornalieri stratificati per durata dei medesimi. Provincia di Udine.

3.2.2 Il comportamento medio giornaliero e settimanale dell'ozono

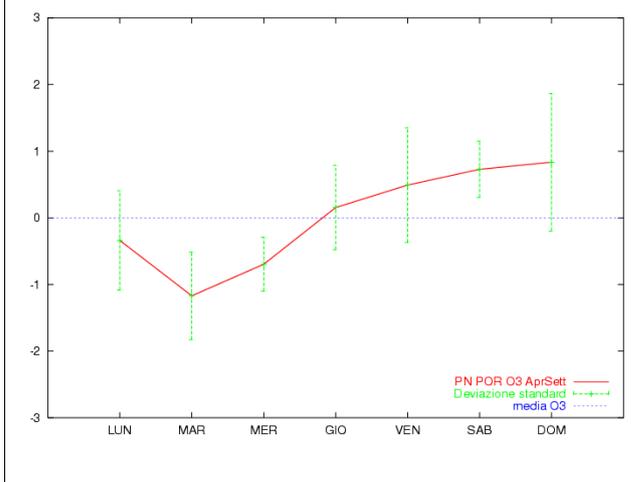
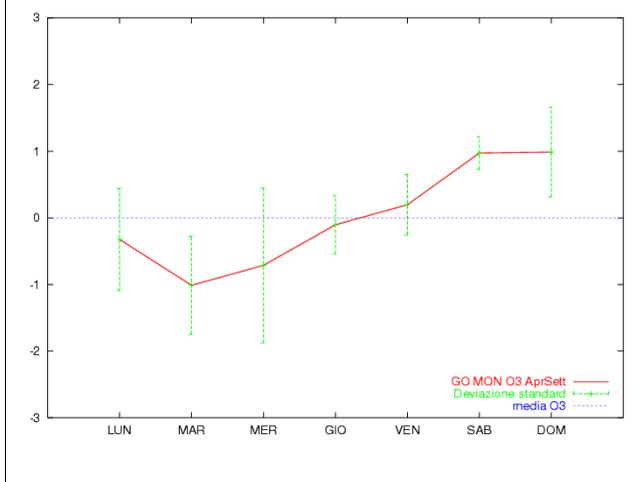
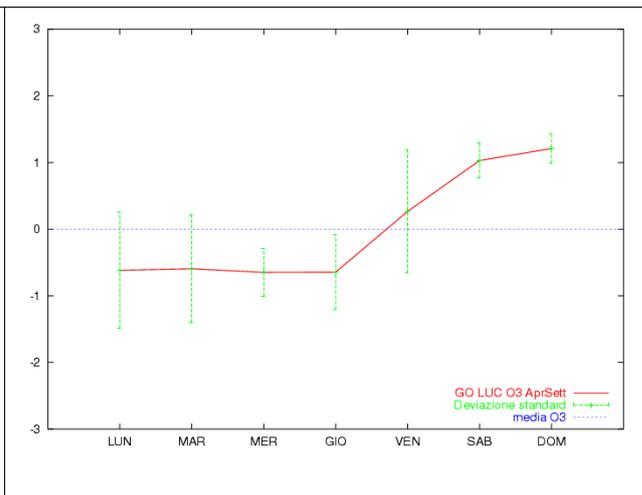
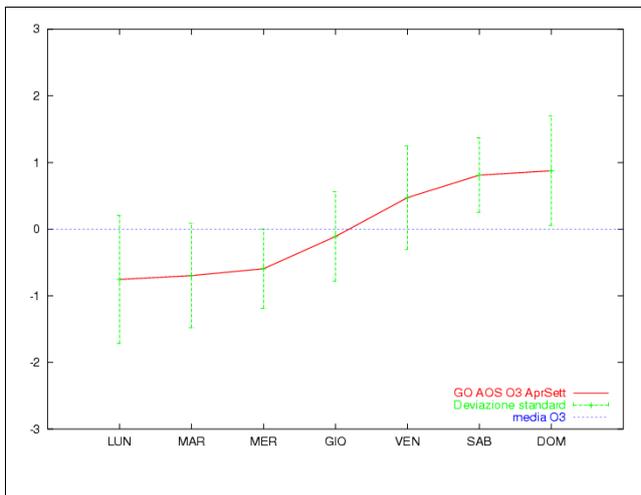
L'analisi dei dati dell'ozono è stata condotta considerando nel complesso l'intero periodo che va dai mesi di Aprile a Settembre, in quanto trattasi del periodo con maggior apporto di radiazione solare, fondamentale per poter avere la formazione di questo inquinante. L'analisi dei dati orari mostra una sostanziale omogeneità nella distribuzione giornaliera delle concentrazioni, con un picco in corrispondenza della massima insolazione ad eccezione delle stazioni di monitoraggio poste in montagna dove i picchi nelle concentrazioni di ozono vengono raggiunti durante la notte (ad esempio Monte Zoncolan), verosimilmente a causa di fenomeni di trasporto dalle zone pianeggianti e maggiormente soggette alle emissioni dei precursori dell'ozono (NO_x, CO, COV). Per quanto riguarda le stazioni poste in ambiente "traffico", esse mostrano solitamente un minimo più marcato in concomitanza con le ore di maggior traffico (al mattino) e un massimo nelle ore centrali della giornata, tanto meno marcato quanto più è soggetta al traffico la stazione di monitoraggio (ad esempio piazza Libertà a Trieste). Questo comportamento è dovuto alla maggior disponibilità nelle aree più soggette al traffico di ossidi di azoto che, interagendo con l'ozono, ne riducono le concentrazioni. Nel complesso, comunque, la differenziazione oraria tra i diversi ambienti non è solitamente molto marcata in quanto l'ozono ha dei tempi di persistenza in atmosfera relativamente lunghi che rendono questo inquinante facilmente trasportabile per lunghe distanze, quindi tendono a rendere relativamente omogenea la sua concentrazione a parità di condizioni atmosferiche.

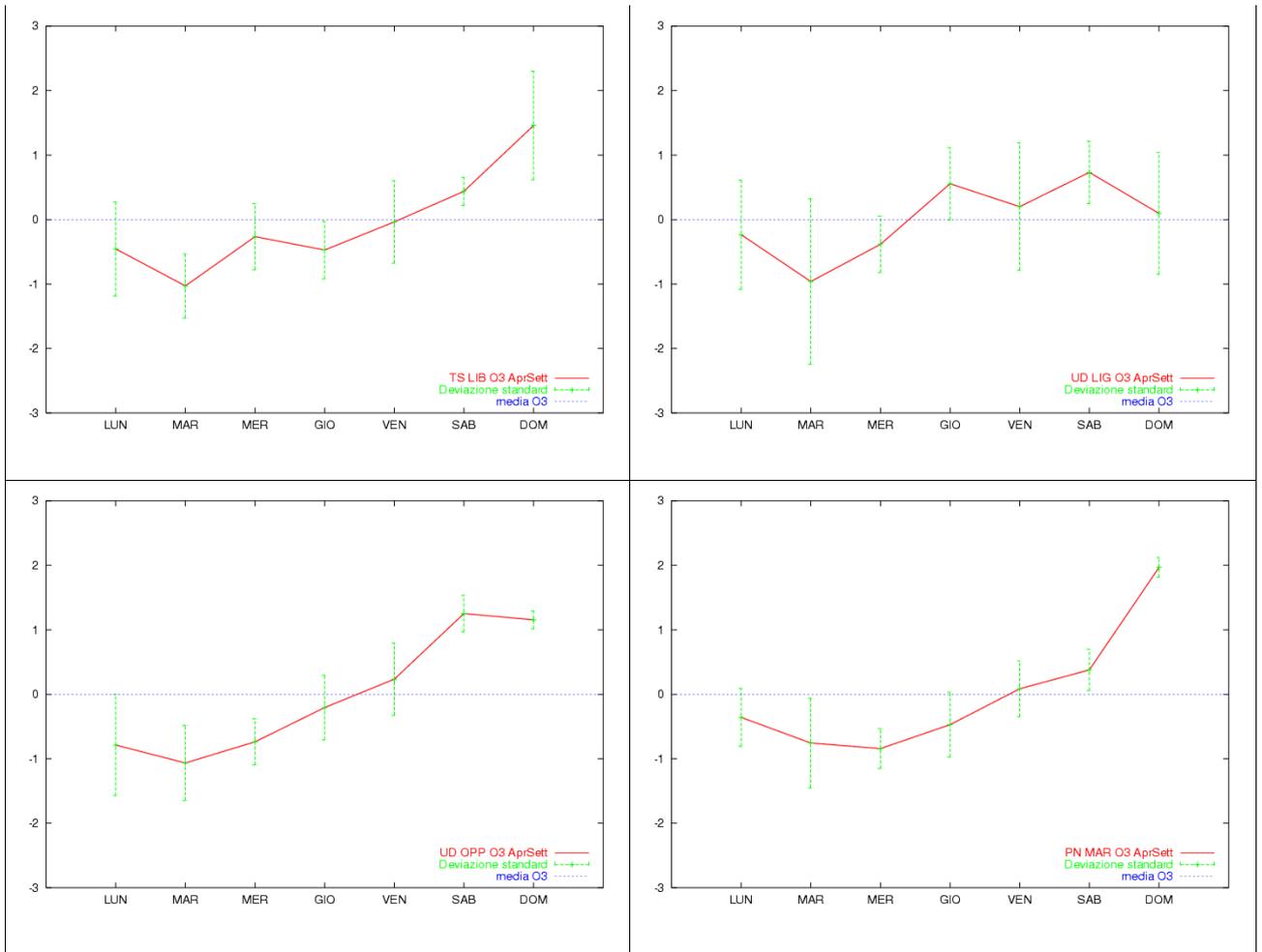
L'analisi dell'andamento settimanale dell'ozono mostra una maggiore variabilità nei diversi giorni, a causa del ridotto campione statistico a disposizione. Ciò nonostante, le stazioni poste in ambiente "traffico" mostrano una chiara tendenza all'aumento delle concentrazioni medie nel fine settimana; questo comportamento si può spiegare a seguito della riduzione delle emissioni da traffico, in particolare degli ossidi di azoto, nel fine settimana. Fanno eccezione le località come Lignano Sabbiadoro che, pur essendo poste in ambiente traffico, mostrano una minor variabilità nei giorni della settimana, verosimilmente a seguito della maggior costanza del traffico, come ci si può aspettare in una località balneare. L'andamento settimanale delle stazioni poste in ambiente "industriale" mostra solitamente una minor differenziazione tra i diversi giorni della settimana, come è ragionevole aspettarsi vista la maggior costanza delle emissioni solitamente associate alle attività produttive. Per quanto riguarda l'ambiente "fondo", anche in questo caso si può mediamente osservare la tendenza all'aumento dell'ozono nel fine settimana. Relativamente alle stazioni poste su rilievi orografici (ad esempio Monte Zoncolan), invece, si nota una chiara decrescita nel fine settimana.



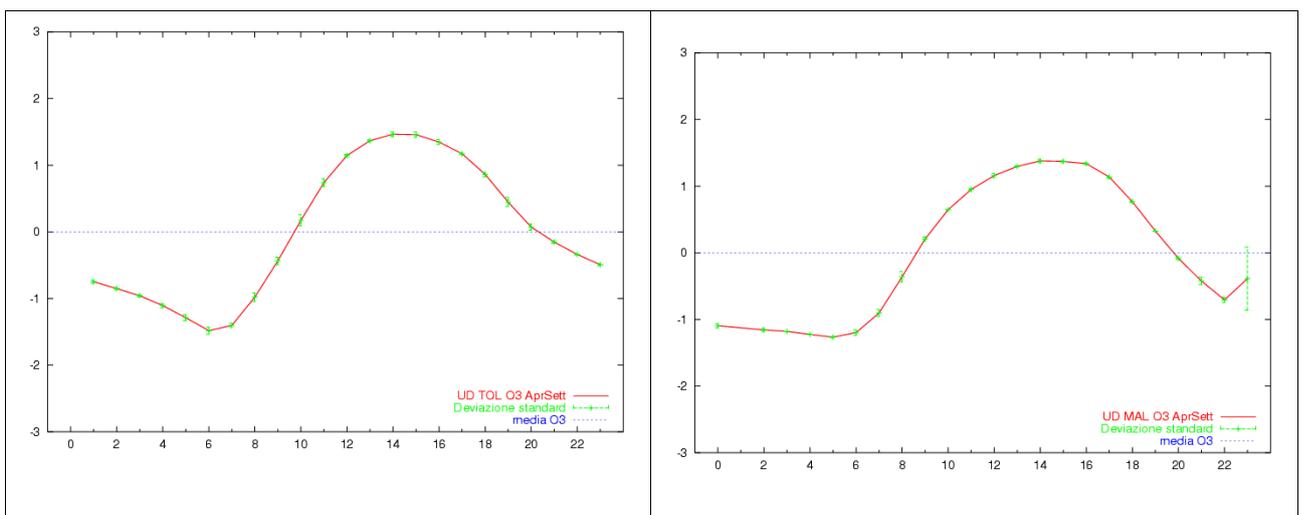


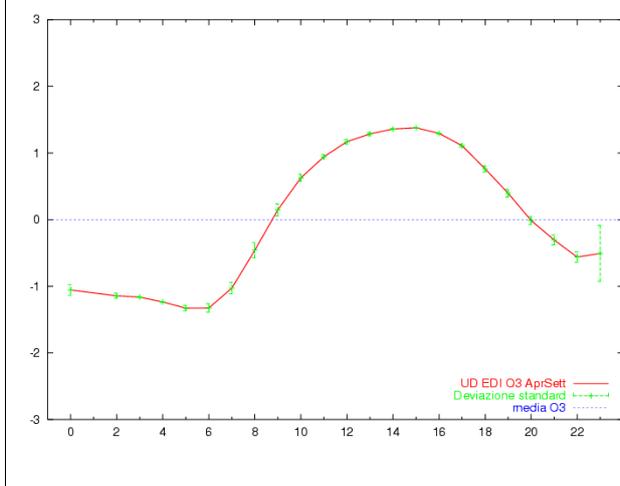
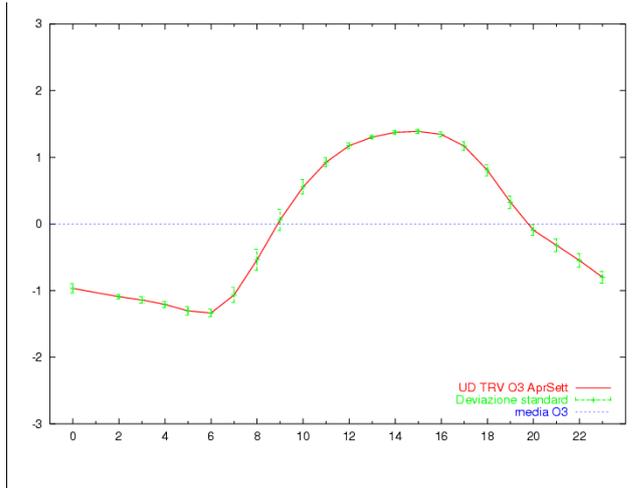
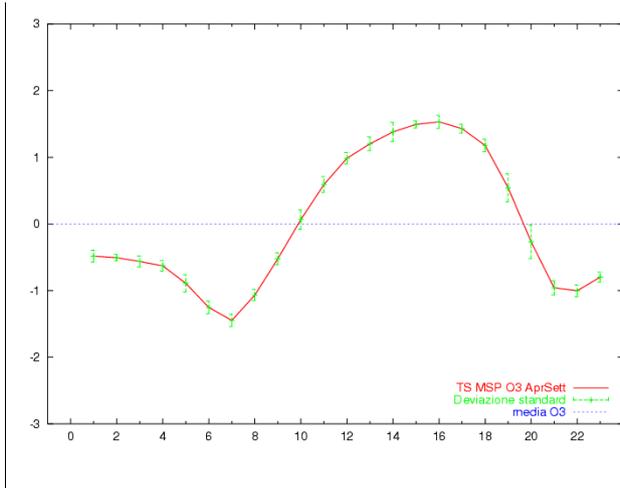
Andamento medio giornaliero (anni 2005-2009) delle concentrazioni medie orarie normalizzate di ozono in ambiente "traffico". Le barre verticali verdi indicano la normale variabilità del valore (deviazione standard).



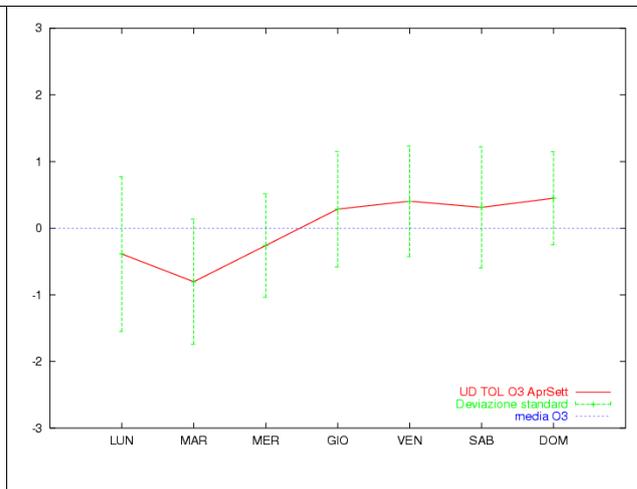
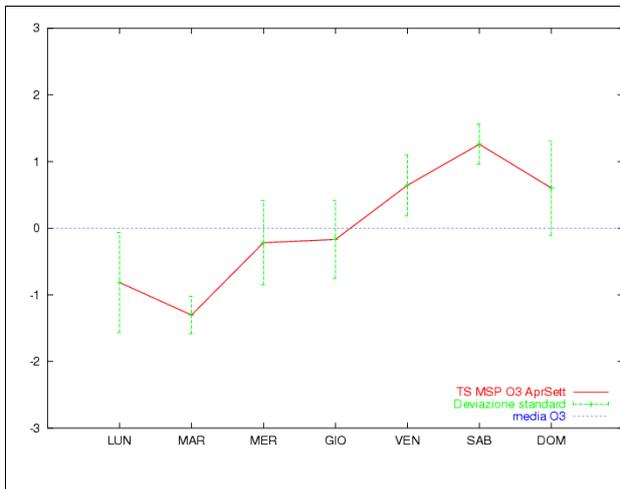


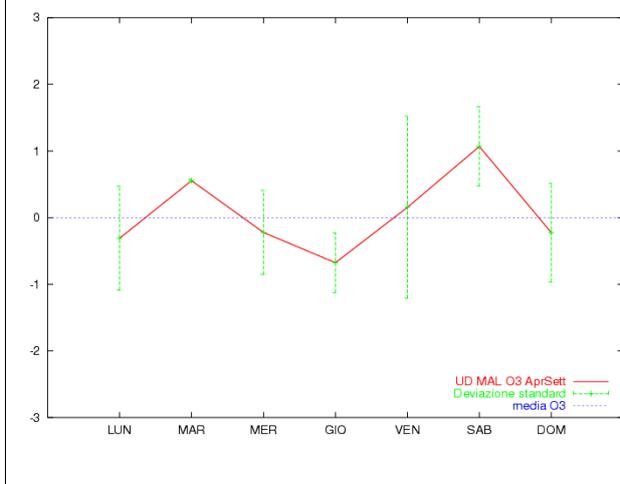
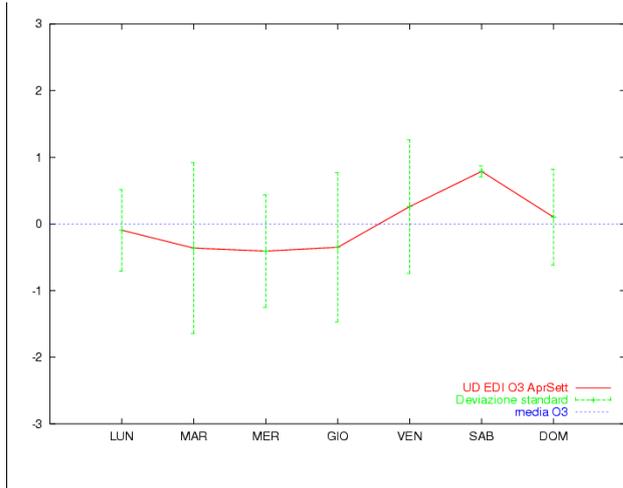
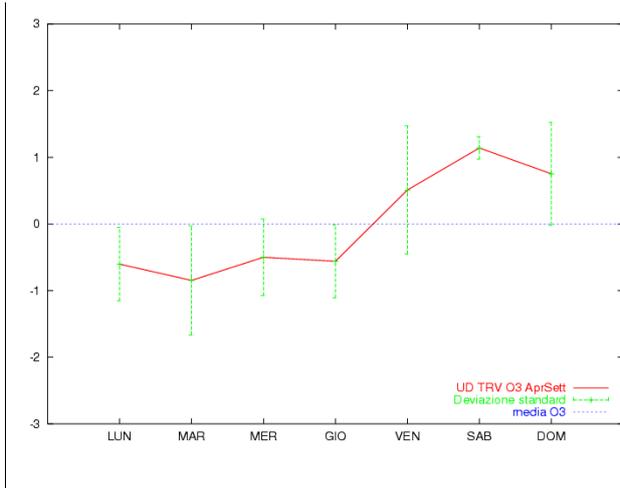
Andamento medio settimanale (anni 2005-2009) delle concentrazioni medie giornaliere normalizzate di ozono in ambiente "traffico". Le barre verticali verdi indicano la normale variabilità del valore (deviazione standard).



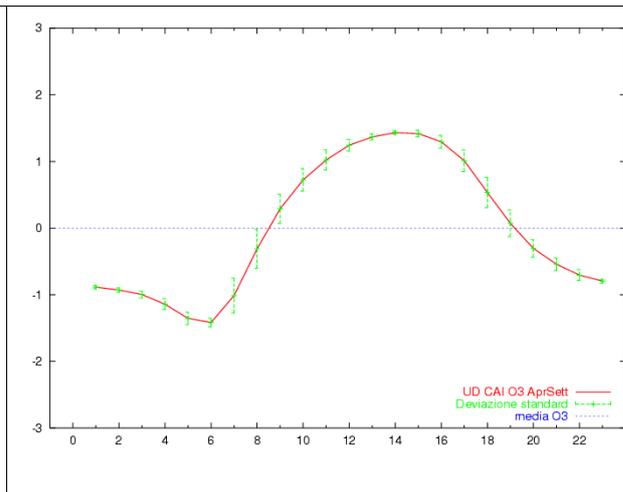
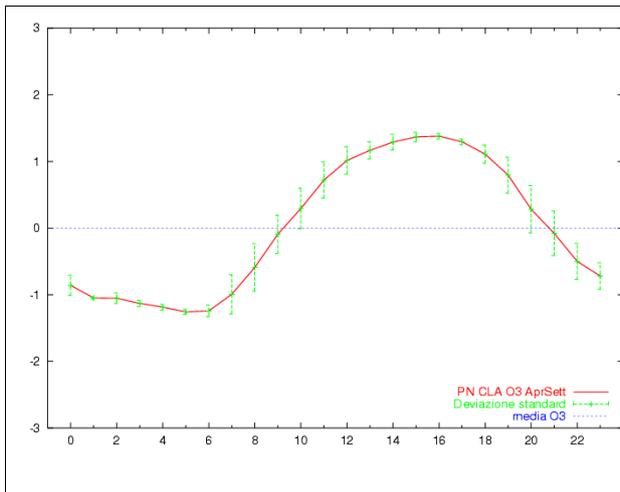


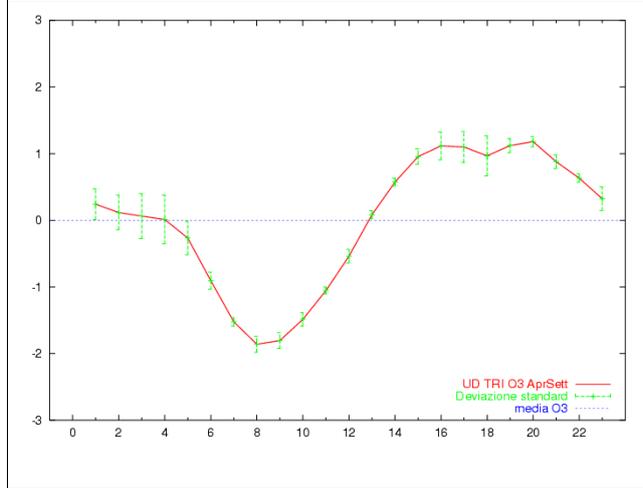
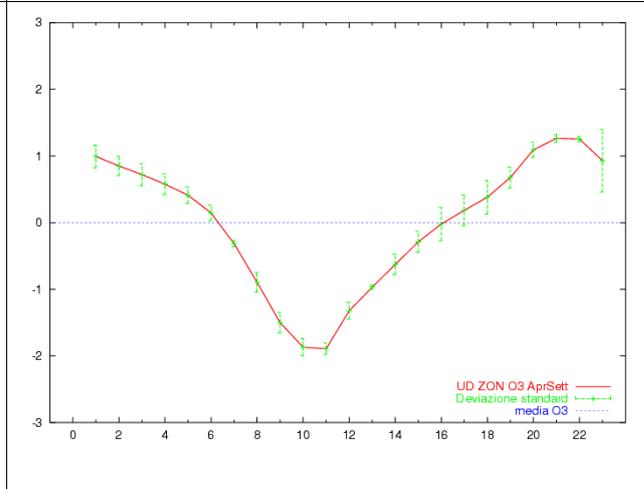
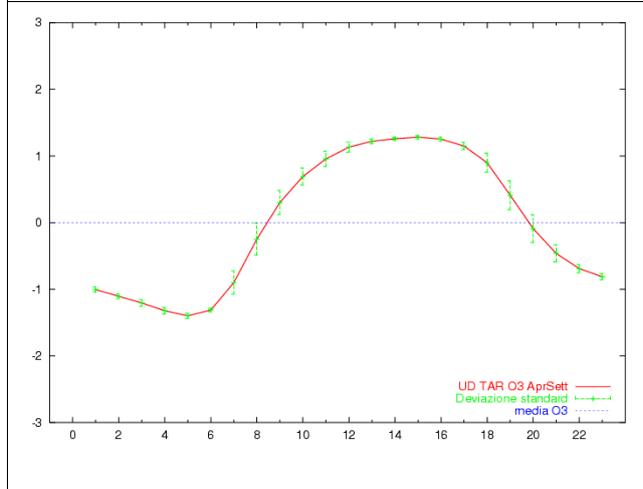
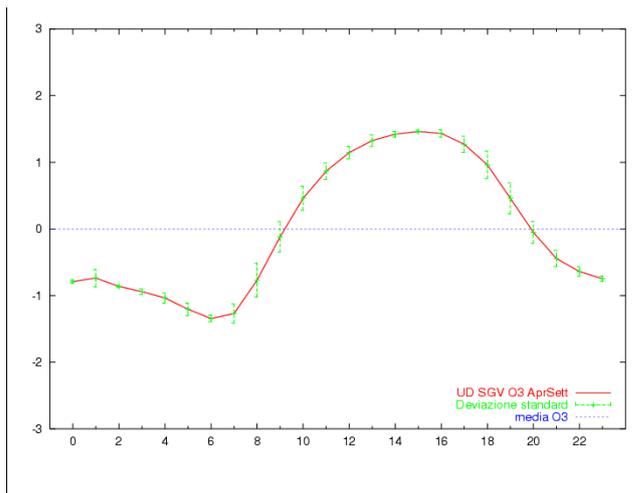
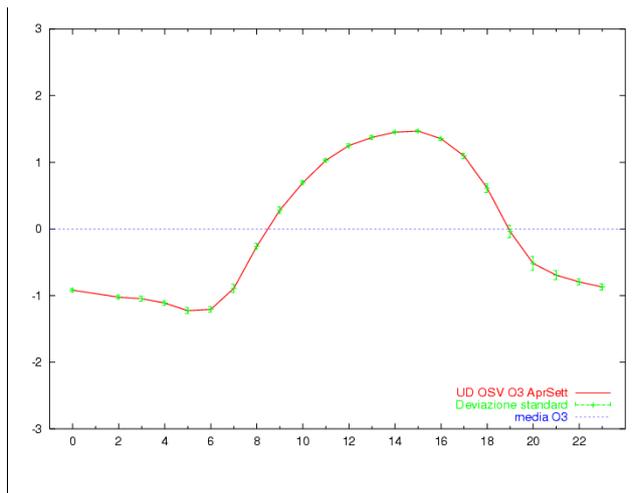
Andamento medio giornaliero (anni 2005-2009) delle concentrazioni medie orarie normalizzate di ozono in ambiente "industriale". Le barre verticali verdi indicano la normale variabilità del valore (deviazione standard).



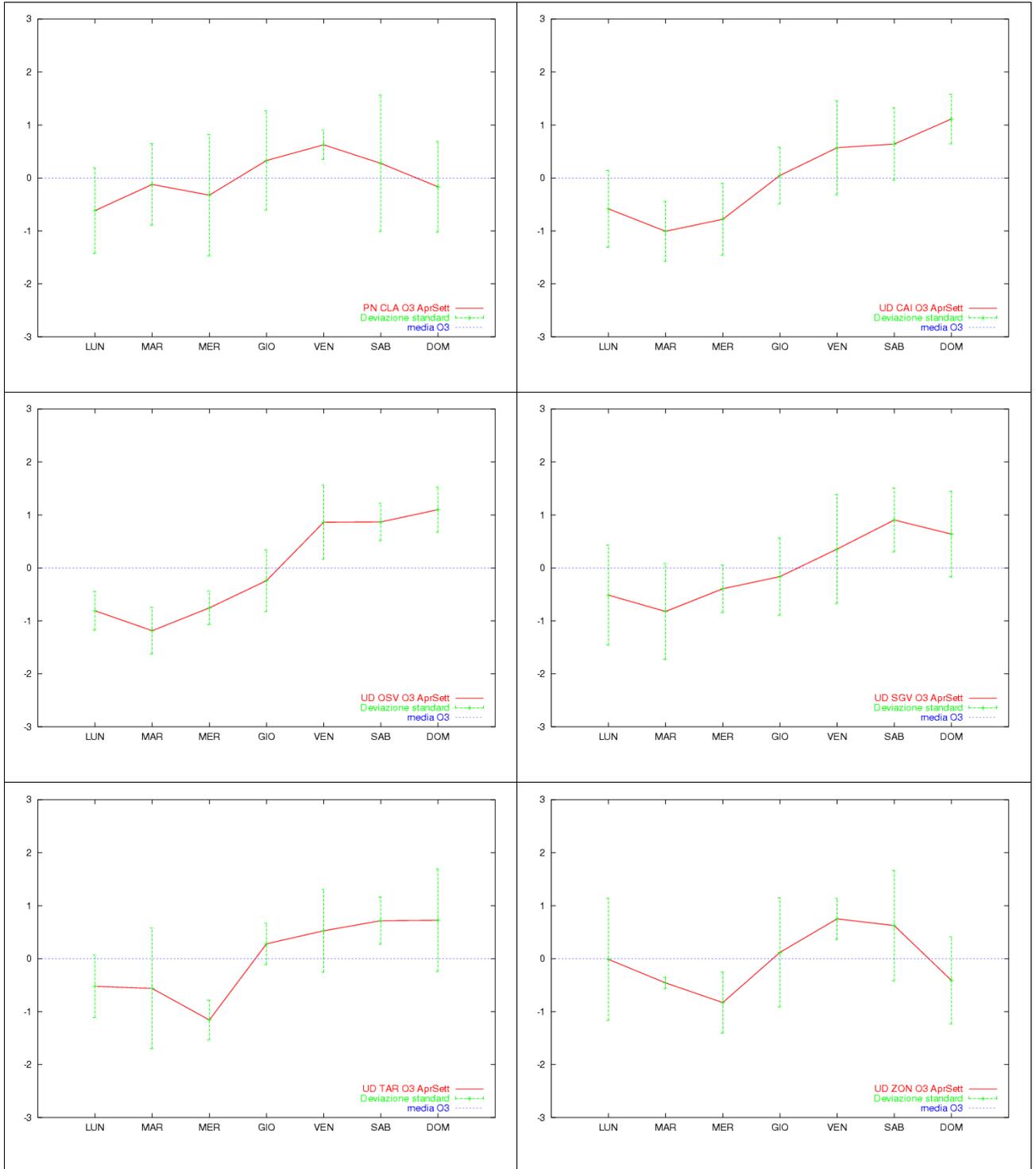


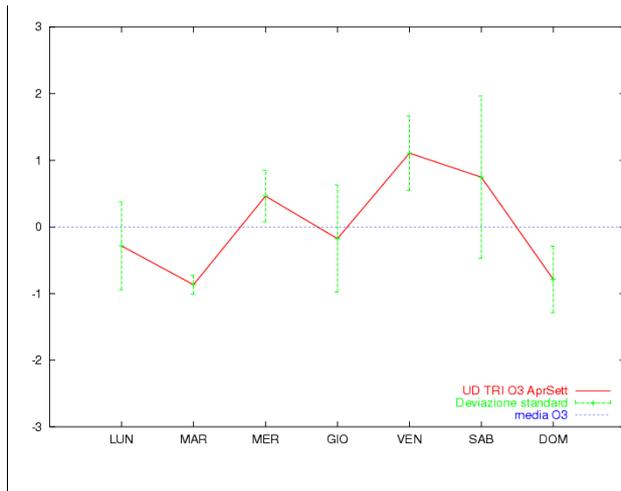
Andamento medio settimanale (anni 2005-2009) delle concentrazioni medie orarie normalizzate di ozono in ambiente "industriale". Le barre verticali verdi indicano la normale variabilità del valore (deviazione standard).





Andamento medio giornaliero (anni 2005-2009) delle concentrazioni medie di ozono in ambiente "fondo". Le stazioni poste sul Monte Zoncolan (ZON) e a Tribil (TRI) mostrano il tipico andamento delle stazioni montane in quota con massimi serali e notturni.





Andamento medio settimanale (anni 2005-2009) delle concentrazioni medie giornaliere normalizzate di ozono in ambiente "fondo". Le stazioni poste sul Monte Zoncolan (ZON) e a Tribil (TRI) mostrano il tipico andamento delle stazioni montane in quota con diminuzione domenicale.

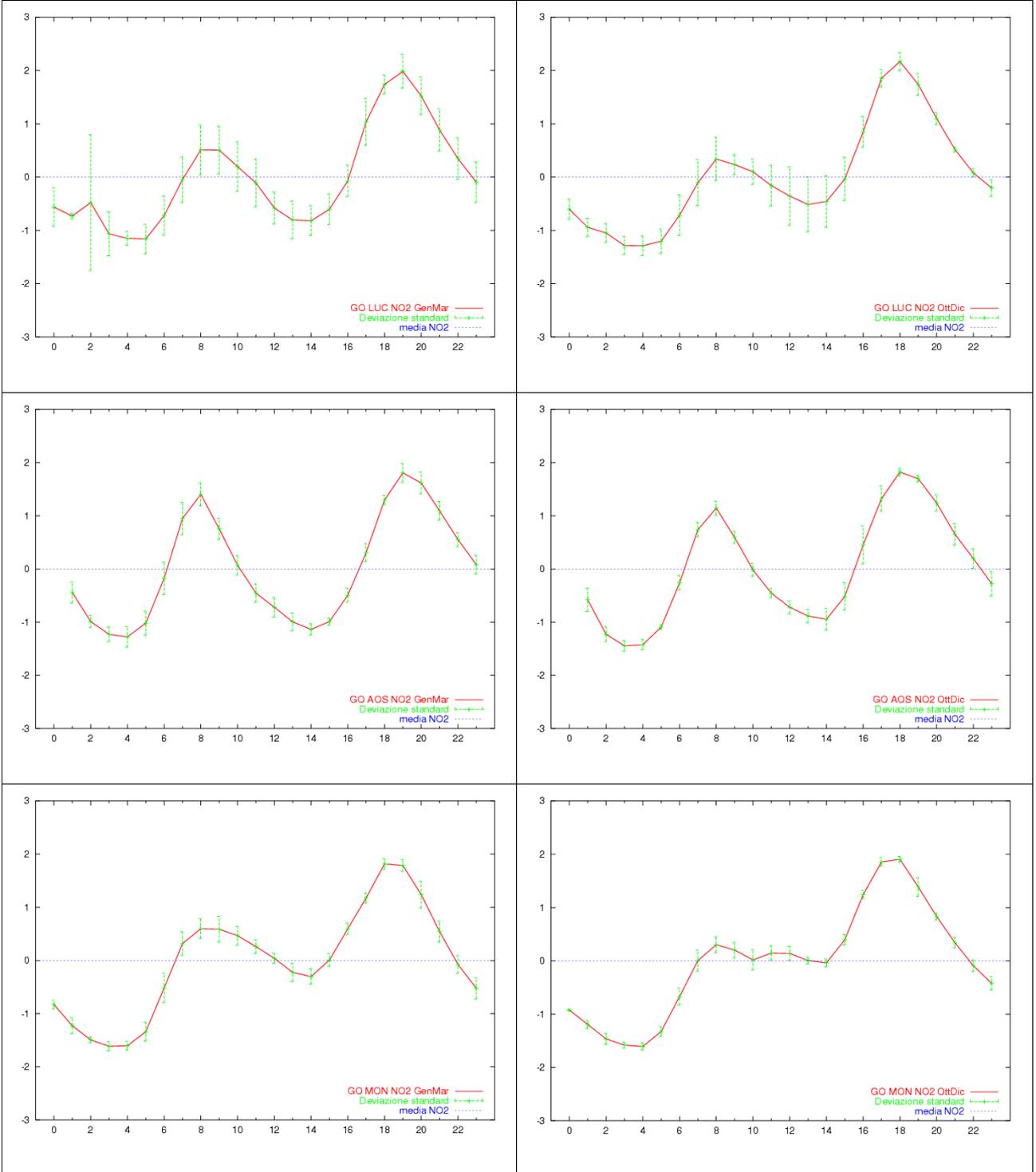
3.2.3 Il comportamento medio giornaliero e settimanale del biossido di azoto

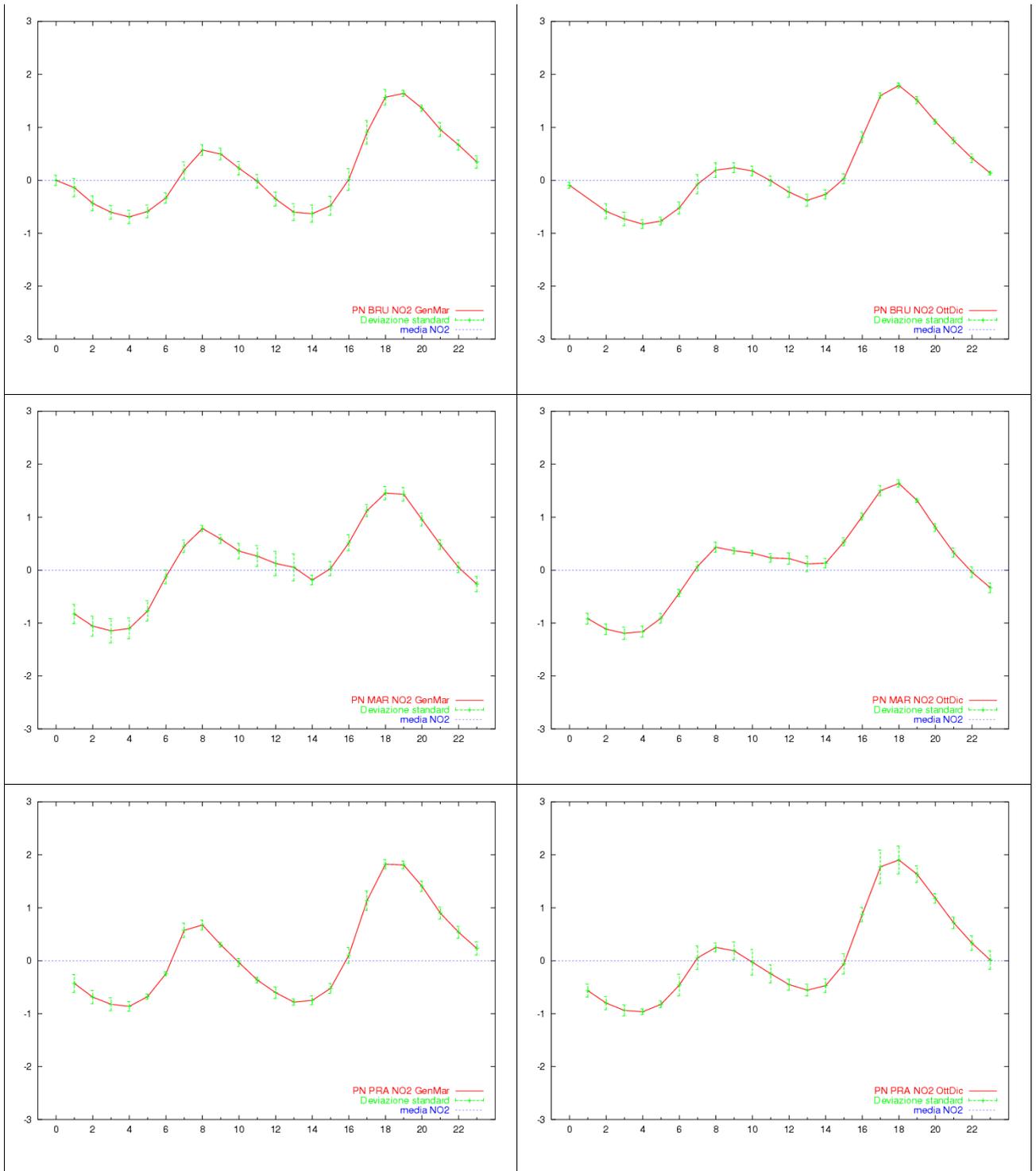
Per quanto riguarda l'analisi degli ossidi di azoto, questa viene circoscritta ai soli periodi che vanno da Gennaio a Marzo e da Ottobre a Dicembre in quanto questi sono i periodi nei quali vengono raggiunte le massime concentrazioni atmosferiche di questo inquinante. L'andamento diurno del biossido di azoto mostra quasi ovunque la presenza di due massimi, uno al mattino (indicativamente alle ore 8) e uno alla sera (indicativamente ore 18-20) anche se, essendo gli ossidi di azoto caratterizzati da un tempo di permanenza in atmosfera relativamente breve, il dettaglio del comportamento varia molto da postazione a postazione, anche per una medesima tipologia di ambiente.

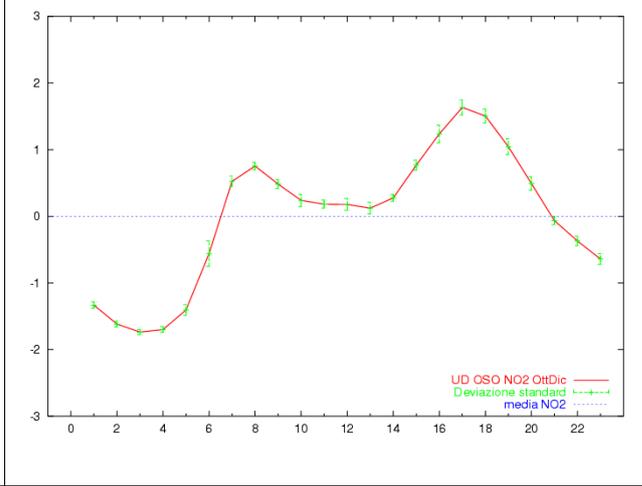
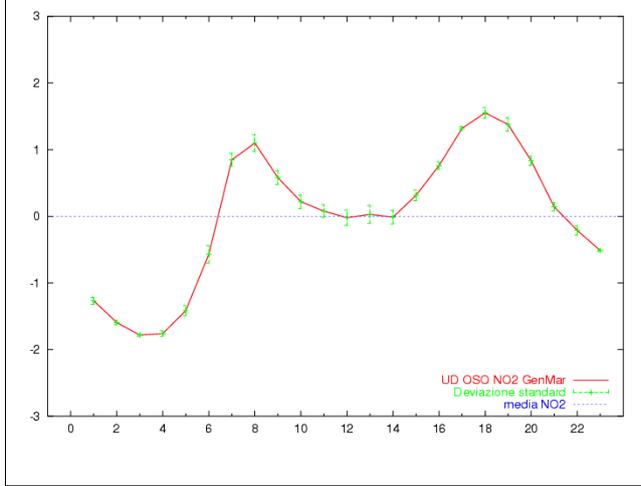
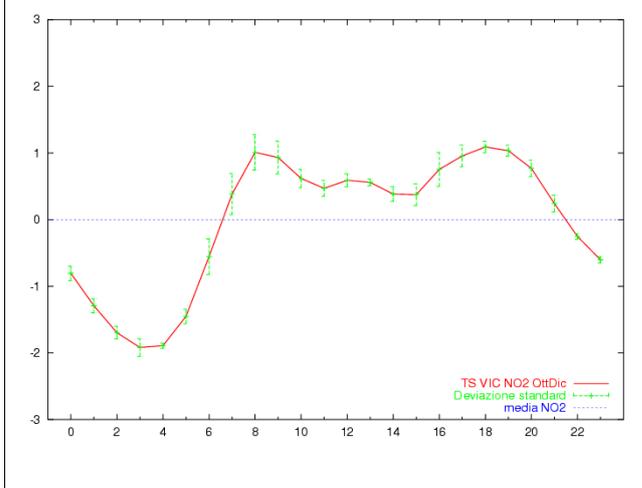
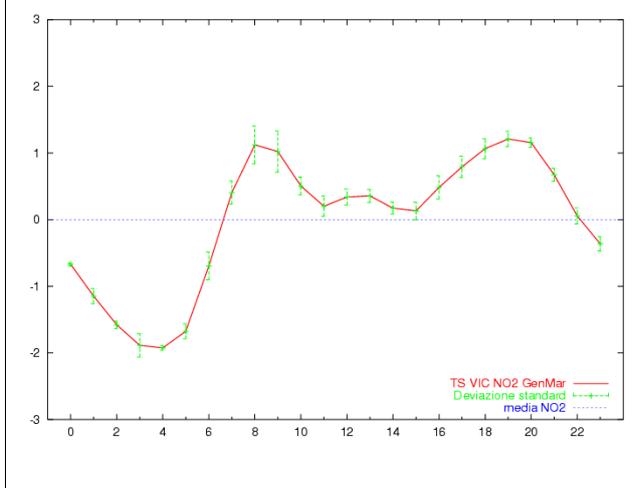
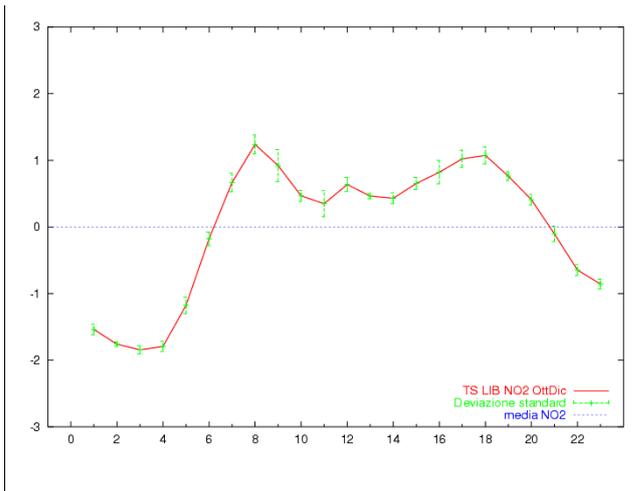
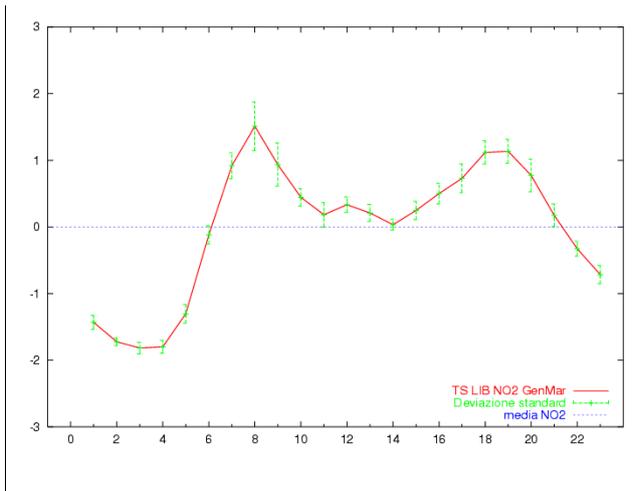
L'andamento settimanale del biossido di azoto, invece, mostra una chiara diminuzione nel fine settimana, in particolare nella giornata di domenica. Specie nel periodo da Ottobre a Dicembre, inoltre, molte stazioni di monitoraggio mostrano una tendenza alla lenta crescita passando da lunedì al giovedì per poi tornare a decrescere il venerdì. Questa crescita, dell'ordine di una deviazione standard in quattro giorni, può essere interpretata come la propensione all'accumulo dell'inquinante nei mesi in questione, a parità di determinanti meteorologici (in prima approssimazione non ci dovrebbe essere alcuna ciclicità settimanale) e di pressioni emmissive. Anche la diminuzione nella concentrazione media giornaliera di NO₂ che si osserva passando da venerdì a sabato e successivamente alla domenica si può interpretare come una diminuzione nella pressione emissiva. In questo caso, mediamente, la diminuzione tra le concentrazioni medie giornaliere passando da venerdì a sabato e domenica risulta essere dell'ordine di una deviazione standard.

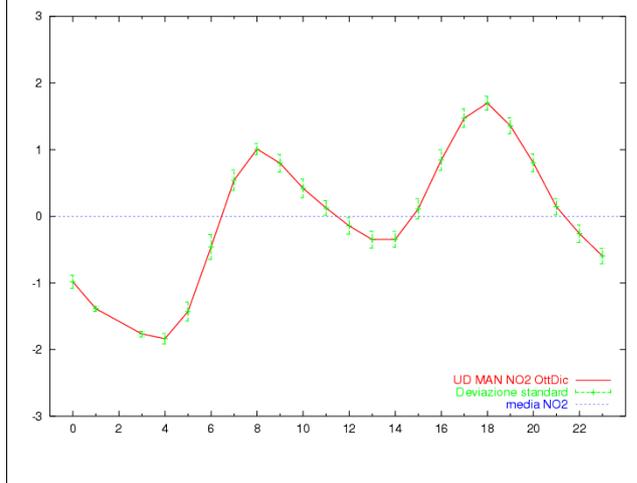
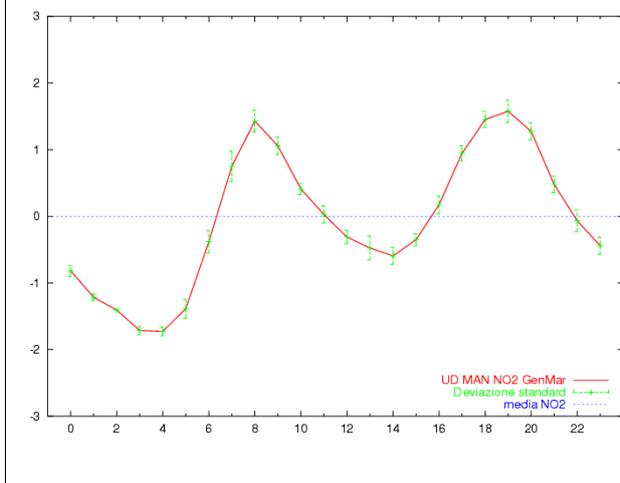
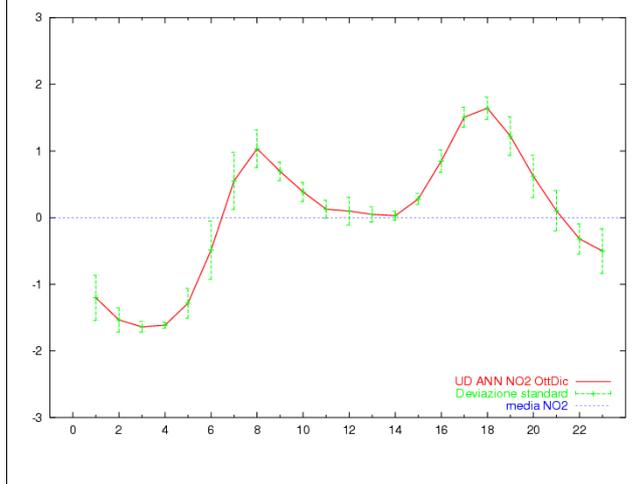
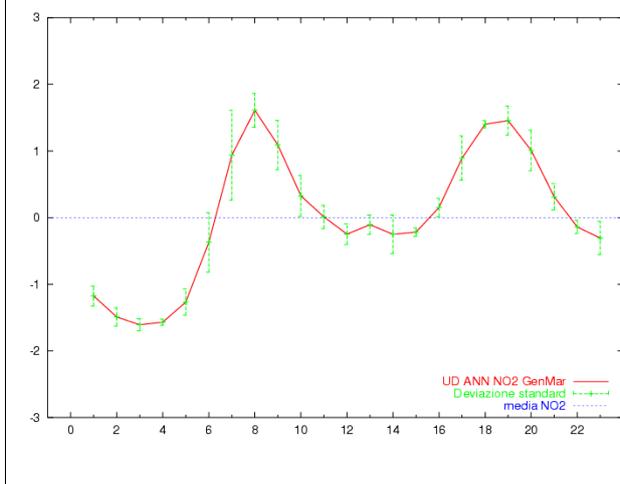
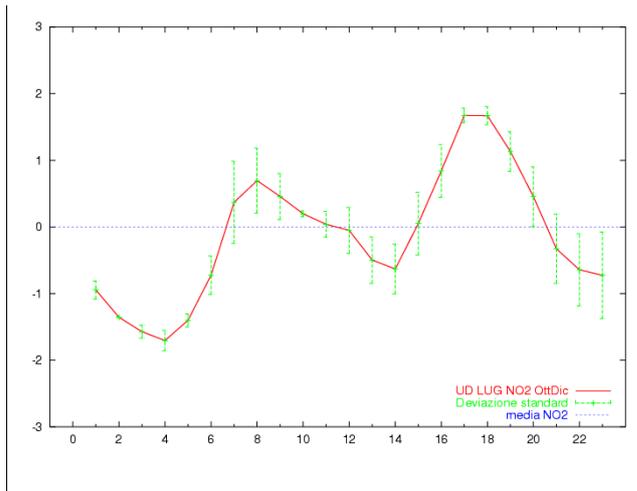
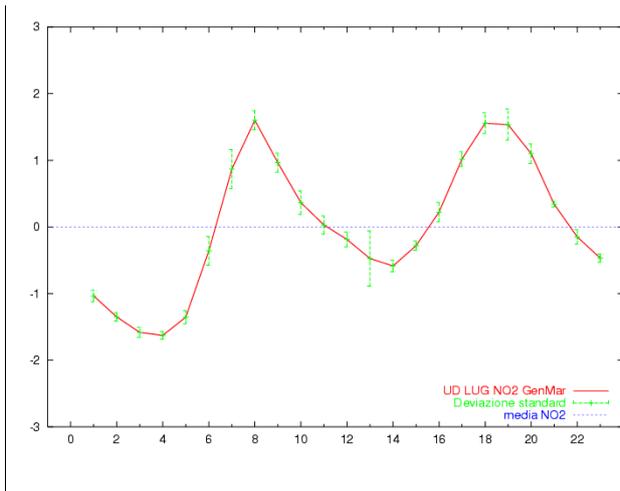
In generale, le distinzioni tra le diverse tipologie di ambiente ("traffico", "industriale", "fondo") non sono facilmente distinguibili tra di loro mediante il solo comportamento normalizzato orario o settimanale anche perché risulta piuttosto ampia la differenziazione all'interno di un medesimo ambiente.

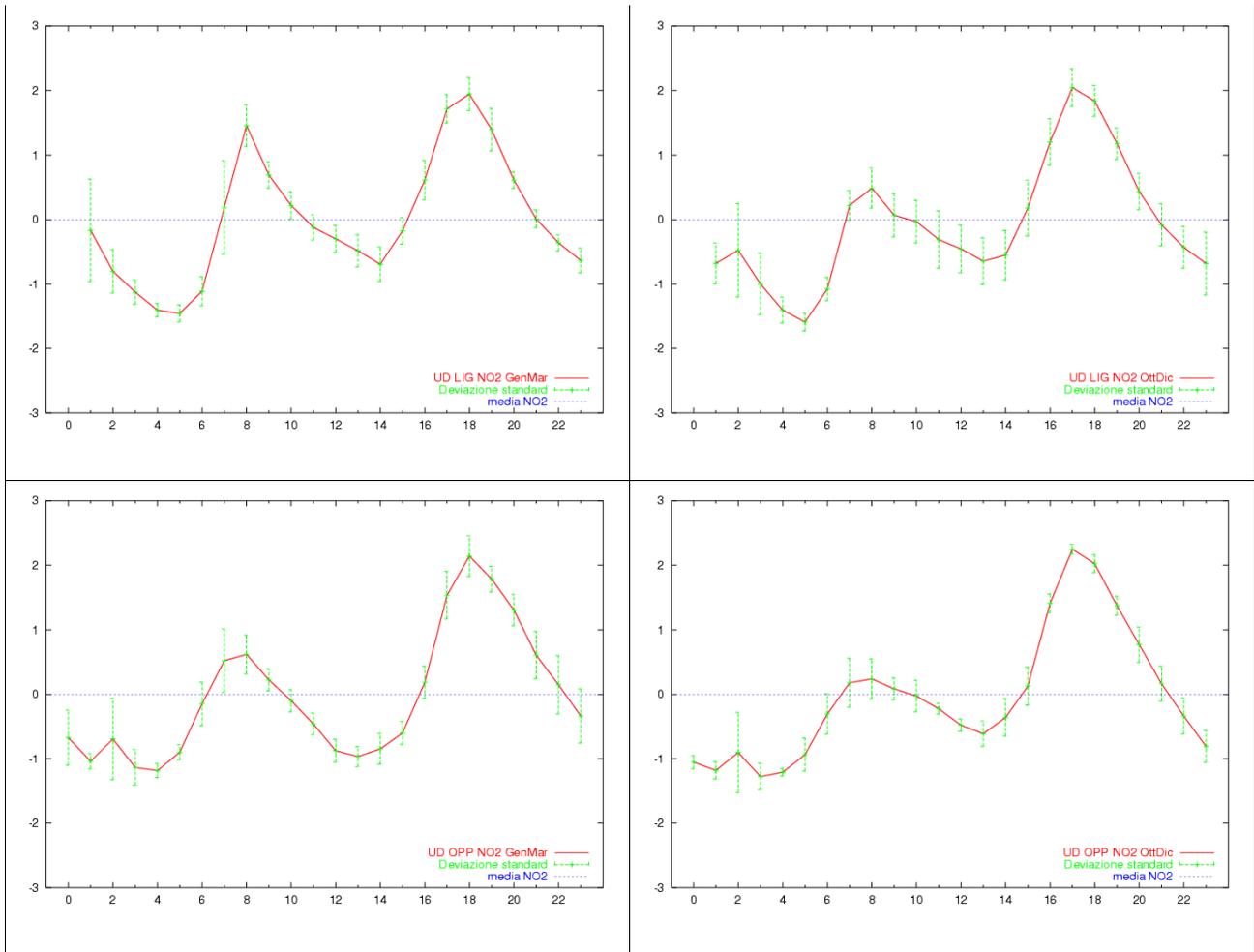
Andamento medio orario normalizzato negli anni 2005-2009 delle concentrazioni orarie di biossido di azoto relative all'ambiente "traffico". La normale variabilità (deviazione standard) viene indicata dalla barra verticale. La colonna di sinistra indica il periodo compreso nei mesi da Gennaio a Marzo, la colonna di destra indica il periodo compreso nei mesi da Ottobre a Dicembre.



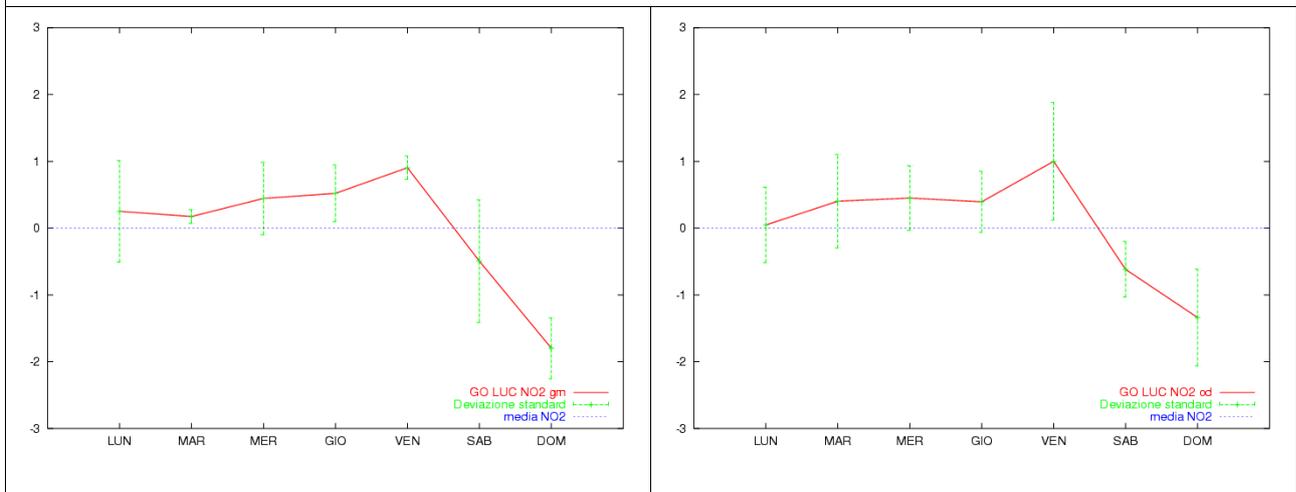


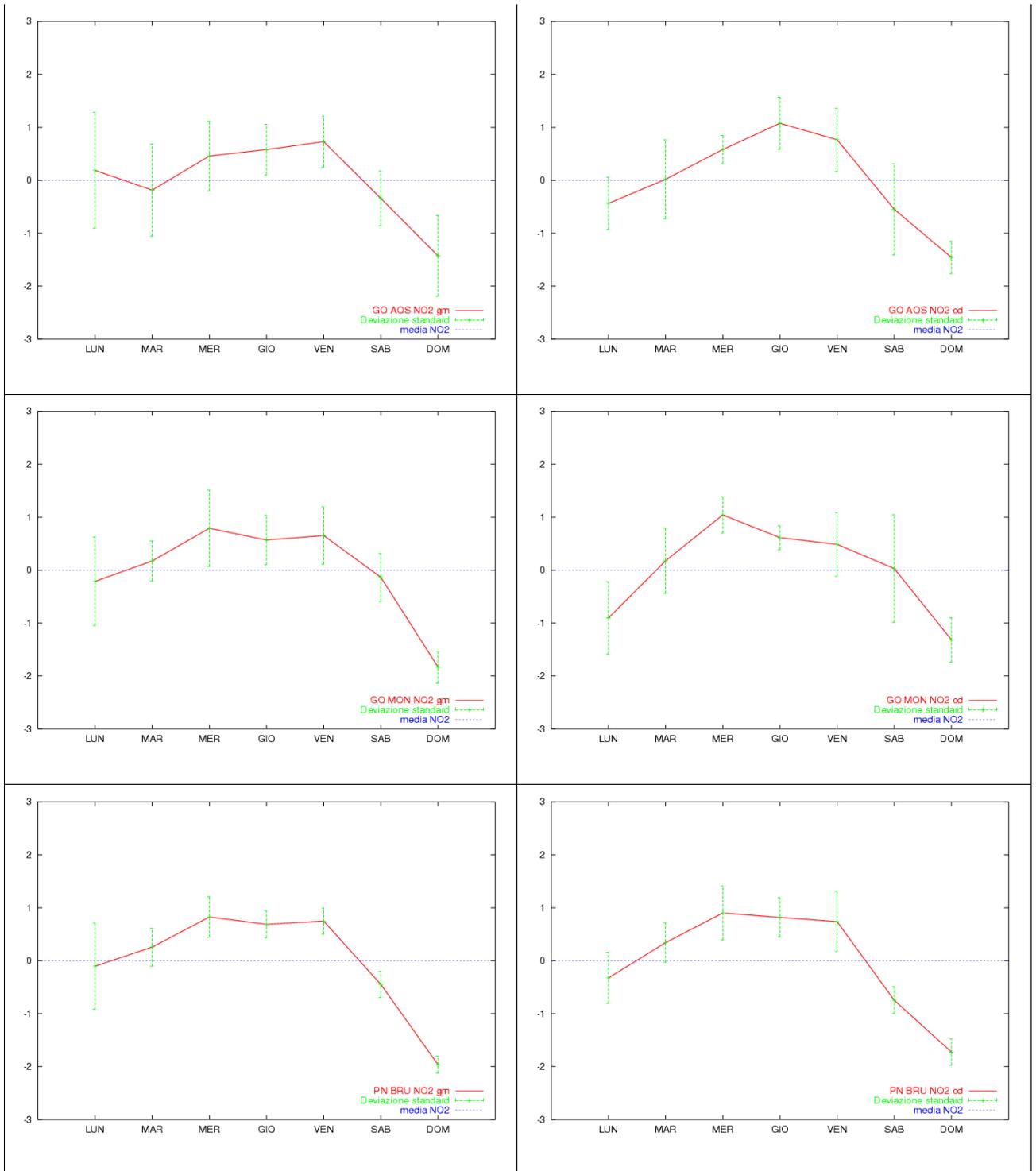


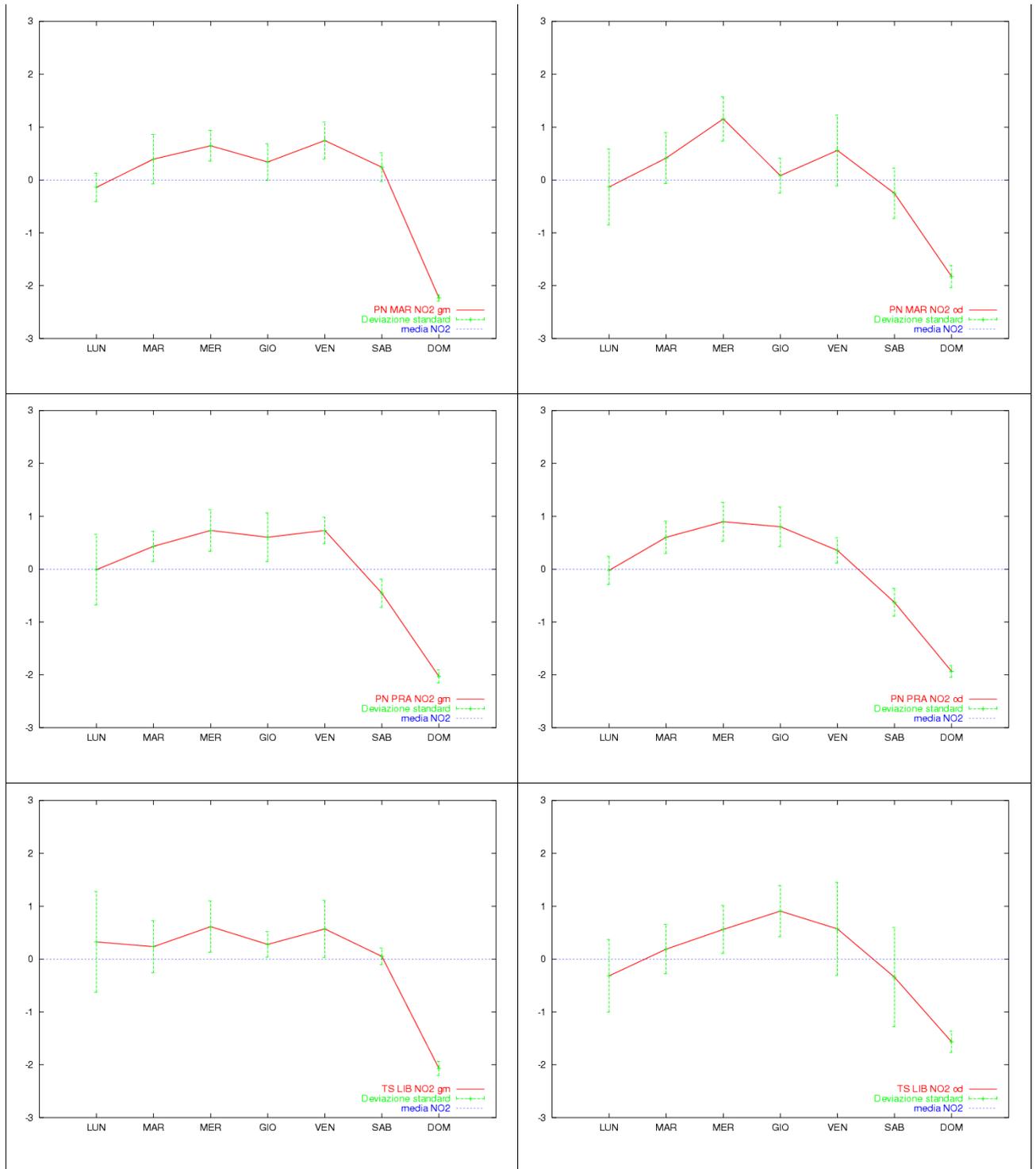


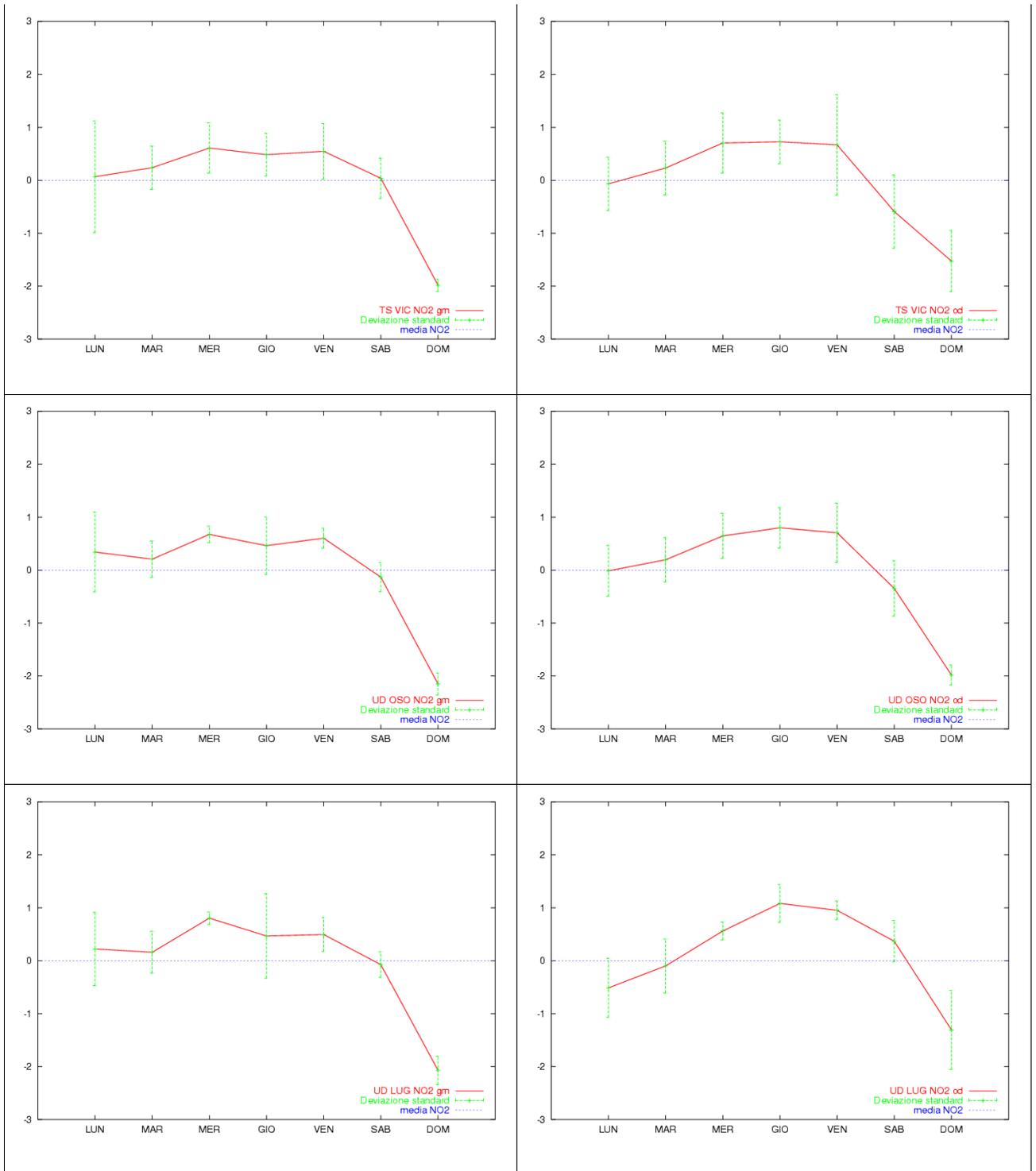


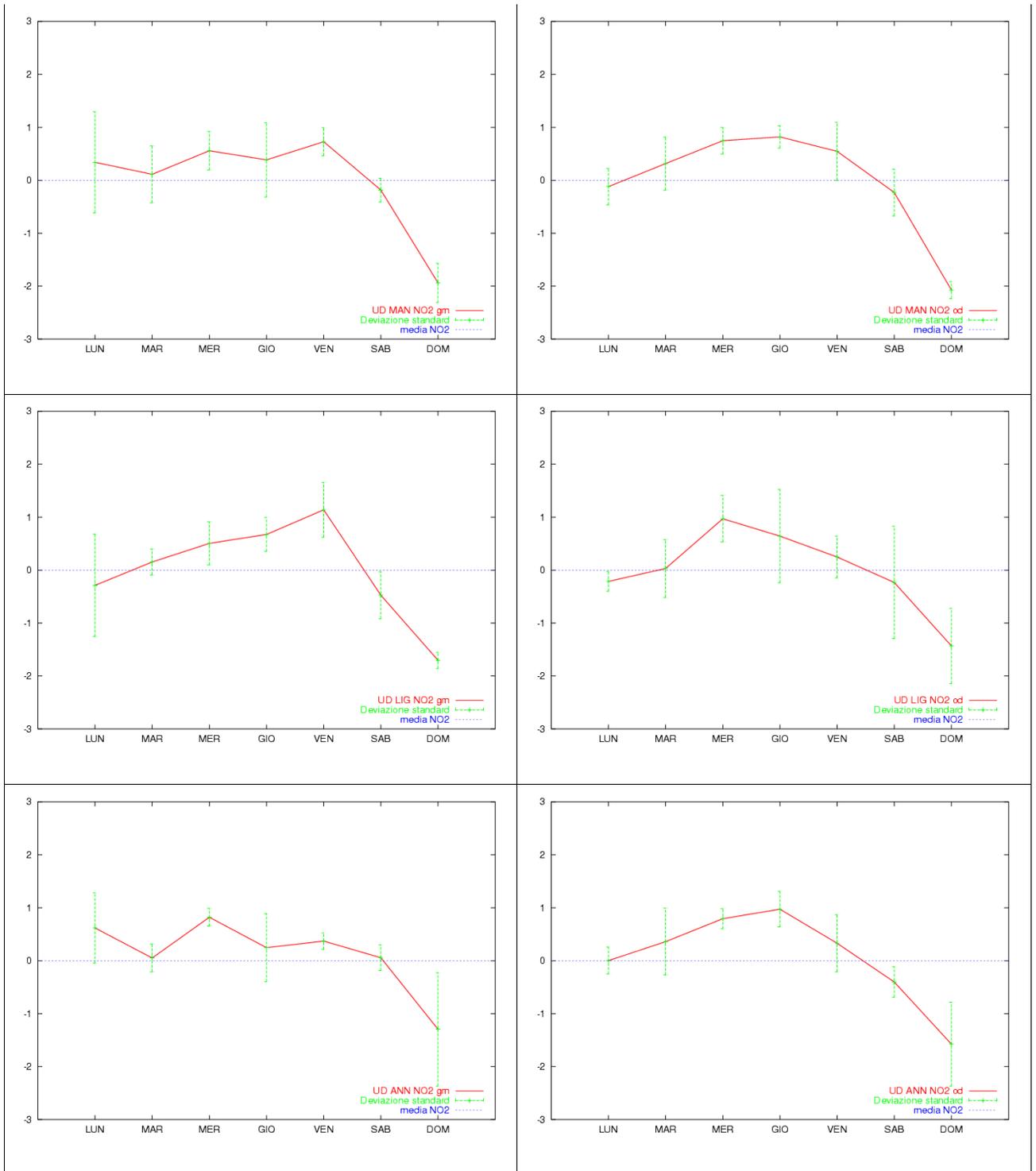
Andamento medio settimanale normalizzato negli anni 2005-2009 delle concentrazioni giornaliere di biossido di azoto relative all'ambiente "traffico". La normale variabilità (deviazione standard) viene indicata dalla barra verticale. La colonna di sinistra indica il periodo compreso nei mesi da Gennaio a Marzo, la colonna di destra indica il periodo compreso nei mesi da Ottobre a Dicembre.

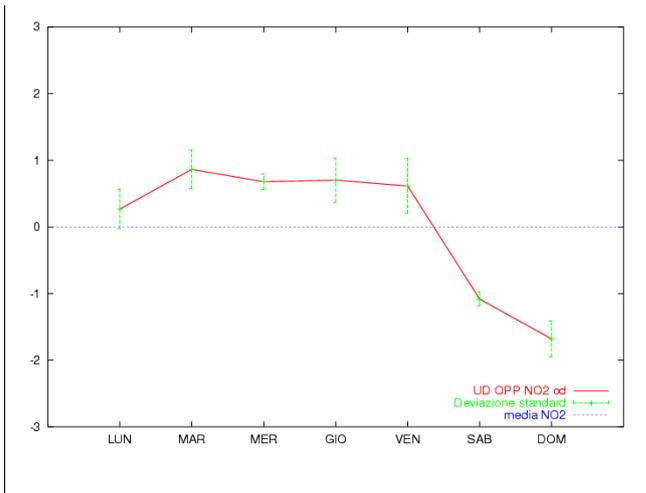
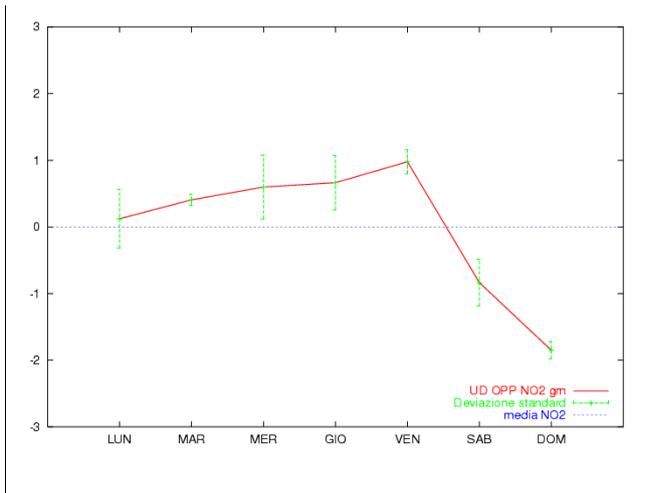




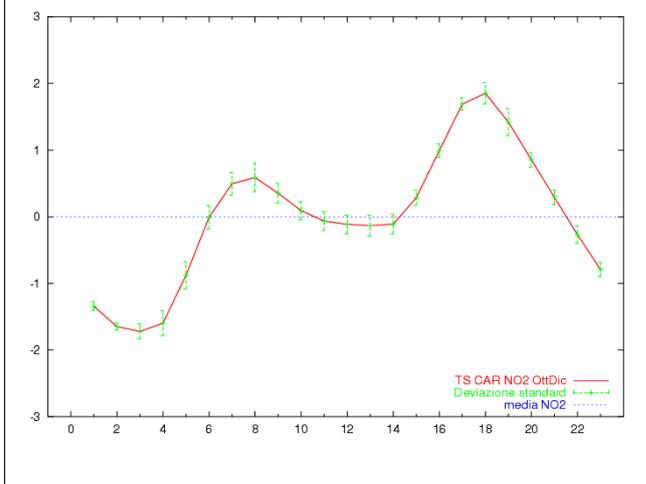
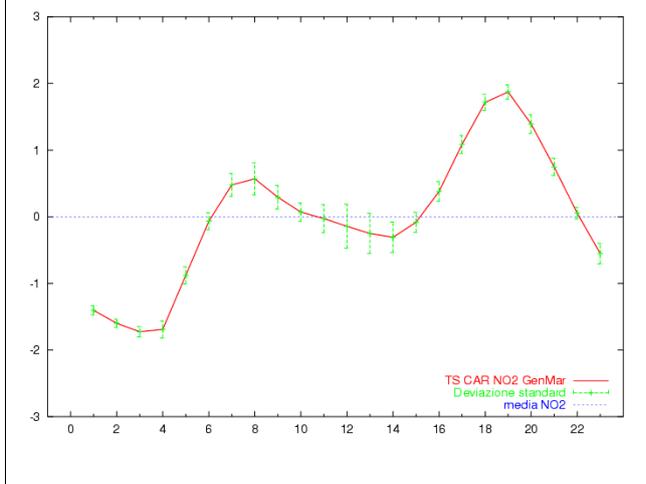
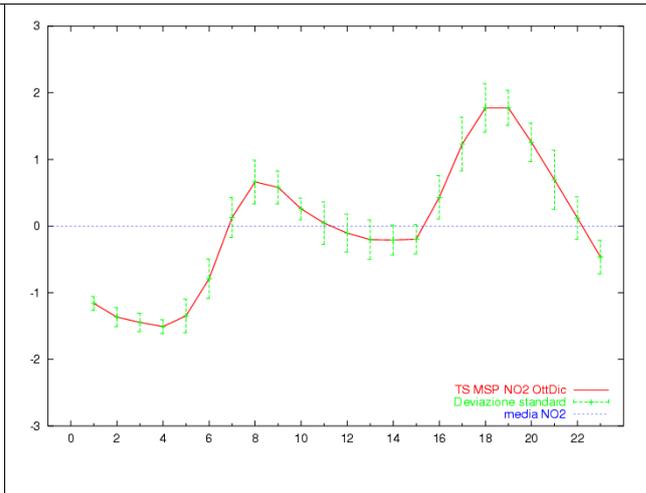
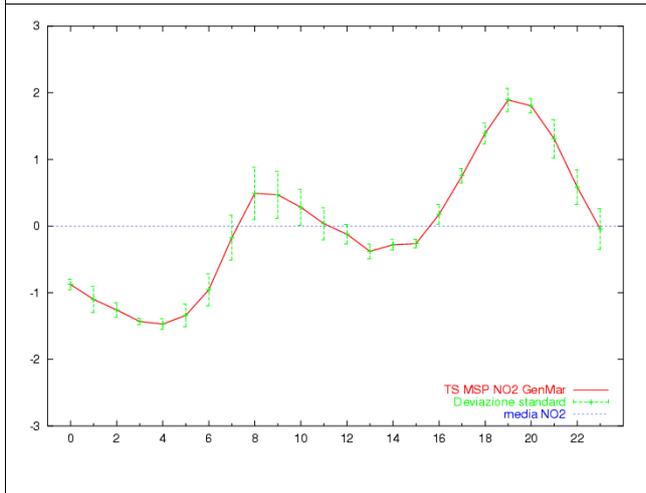


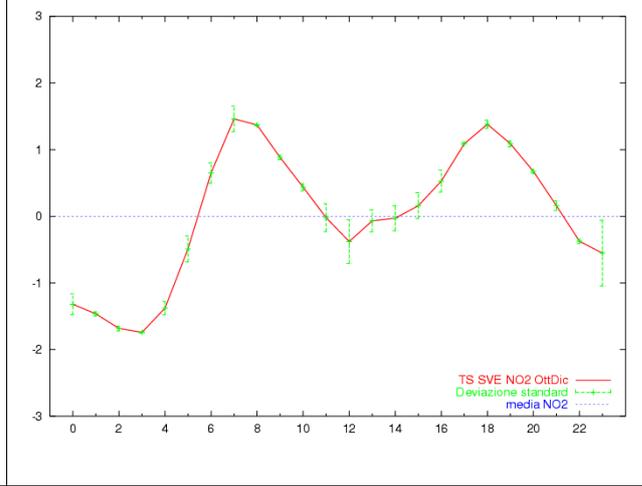
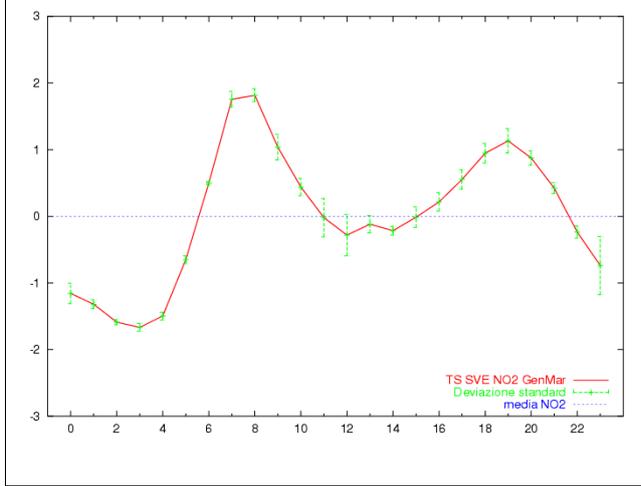
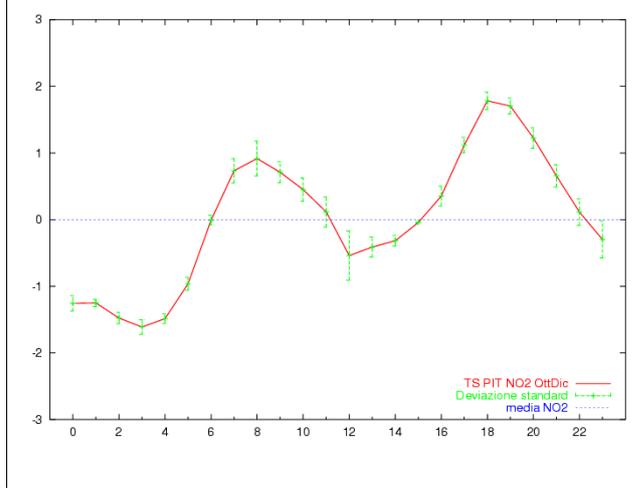
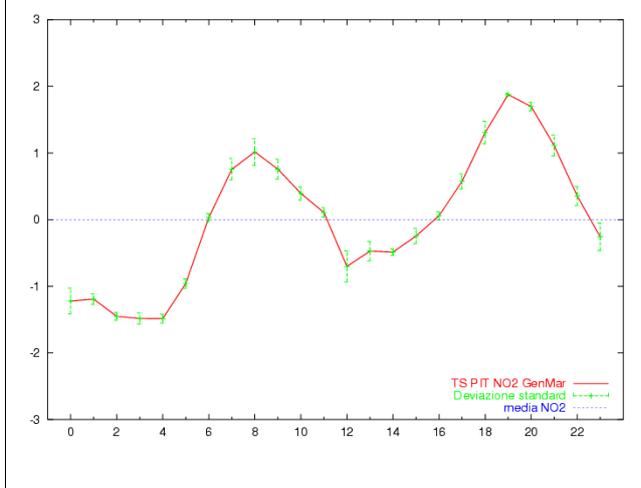
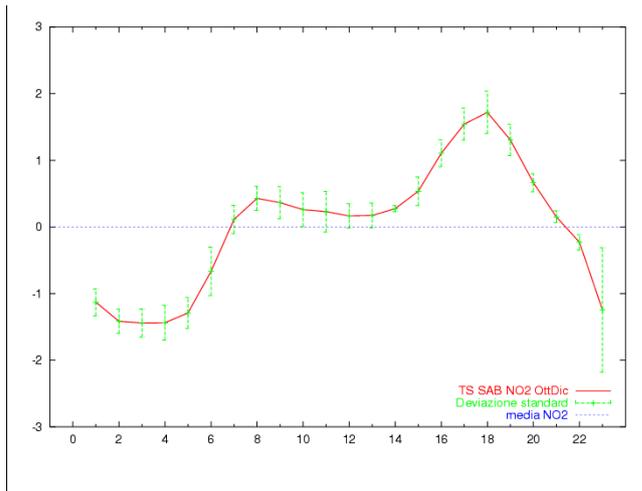
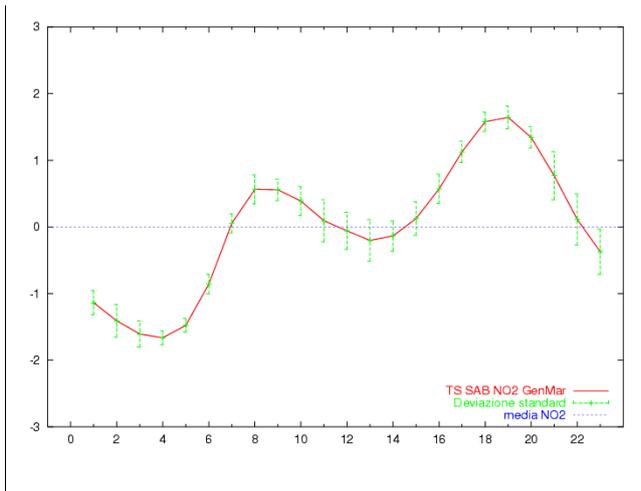


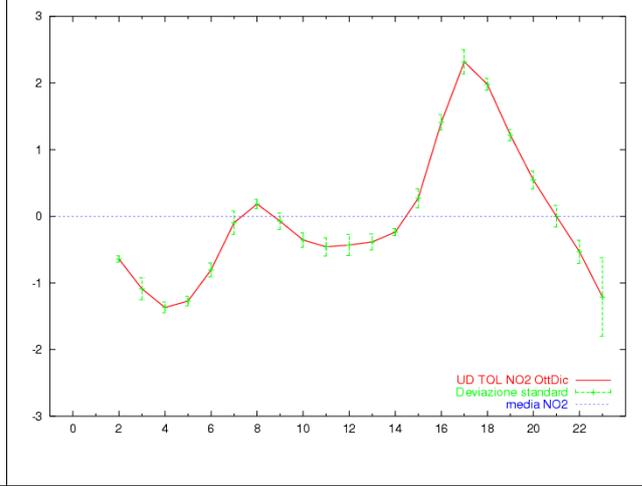
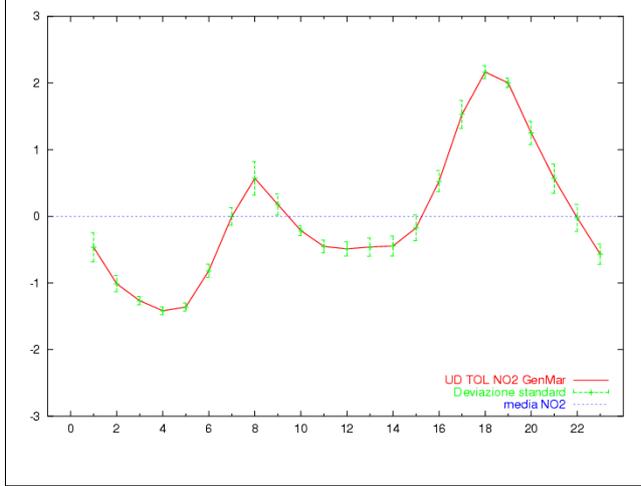
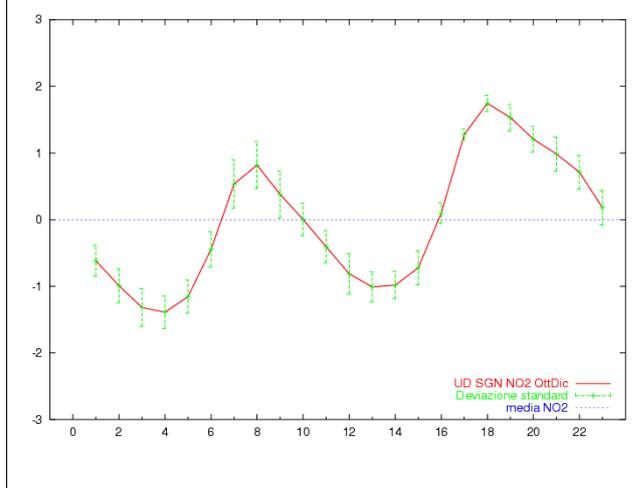
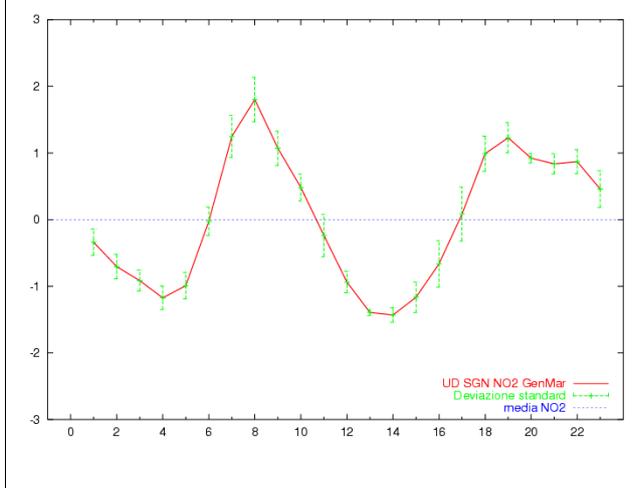
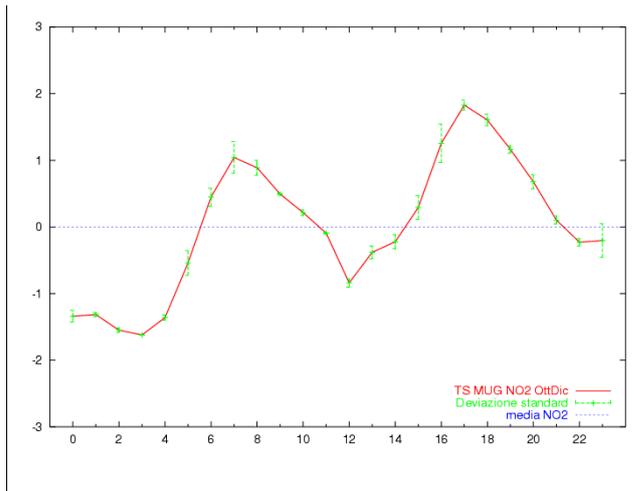
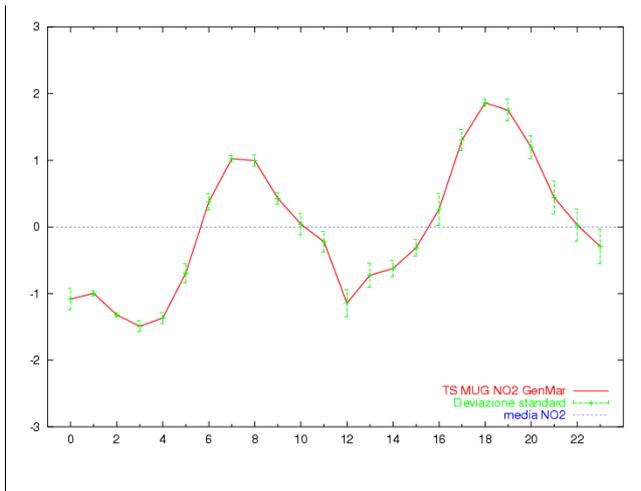


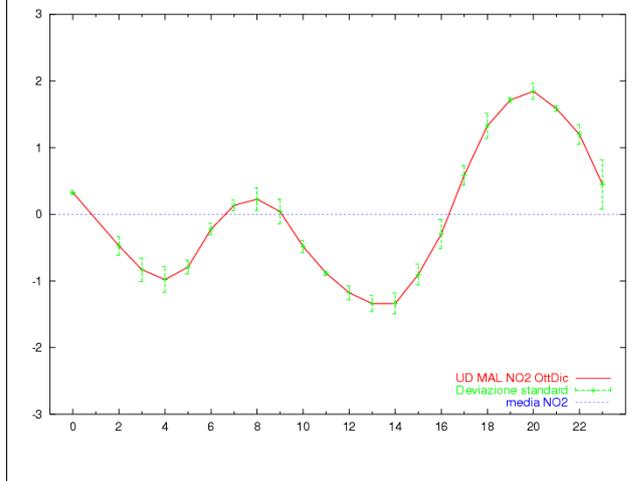
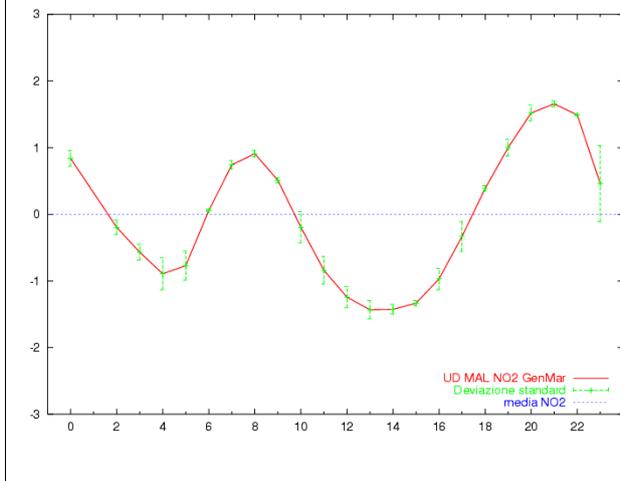
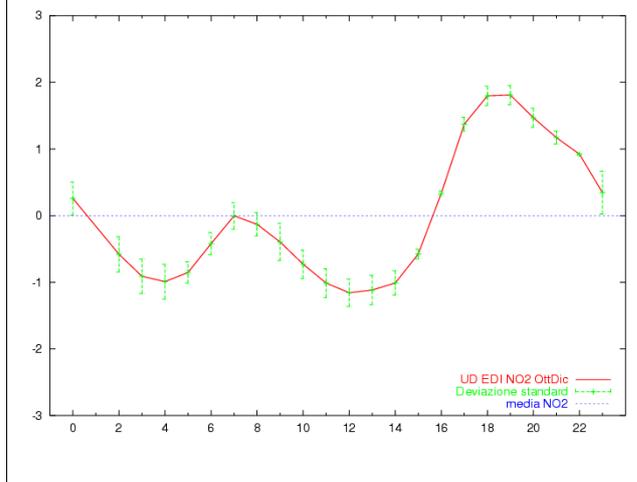
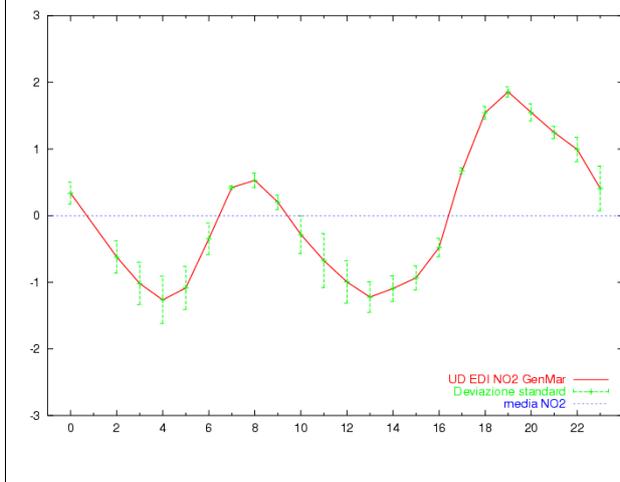
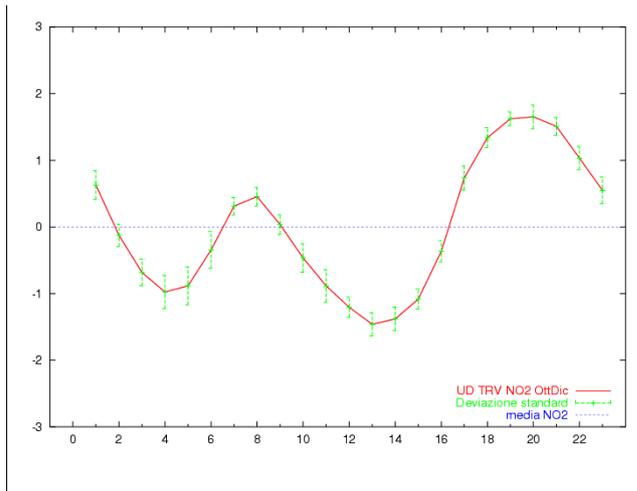
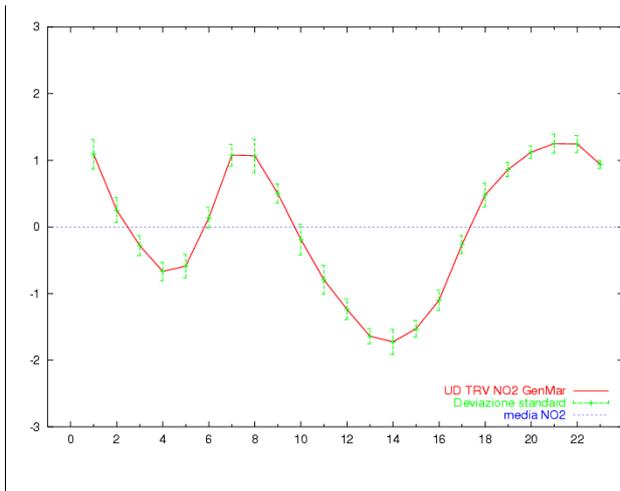


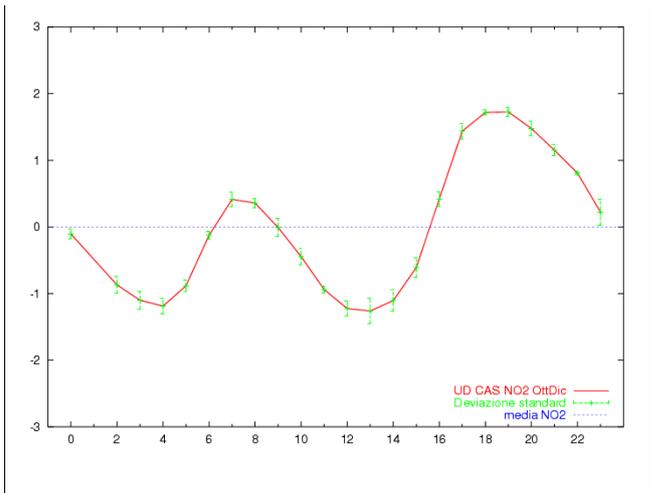
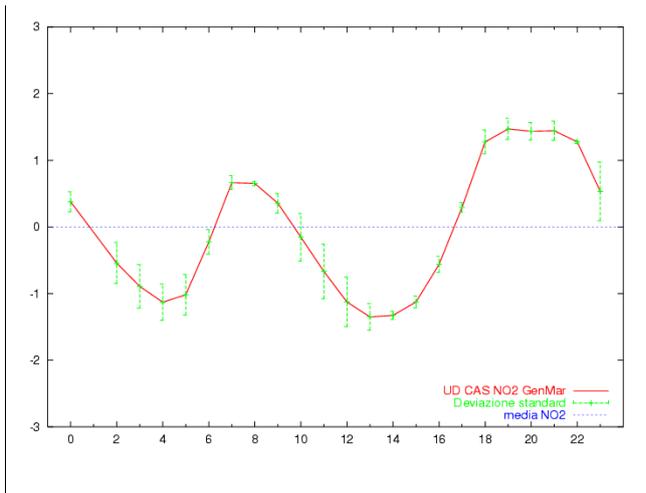
Andamento medio giornaliero normalizzato negli anni 2005-2009 delle concentrazioni orarie di biossido di azoto relative all'ambiente "industriale". La normale variabilità (deviazione standard) viene indicata dalla barra verticale. La colonna di sinistra indica il periodo compreso nei mesi da Gennaio a Marzo, la colonna di destra indica il periodo compreso nei mesi da Ottobre a Dicembre.



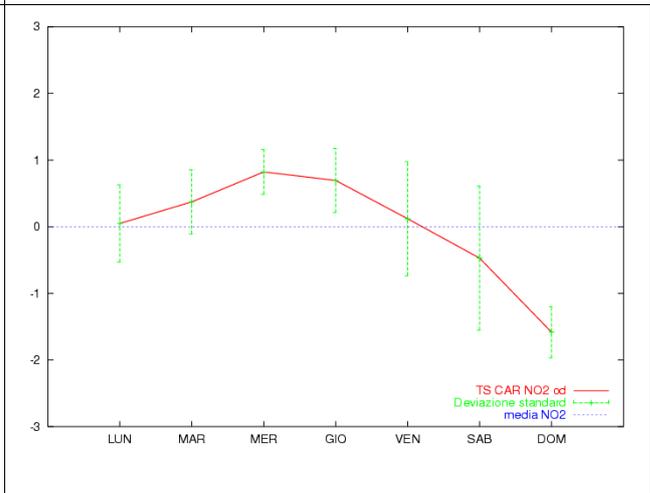
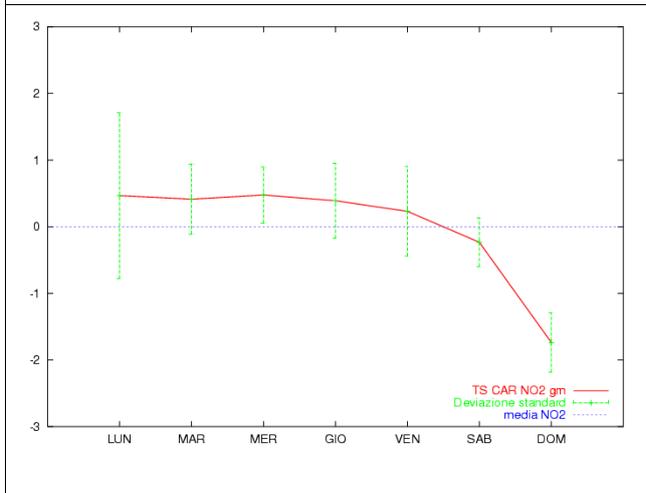
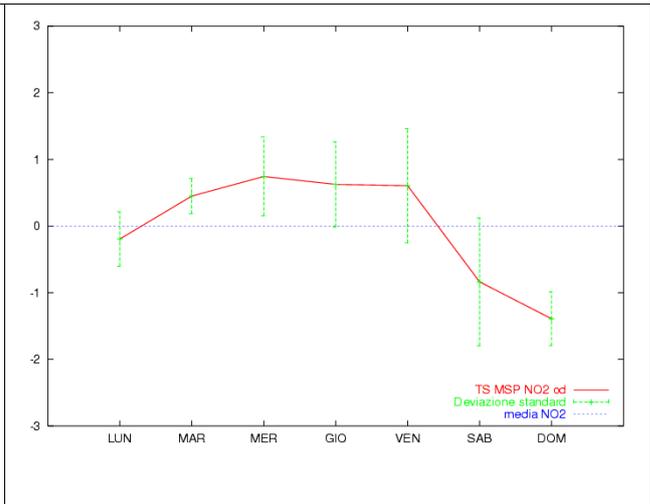
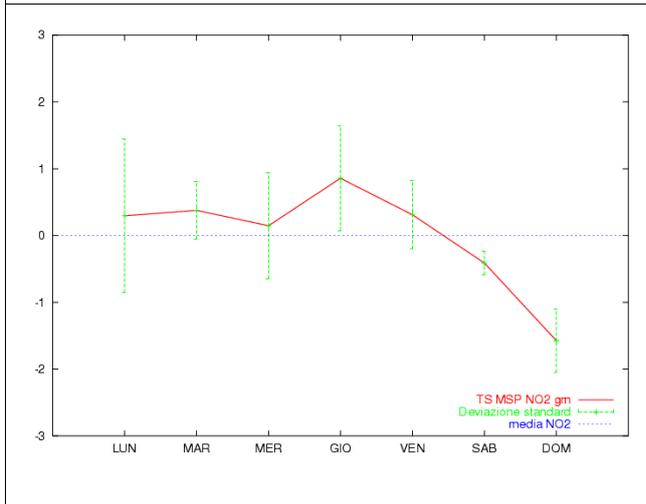


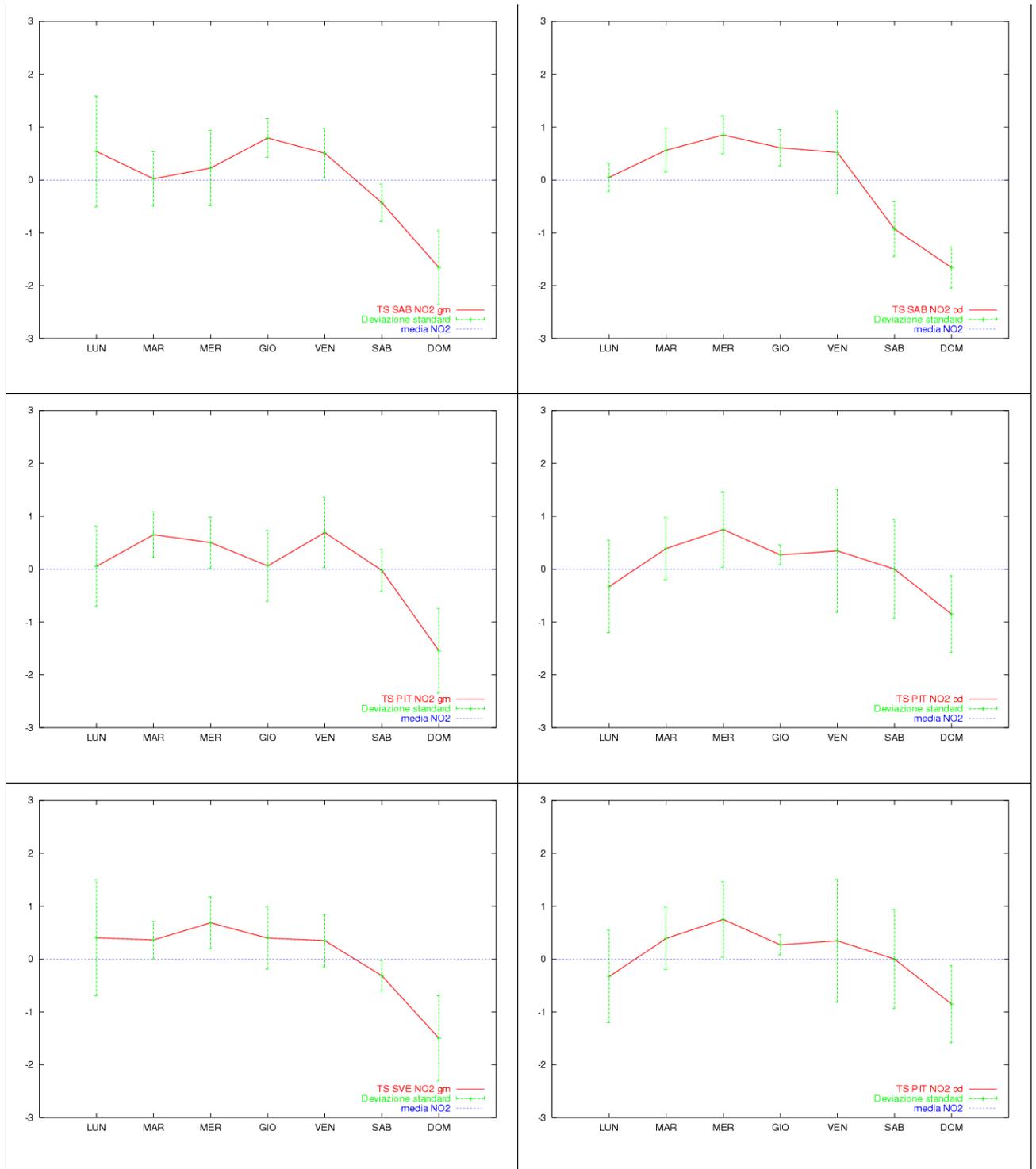


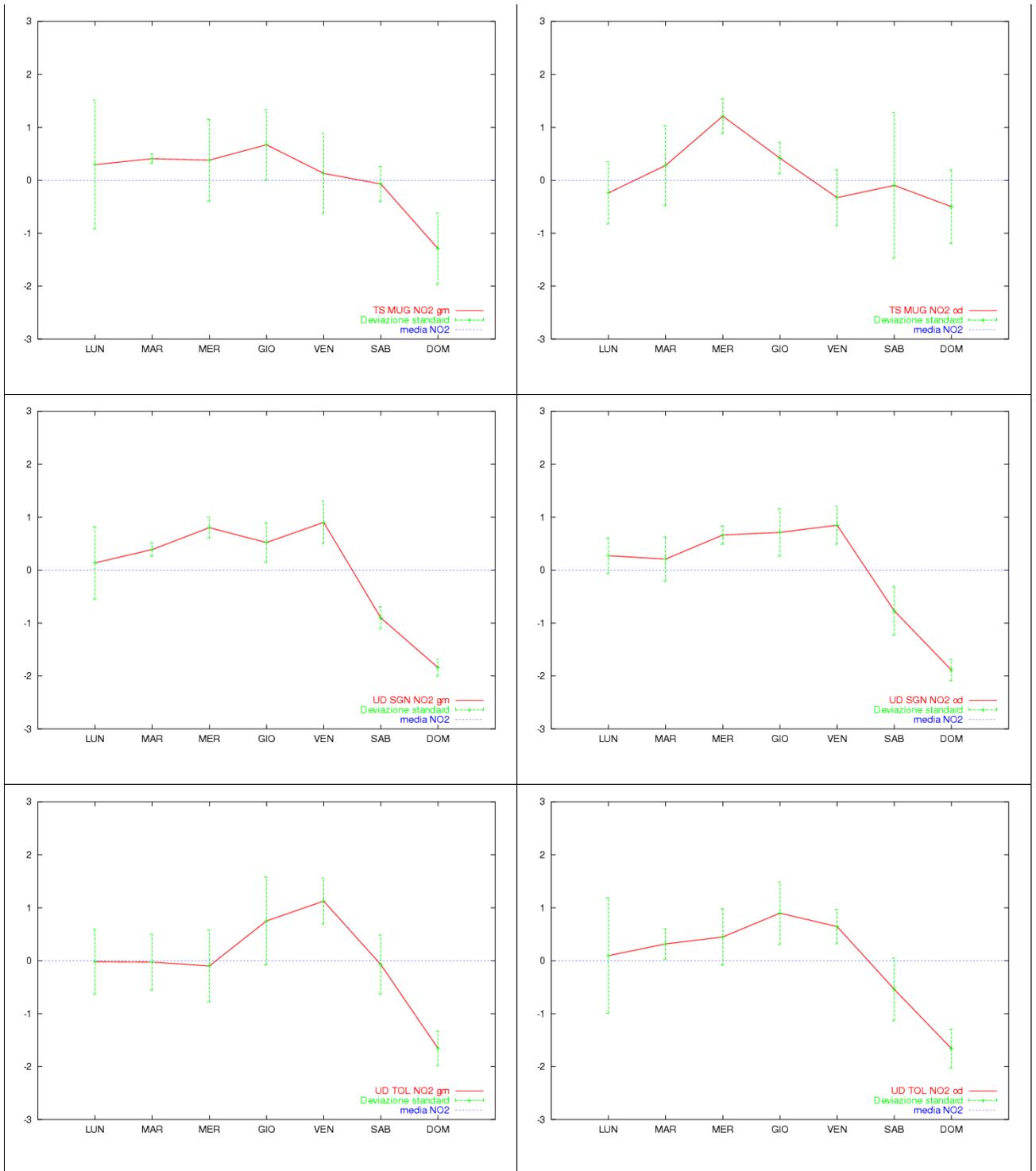


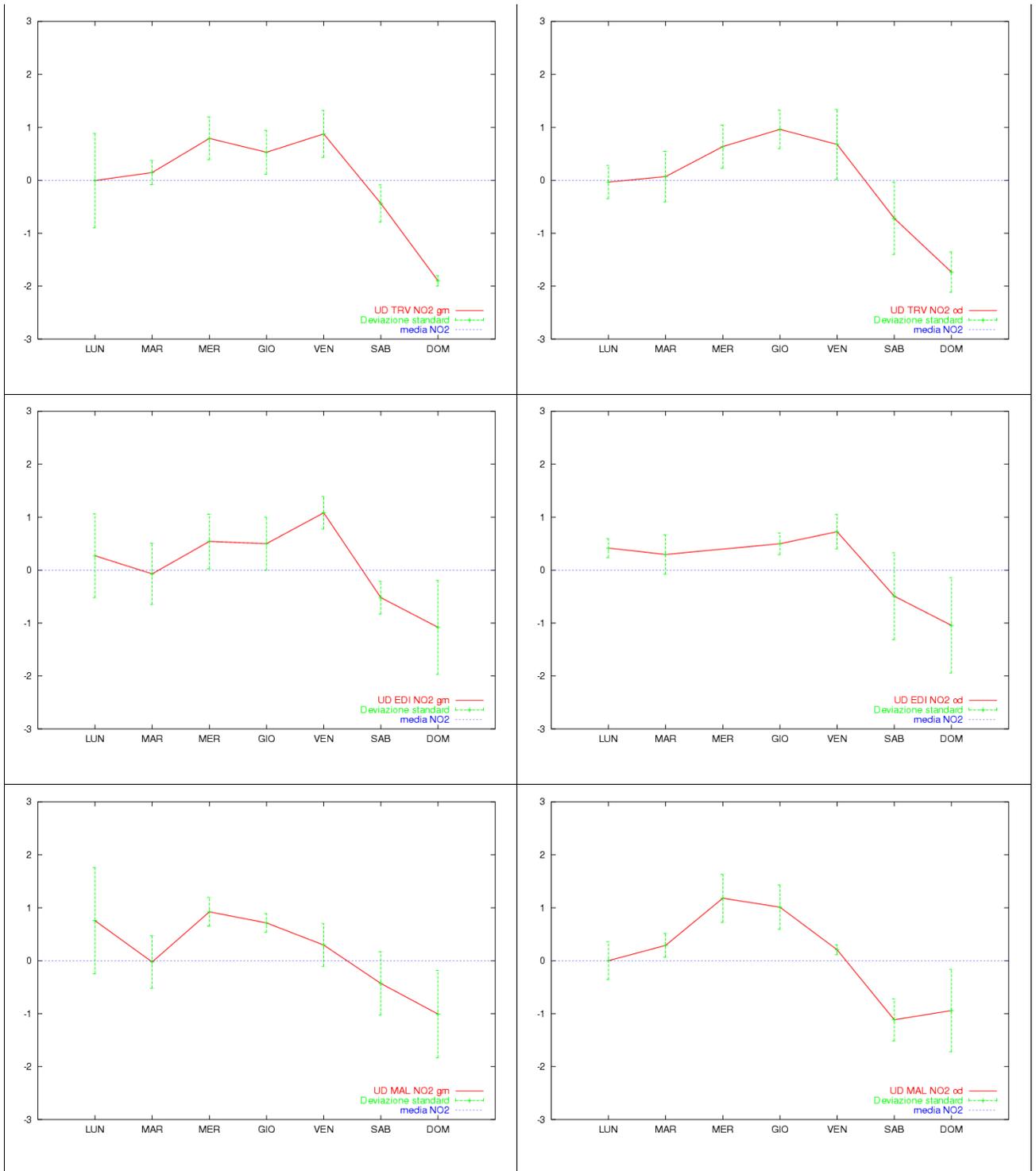


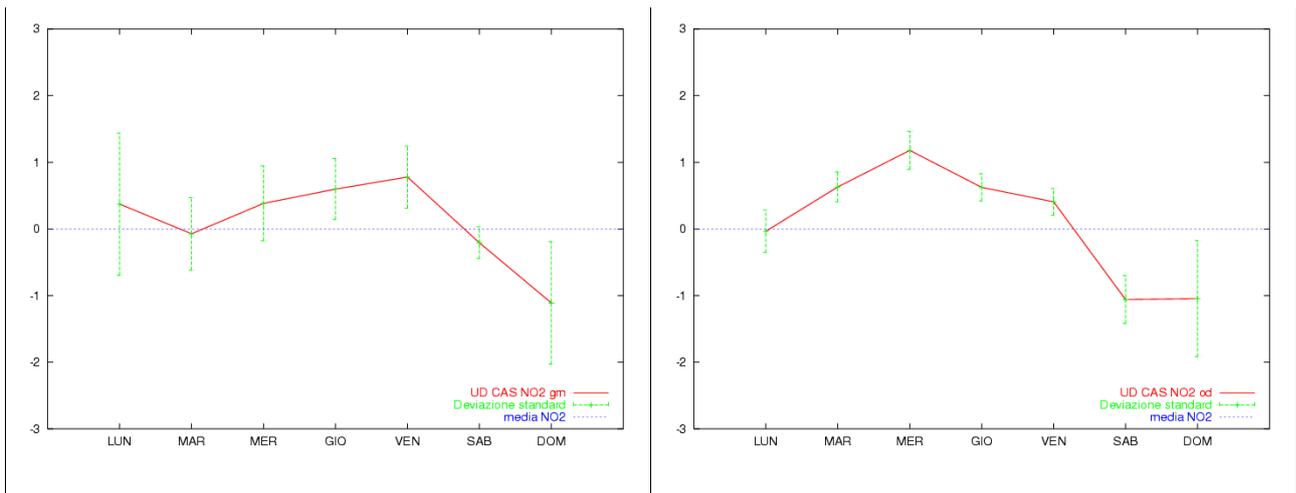
Andamento medio settimanale normalizzato negli anni 2005-2009 delle concentrazioni giornaliere di biossido di azoto relative all'ambiente "industriale". La normale variabilità (deviazione standard) viene indicata dalla barra verticale. La colonna di sinistra indica il periodo compreso nei mesi da Gennaio a Marzo, la colonna di destra indica il periodo compreso nei mesi da Ottobre a Dicembre.



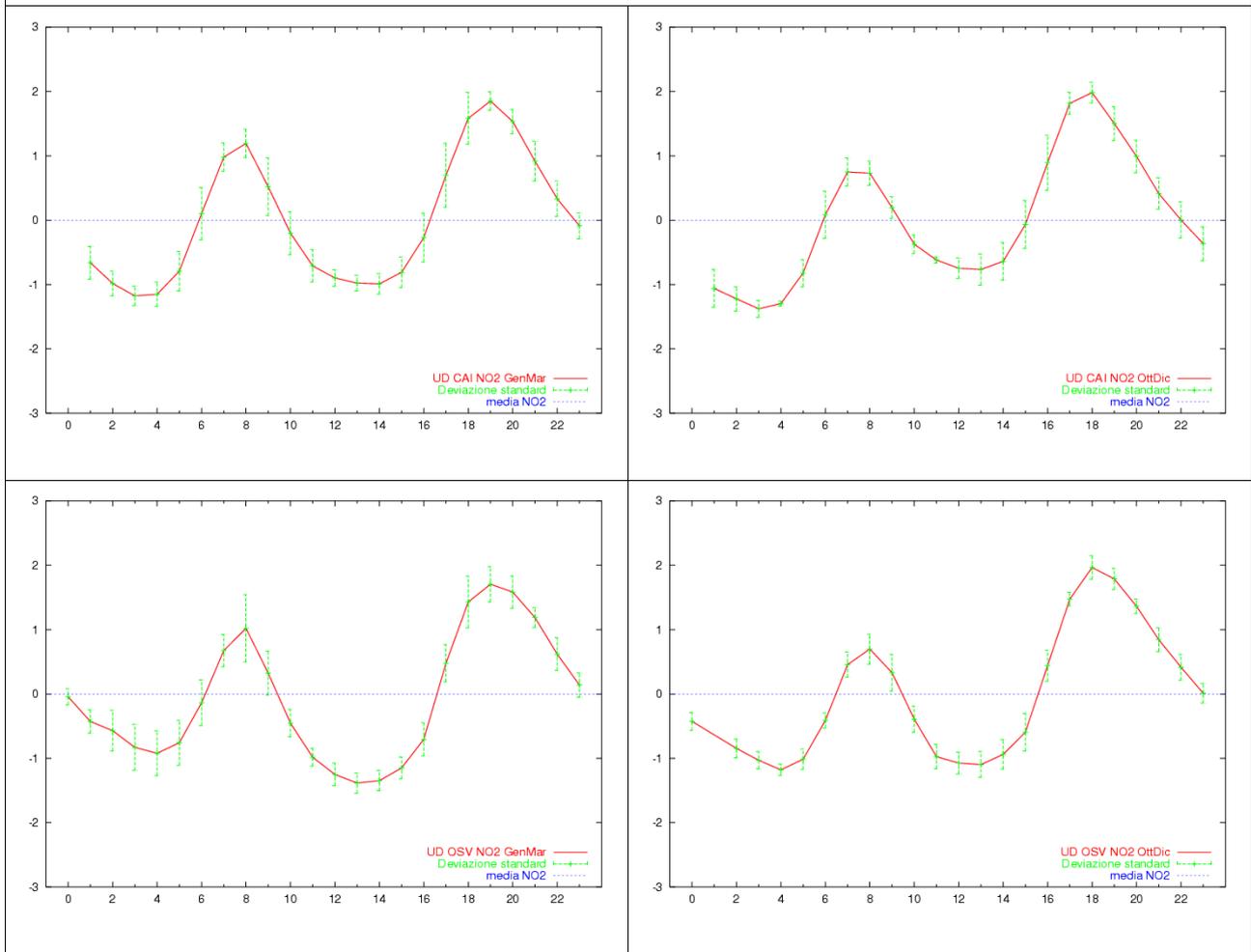


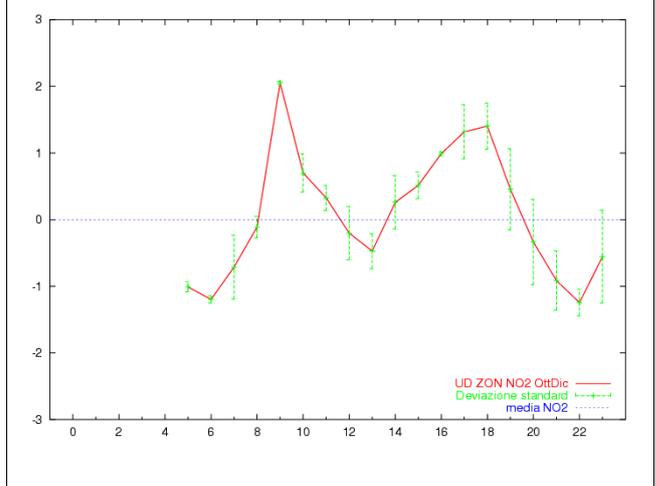
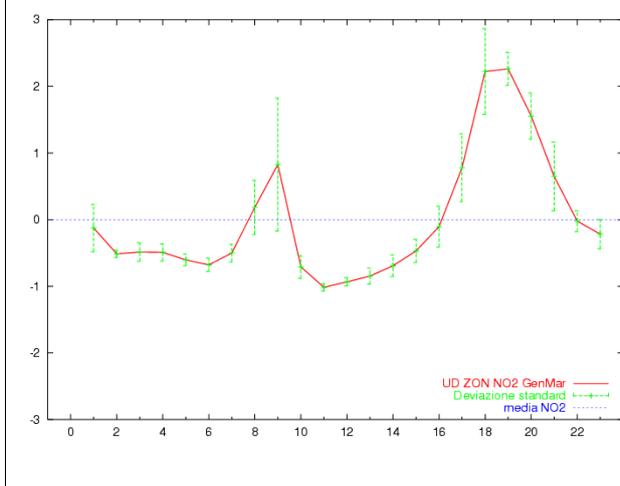
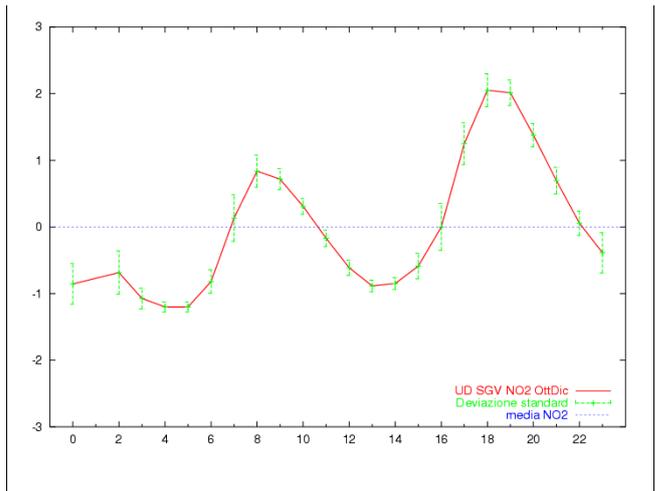
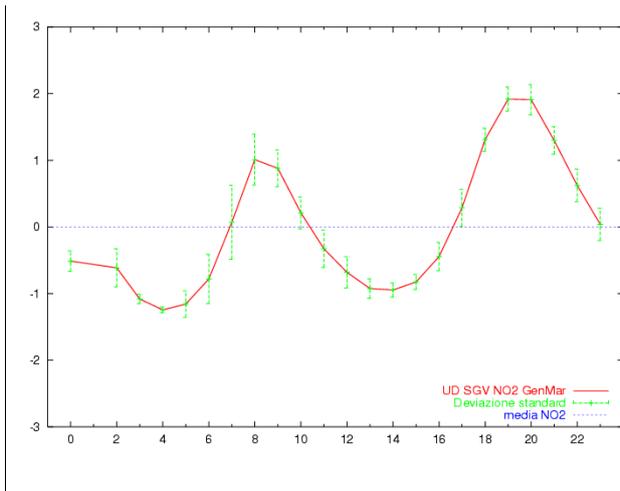




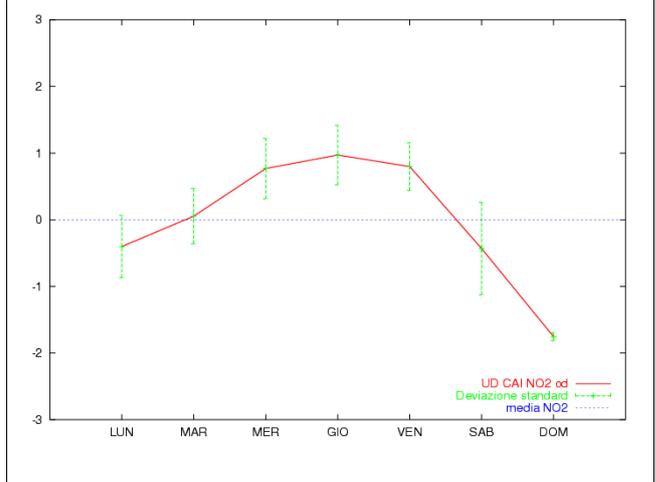
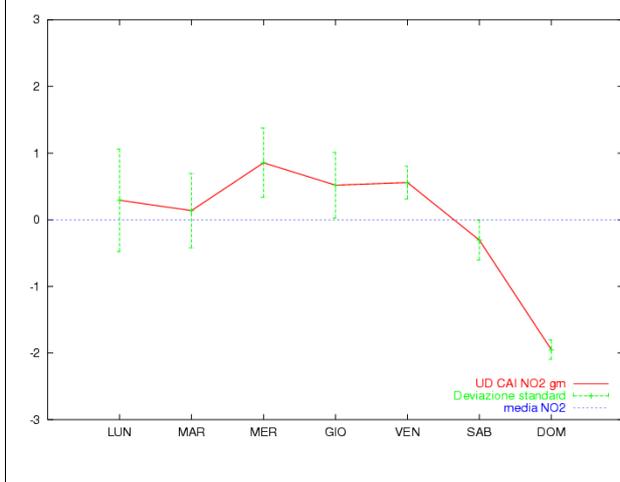


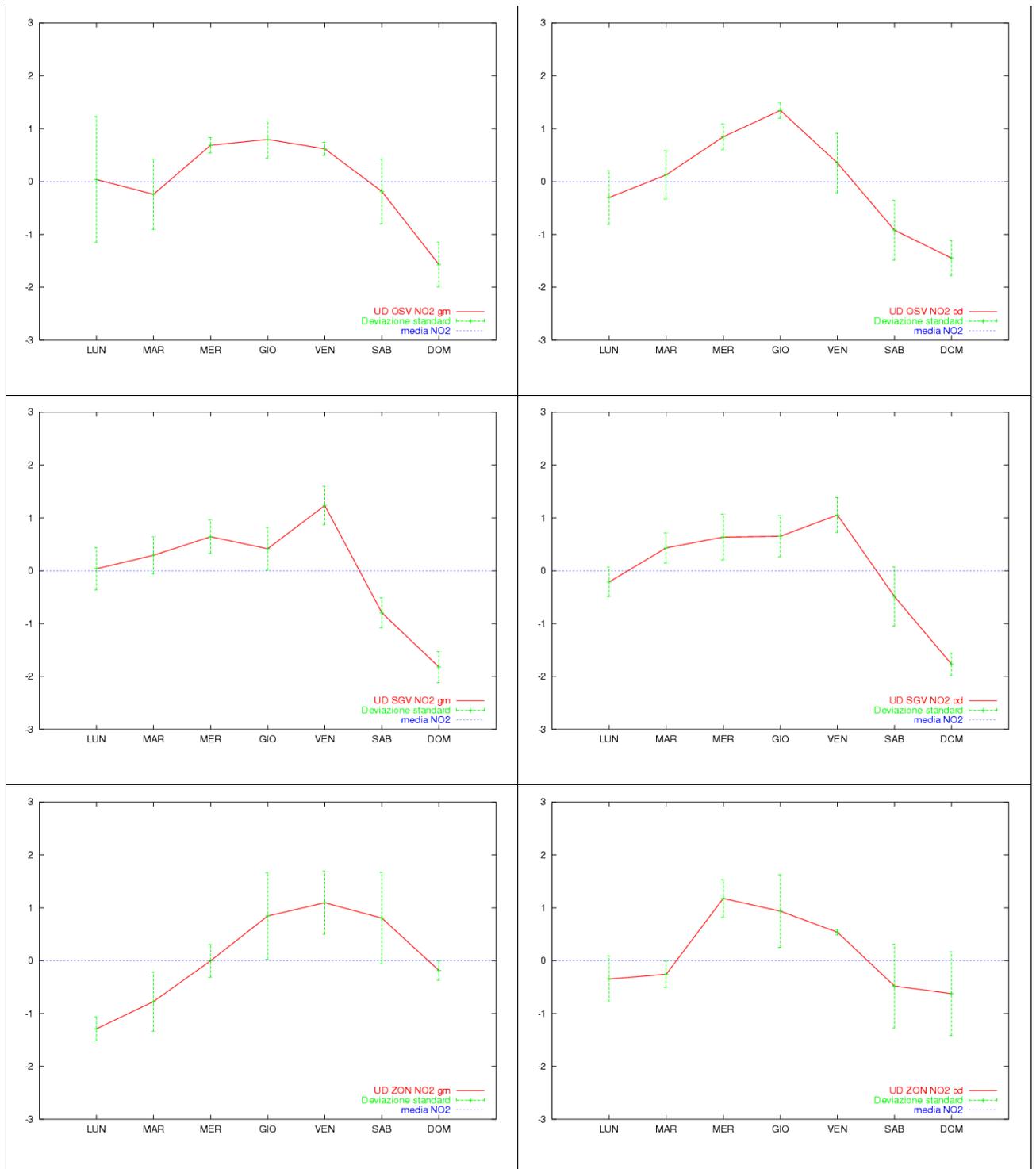
Andamento medio giornaliero normalizzato negli anni 2005-2009 delle concentrazioni orarie di biossido di azoto relative all'ambiente "fondo". La normale variabilità (deviazione standard) viene indicata dalla barra verticale. La colonna di sinistra indica il periodo compreso nei mesi da Gennaio a Marzo, la colonna di destra indica il periodo compreso nei mesi da Ottobre a Dicembre.





Andamento medio settimanale normalizzato negli anni 2005-2009 delle concentrazioni giornaliere di biossido di azoto relative all'ambiente "fondo". La normale variabilità (deviazione standard) viene indicata dalla barra verticale. La colonna di sinistra indica il periodo compreso nei mesi da Gennaio a Marzo, la colonna di destra indica il periodo compreso nei mesi da Ottobre a Dicembre.





3.2.4 Il comportamento medio giornaliero e settimanale delle polveri sottili (PM10)

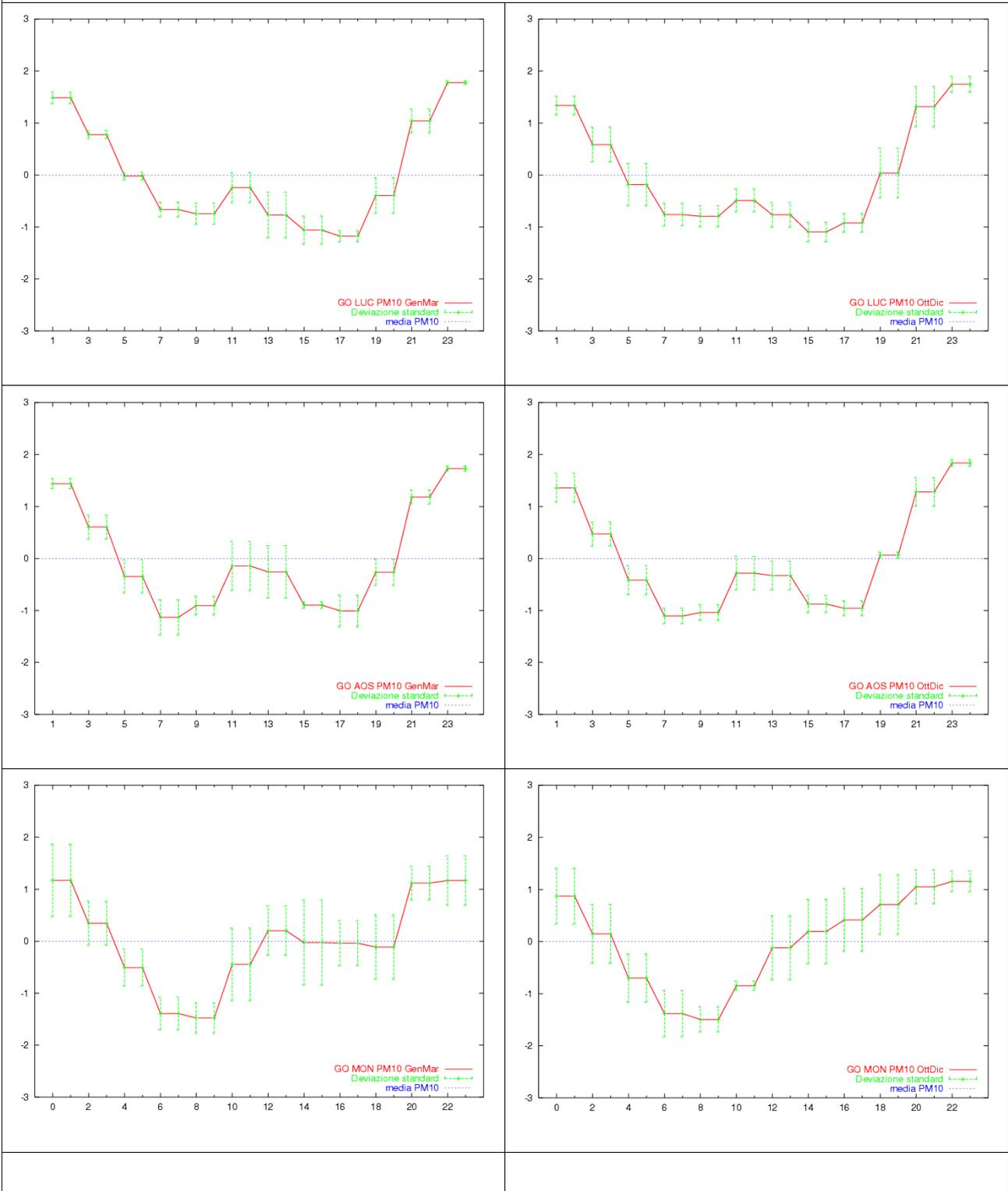
Per quanto riguarda l'analisi del materiale particolato sottile (PM10), questa viene circoscritta ai soli periodi che vanno da gennaio a marzo e da ottobre a dicembre in quanto questi sono i periodi nei quali vengono raggiunte le massime concentrazioni atmosferiche giornaliere di questo inquinante. L'andamento diurno del materiale particolato mostra quasi ovunque la presenza di due massimi, uno al mattino (indicativamente tra le ore 9 e 11 locali) e uno alla sera

(indicativamente tra le ore 20 e 22 locali). A differenza di quanto accade con il biossido di azoto, l'andamento diurno del materiale particolato presenta maggiori variazioni tra le diverse località anche a parità di tipologia di ambiente. In particolare, sembra che il massimo notturno nelle aree urbane del Goriziano e Pordenonese sia più spostato verso le 23-24 locali rispetto a quanto accade nelle altre aree urbane anche se la media bioraria anziché oraria delle stazioni del Pordenonese e Goriziano potrebbe in qualche modo influire su questo effetto. In ogni caso il massimo nella concentrazione notturna è sempre chiaramente molto maggiore del massimo diurno e, di fatto, è quello che maggiormente contribuisce al raggiungimento del valore medio giornaliero osservato.

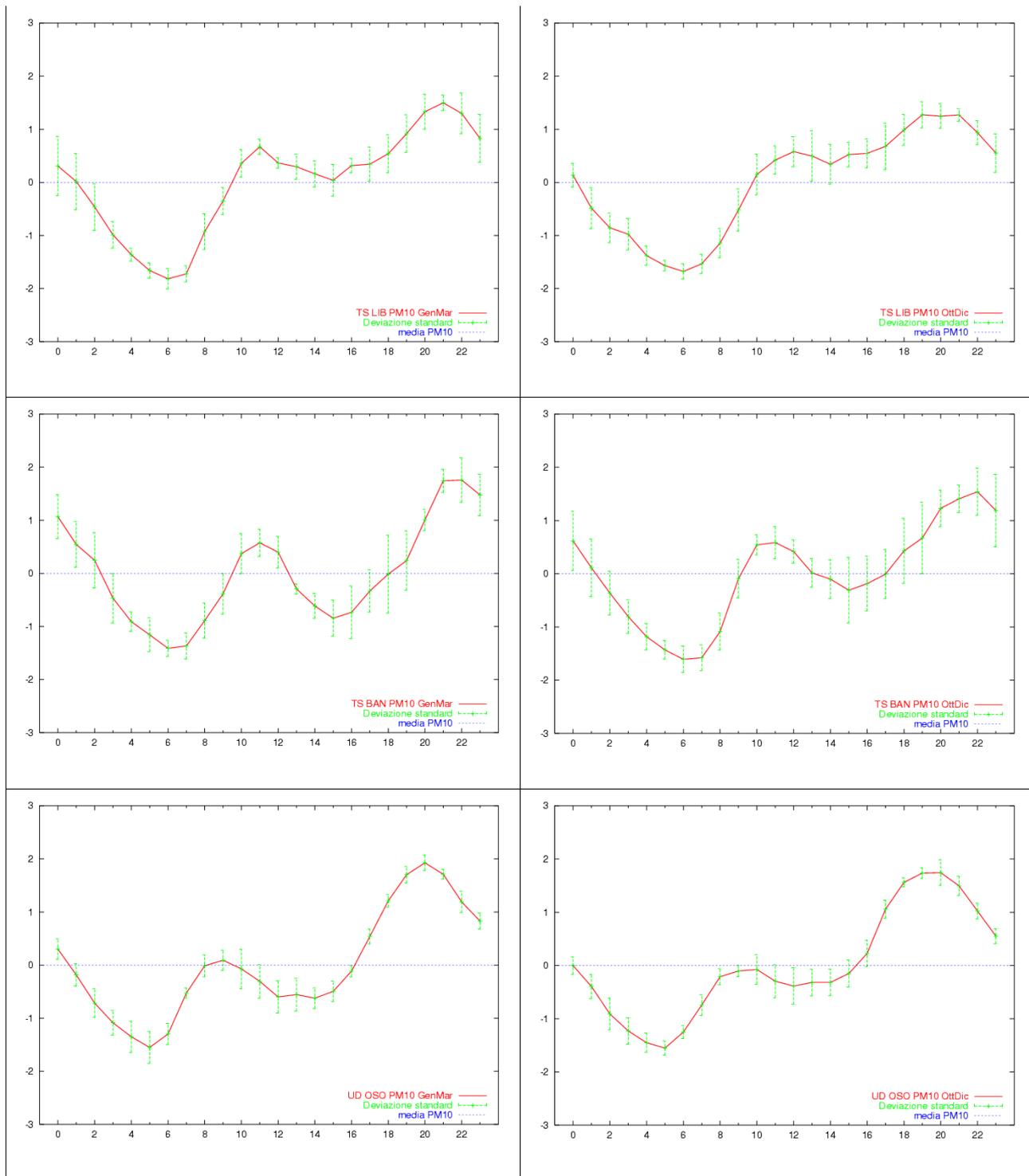
L'andamento settimanale nelle concentrazioni del materiale particolato mostra un andamento simile ma più confuso rispetto a quello del biossido d'azoto. In generale, comunque, si osserva una diminuzione significativa nel fine settimana, in particolare nelle giornate di sabato e domenica. Questa diminuzione nel fine settimana è più chiara nei mesi di ottobre e dicembre rispetto ai mesi di gennaio e febbraio. Inoltre nei mesi di ottobre e dicembre in alcune località si osserva una tendenza alla diminuzione delle concentrazioni già a partire da venerdì. Specie nel periodo da ottobre a dicembre, inoltre, molte stazioni di monitoraggio mostrano una tendenza alla lenta crescita passando da lunedì al giovedì per poi tornare a decrescere il venerdì. Questa crescita, dell'ordine di una deviazione standard in quattro giorni, può essere interpretata come la propensione all'accumulo dell'inquinante nei mesi in questione parità di determinanti meteorologici (in prima approssimazione non ci dovrebbe essere alcuna ciclicità settimanale) e di pressioni emmissive.

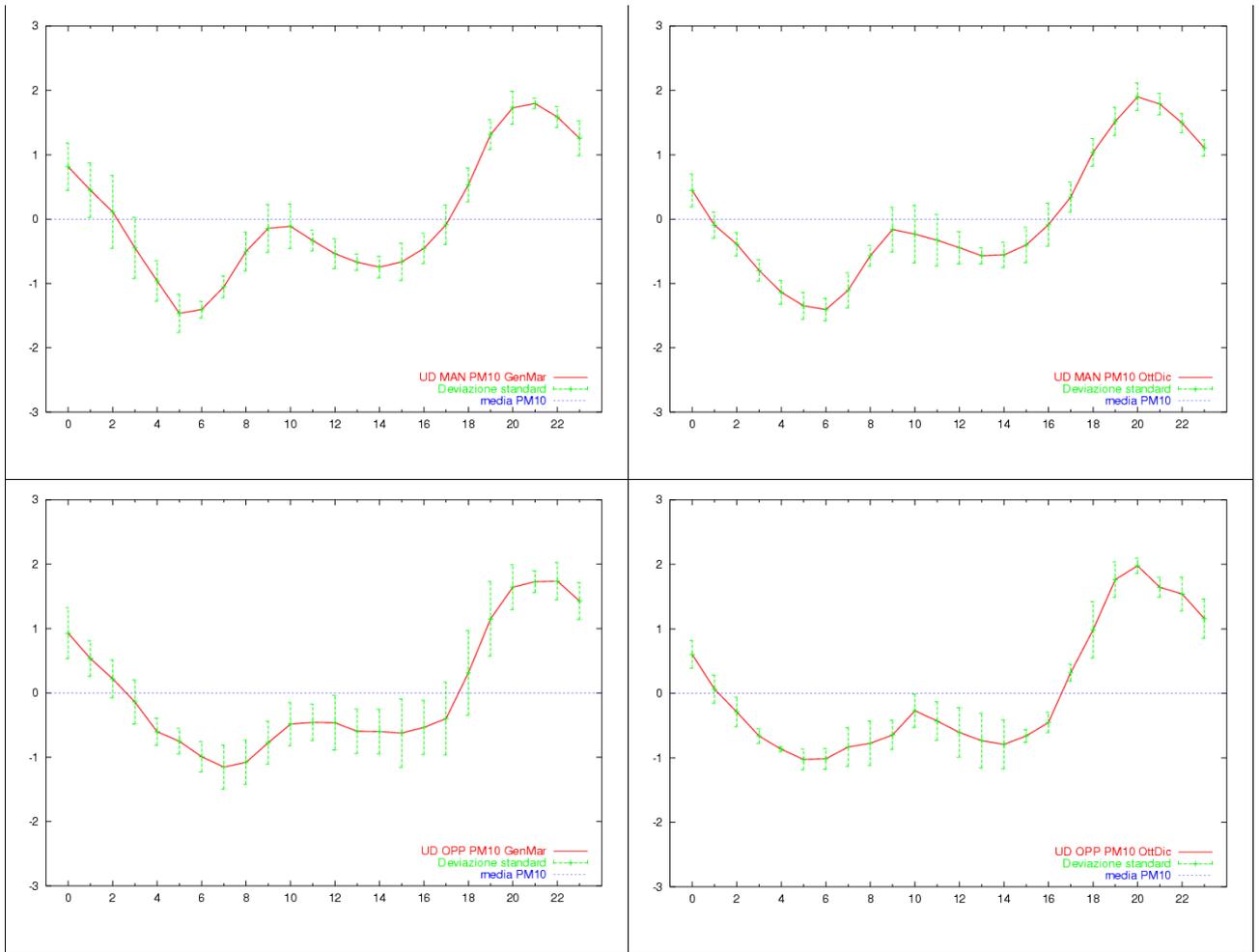
Nello specifico del ciclo diurno, molte delle stazioni di monitoraggio poste in un ambiente principalmente caratterizzato dalla pressione del traffico mostrano un massimo giornaliero più marcato di quelle caratterizzate da un ambiente industriale (le stazioni di Trieste via Svevo e Pitacco sono in parte soggette al traffico). Inoltre, molte delle stazioni di monitoraggio poste in aree non densamente urbanizzate sembrano mostrare uno spostamento del massimo notturno più spostato verso le ore 23-24 locali. Per quanto riguarda il ciclo settimanale, invece, non ci sono particolari ed evidenti differenze tra gli ambienti caratterizzati da pressioni di tipo industriale e di tipo traffico.

Andamento medio orario normalizzato negli anni 2005-2009 delle concentrazioni orarie di materiale particolato (PM10) relative all'ambiente "traffico". La normale variabilità (deviazione standard) viene indicata dalla barra verticale. La colonna di sinistra indica il periodo compreso nei mesi da gennaio a marzo, la colonna di destra indica il periodo compreso nei mesi da ottobre a dicembre.

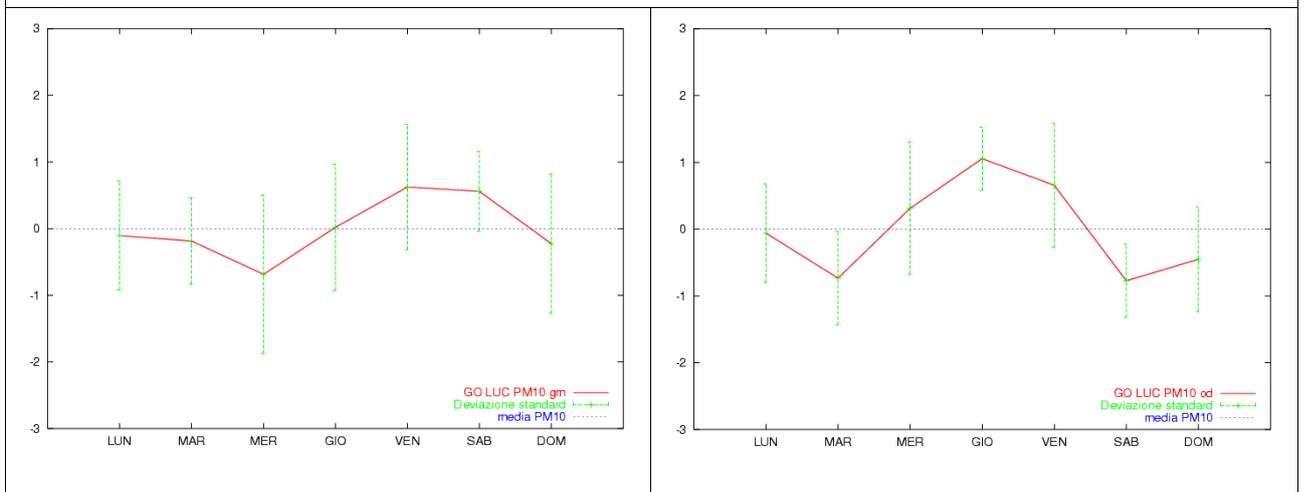


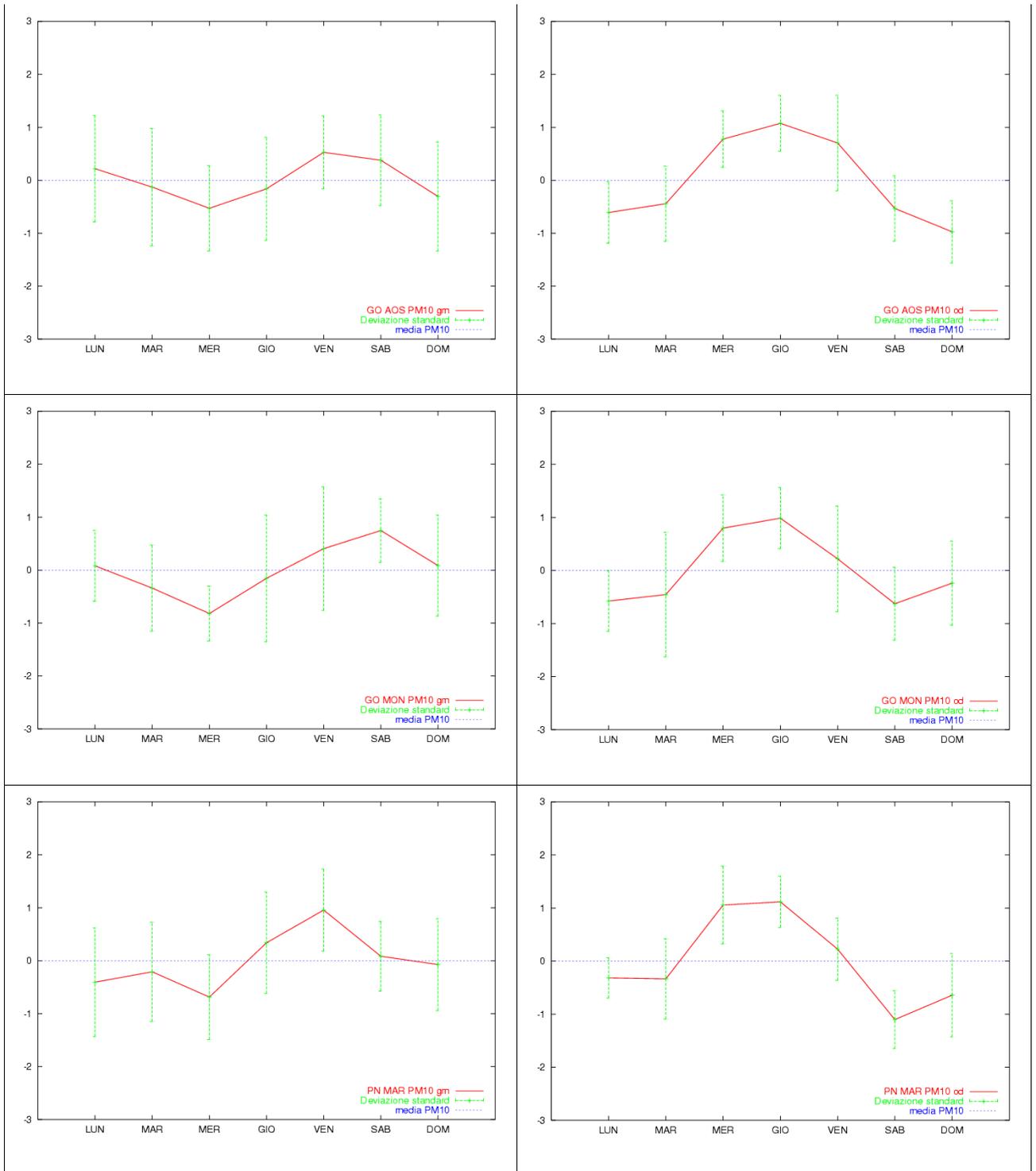


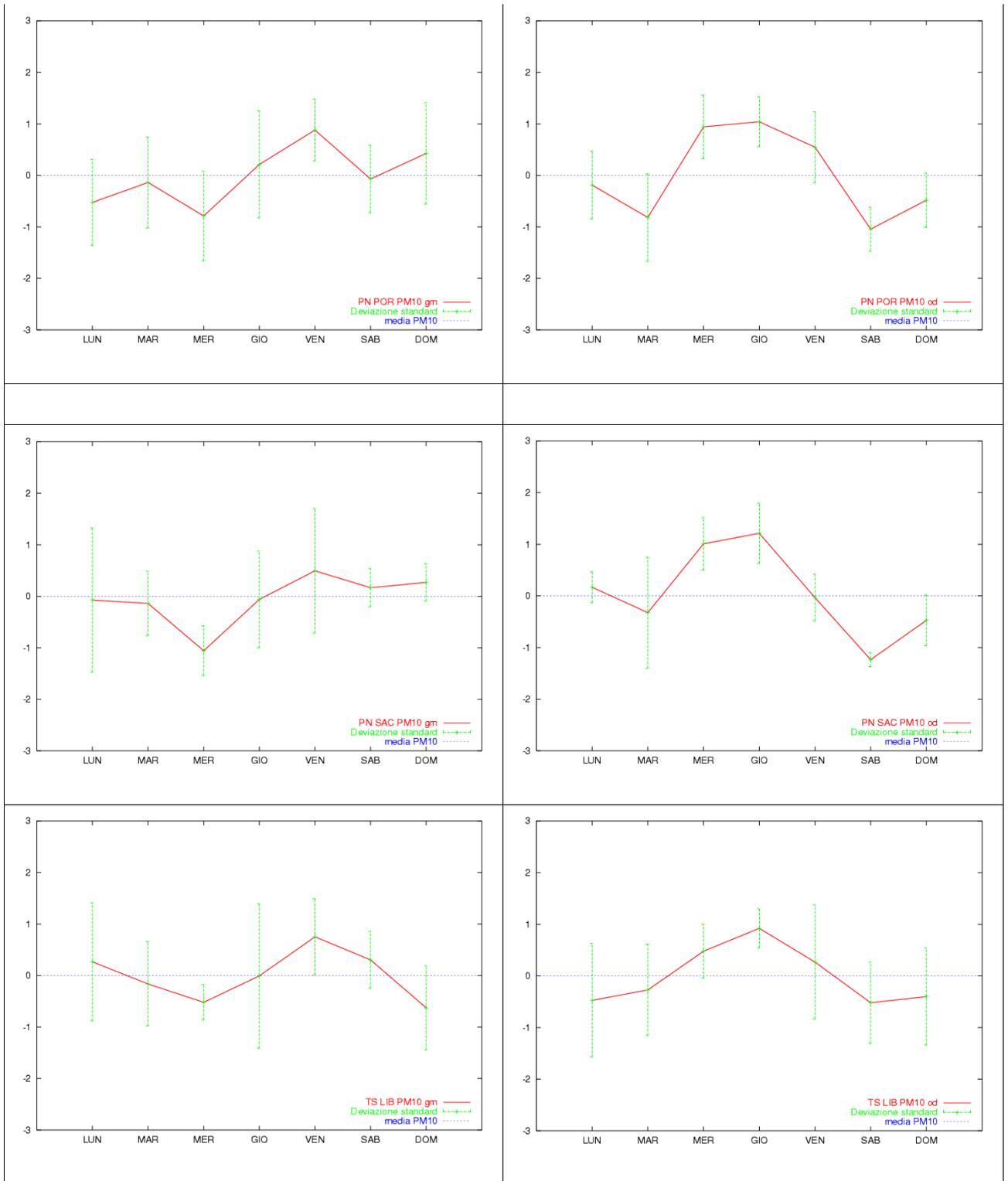


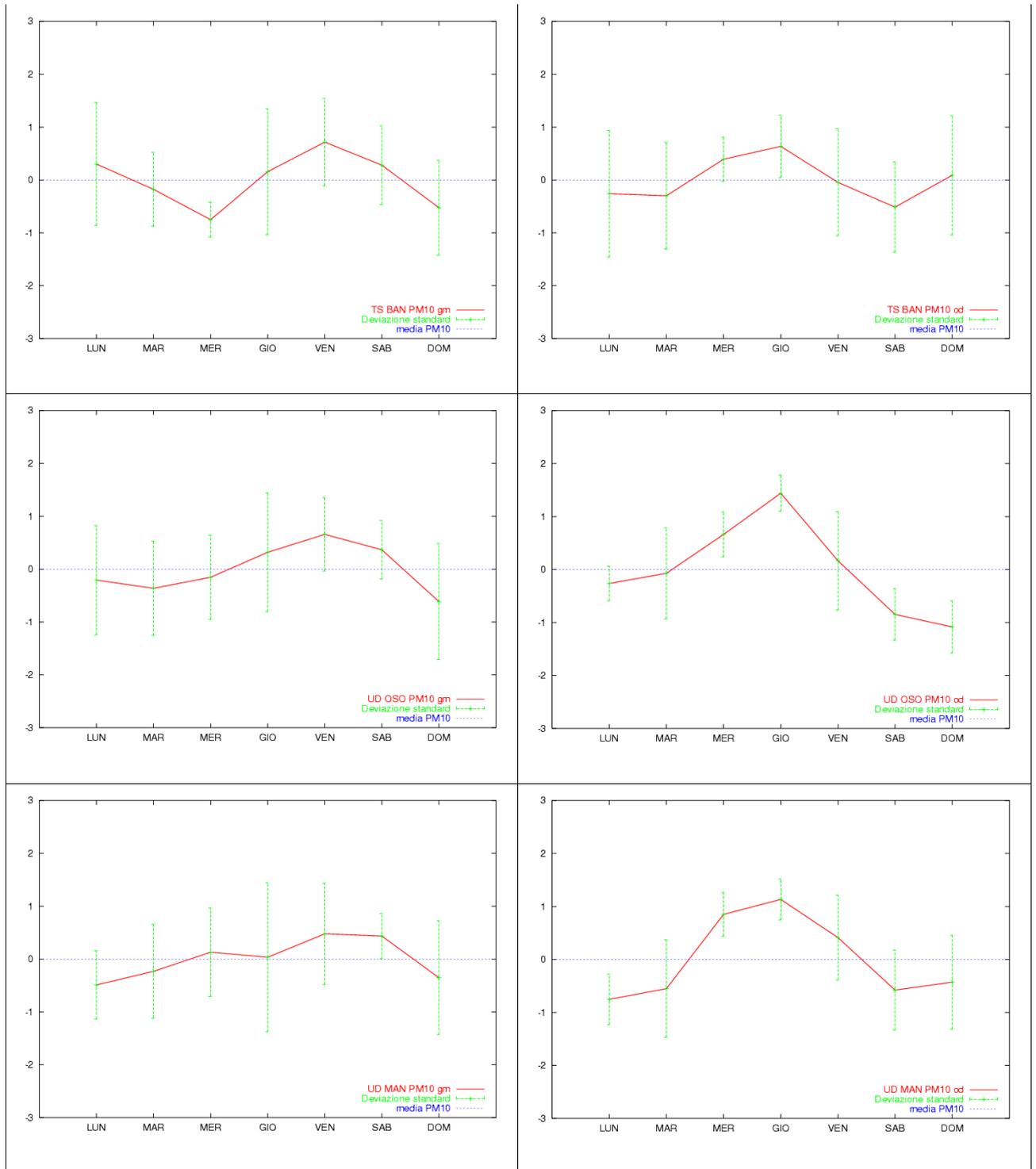


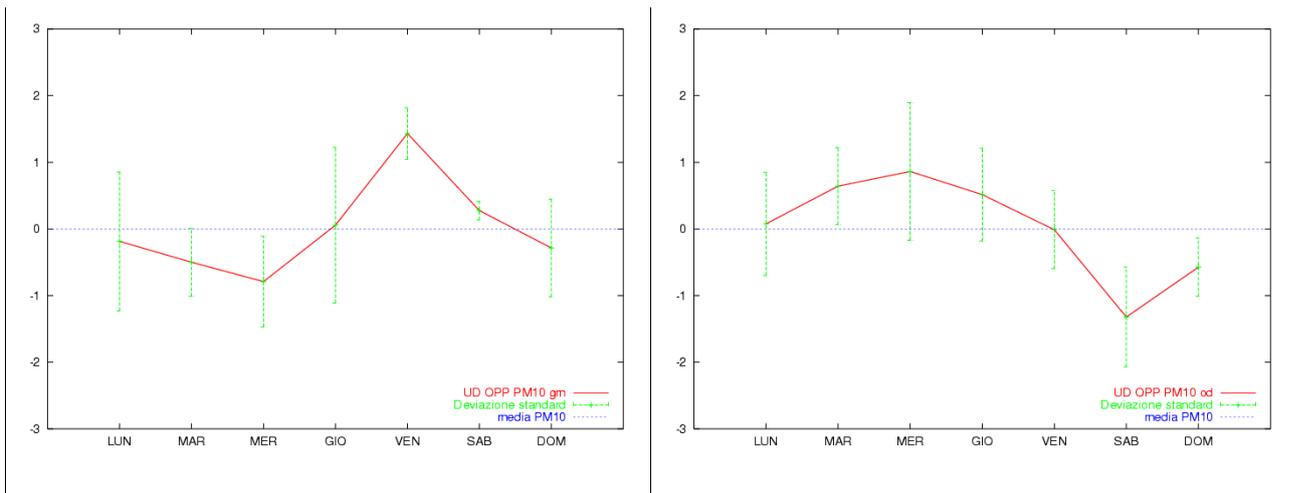
Andamento medio settimanale normalizzato negli anni 2005-2009 delle concentrazioni giornaliere di materiale particolato (PM10) relative all'ambiente "traffico". La normale variabilità (deviazione standard) viene indicata dalla barra verticale. La colonna di sinistra indica il periodo compreso nei mesi da gennaio a marzo, la colonna di destra indica il periodo compreso nei mesi da ottobre a dicembre.



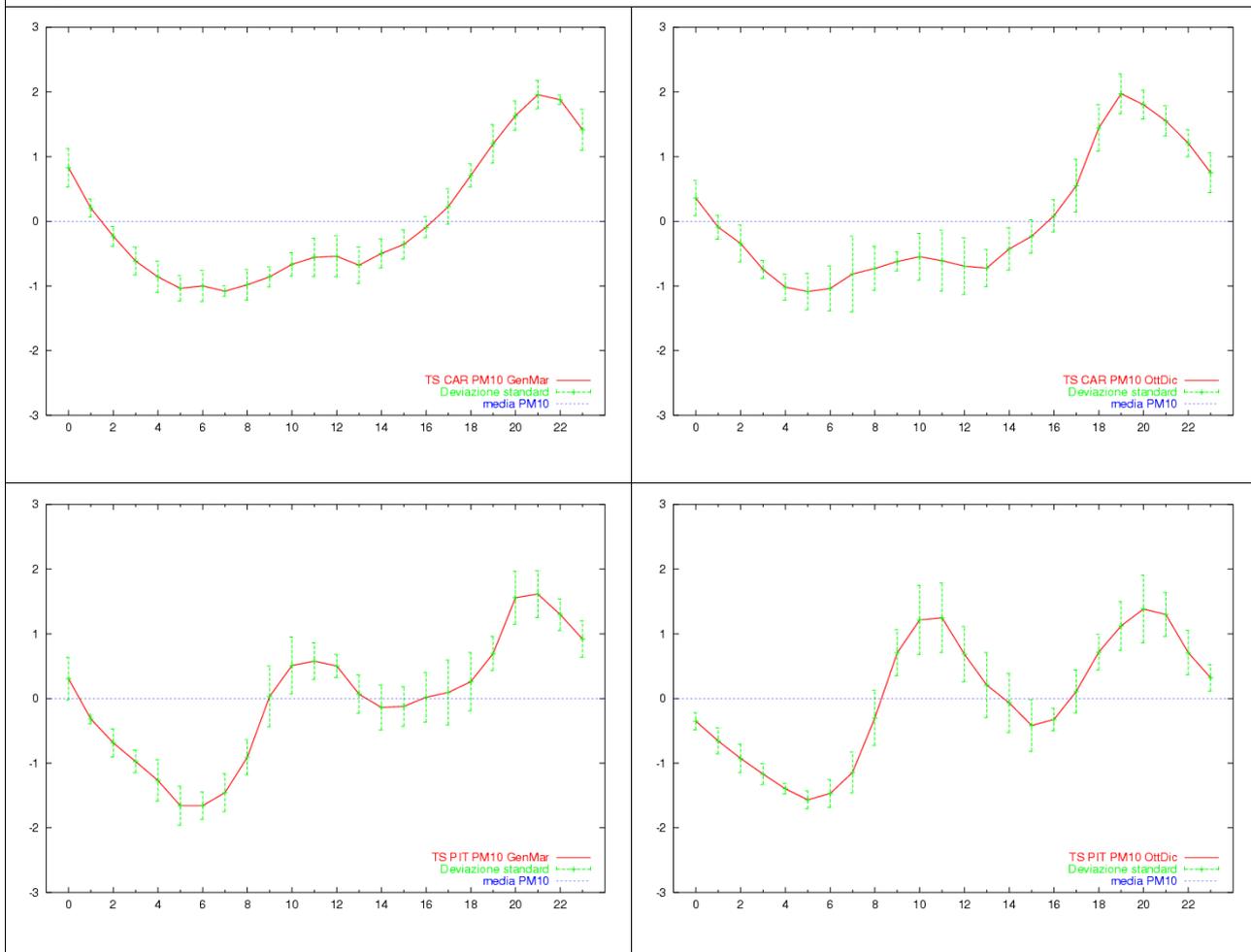


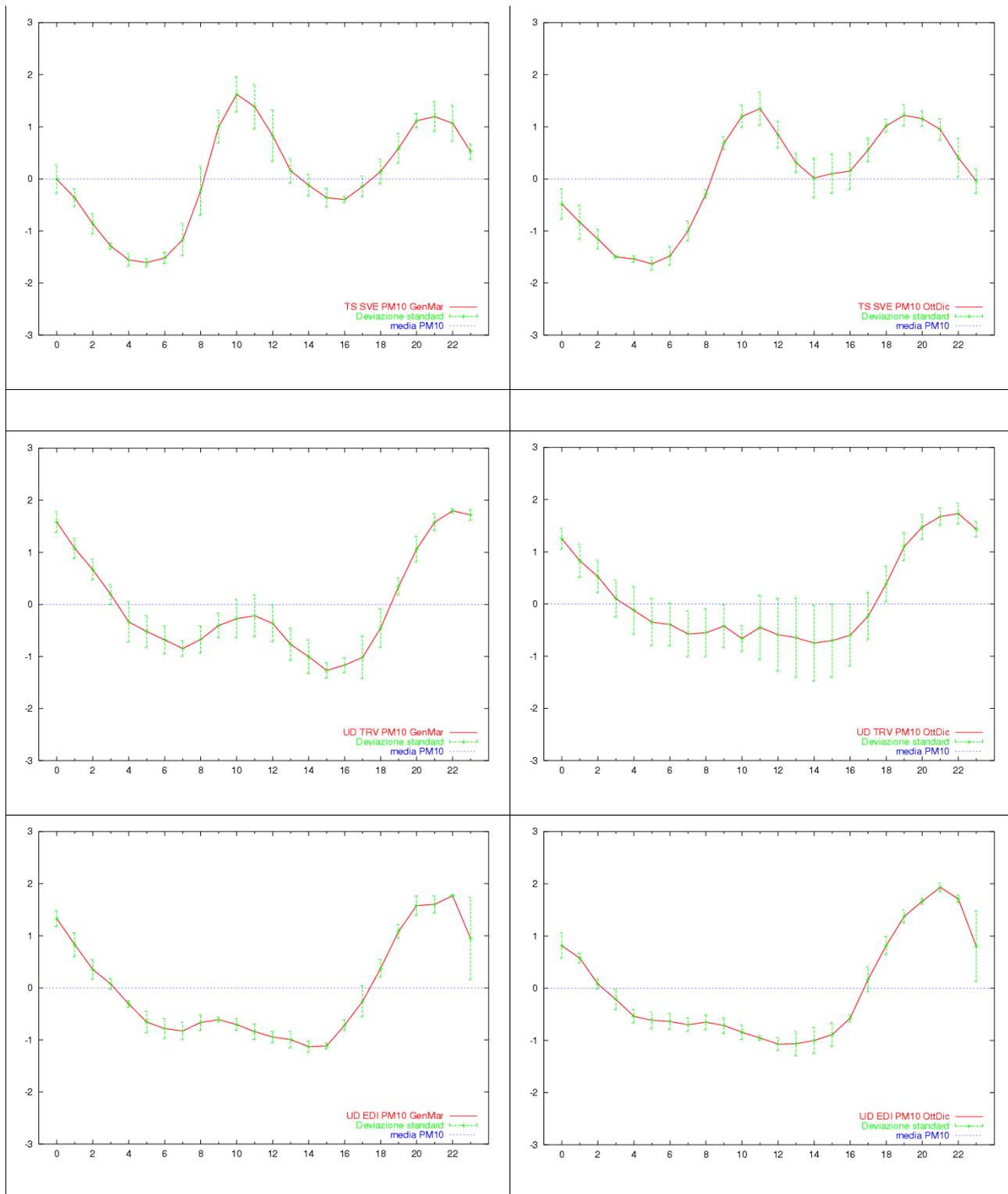


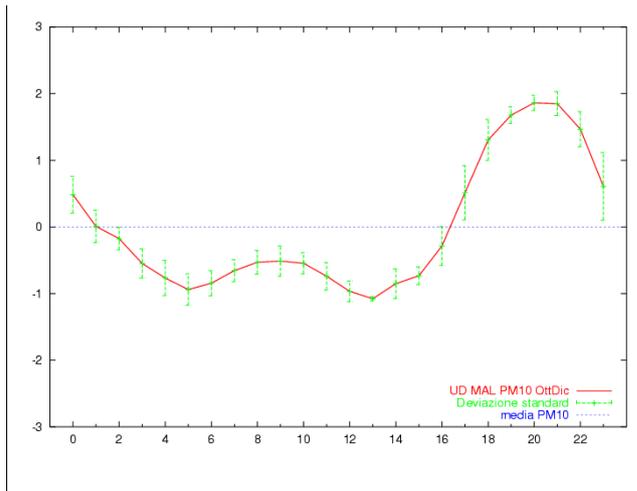
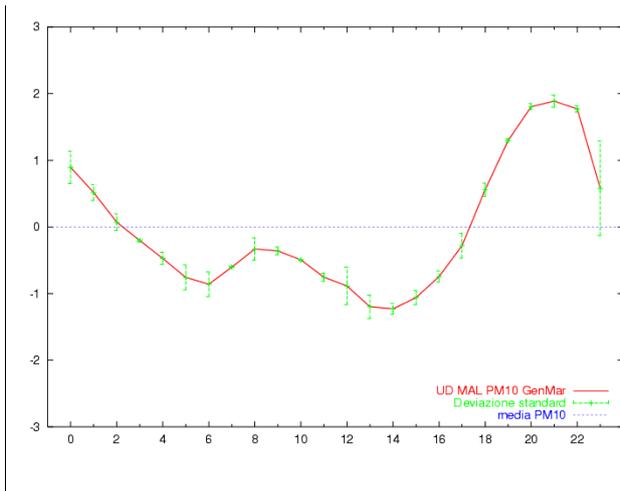




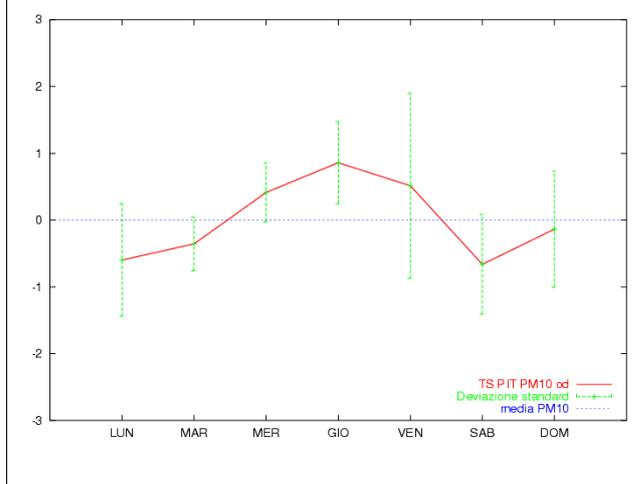
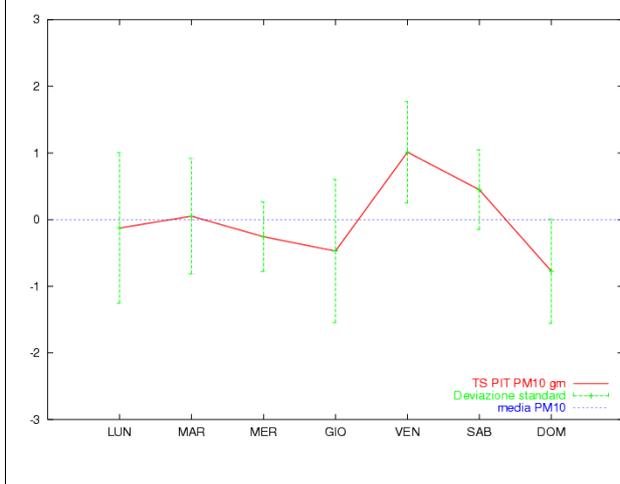
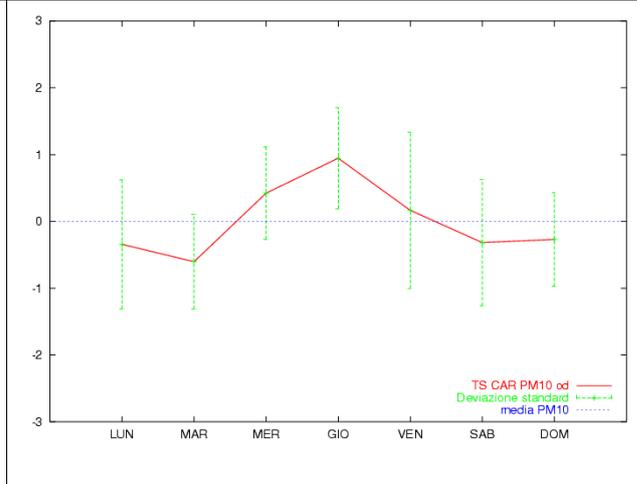
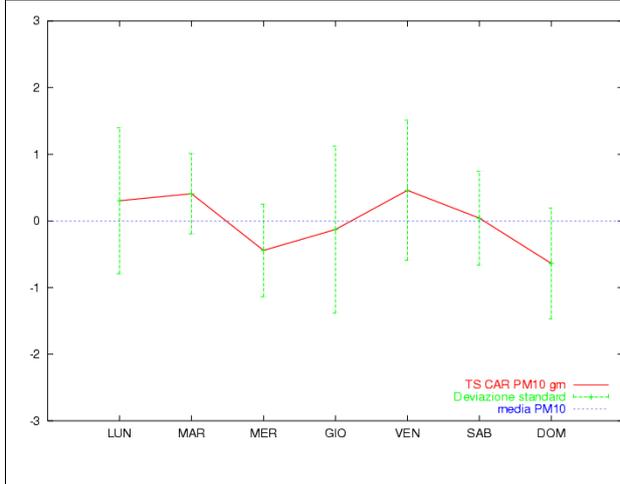
Andamento medio giornaliero normalizzato negli anni 2005-2009 delle concentrazioni orarie di materiale particolato (PM10) relative all'ambiente "industriale". La normale variabilità (deviazione standard) viene indicata dalla barra verticale. La colonna di sinistra indica il periodo compreso nei mesi da gennaio a marzo, la colonna di destra indica il periodo compreso nei mesi da ottobre a dicembre.

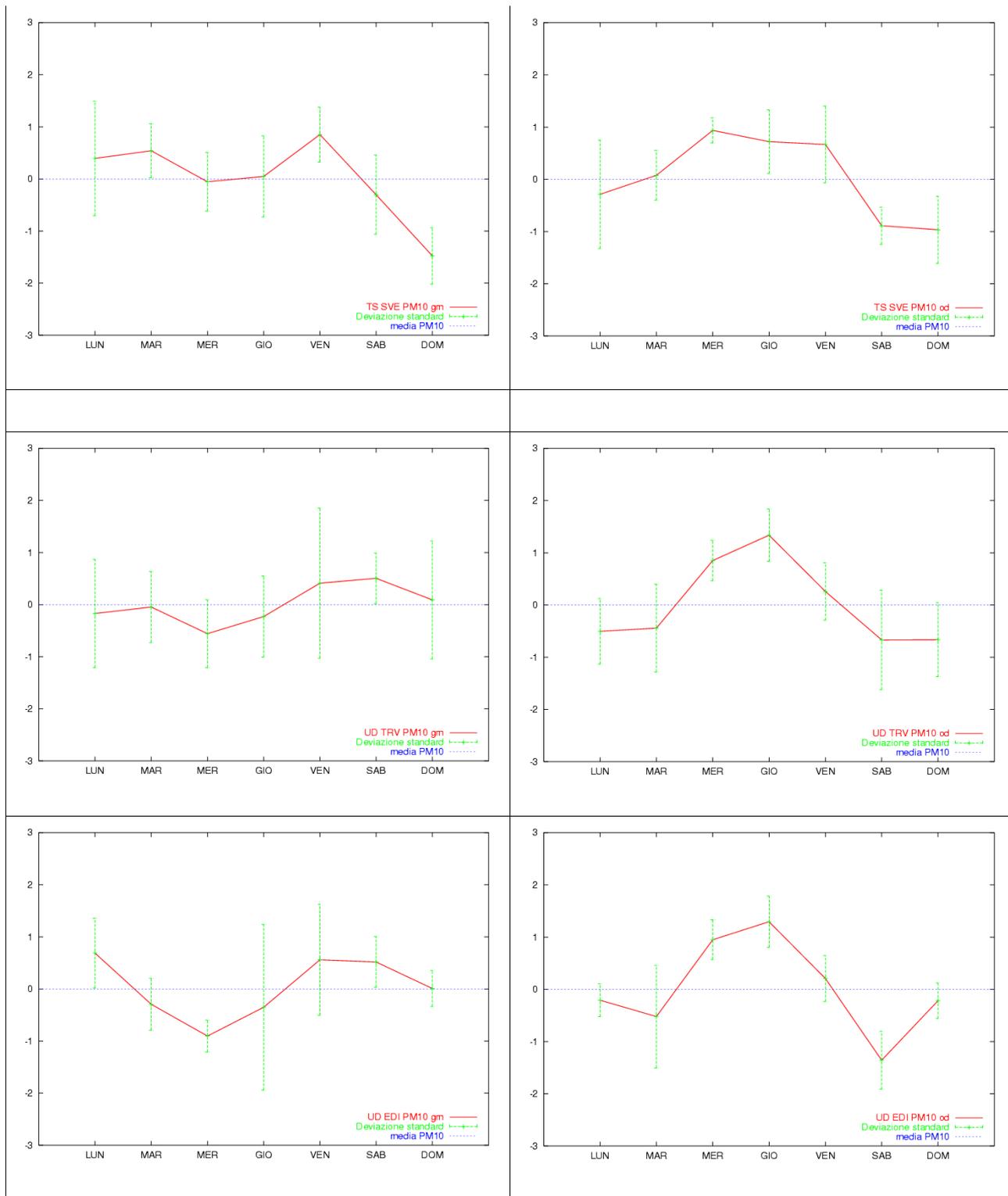


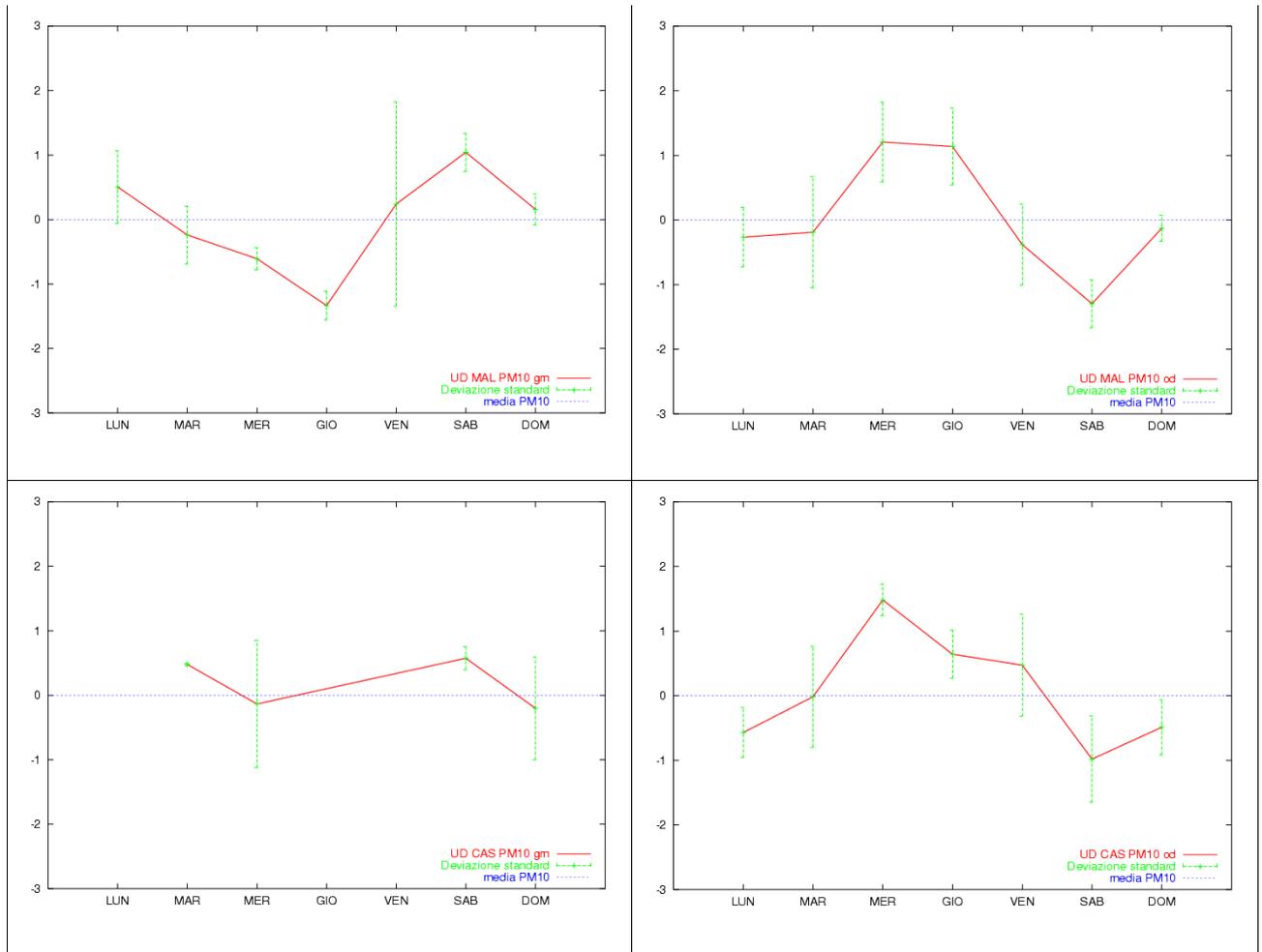




Andamento medio settimanale normalizzato negli anni 2005-2009 delle concentrazioni giornaliere di materiale particolato (PM10) relative all'ambiente "industriale". La normale variabilità (deviazione standard) viene indicata dalla barra verticale. La colonna di sinistra indica il periodo compreso nei mesi da gennaio a marzo, la colonna di destra indica il periodo compreso nei mesi da ottobre a dicembre.







3.3 EFFETTI SULLA SALUTE UMANA DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

3.3.1 L'inquinamento atmosferico

Con il termine inquinamento atmosferico l'EPA (Environmental Protection Agency, Agenzia statunitense per la protezione dell'ambiente) indica la presenza nell'aria di contaminanti o sostanze inquinanti che interferiscono con la salute o il benessere umano, o determinano altri effetti dannosi per l'ambiente. Il d.lgs. 4 agosto 1999, recepimento della Direttiva Europea 96/62/CE, definisce aria ambiente l'aria presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro, ed inquinante qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso (art. 2, comma 1).

In particolare, riguardo ai possibili effetti dannosi dei principali inquinanti presenti in atmosfera, vengono di seguito sviluppati alcuni cenni riguardo il biossido di zolfo (SO₂), il biossido di azoto

(NO₂), il monossido di carbonio (CO), il materiale particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}), l'ozono (O₃), il benzene (C₆H₆), gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e i metalli pesanti (arsenico, cadmio, nichel e piombo).

3.3.2 Gli effetti dei principali inquinanti

3.3.2.1 Biossido di zolfo (SO₂)

L'anidride solforosa, gas molto irritante per la gola, gli occhi e le vie respiratorie pur non presentando una propria tossicologia, è fattore predisponente all'acuirsi di malattie croniche nei soggetti più esposti quali anziani, in particolare asmatici, e bambini. I dati dell'Organizzazione Mondiale per la Sanità (WHO), indicano che, in ragione della sua alta idrosolubilità, l'85% della SO₂ viene trattenuta dal rinofaringe e solo in minime percentuali raggiunge zone più distali quali bronchioli ed alveoli.

Episodi di inquinamento atmosferico con aumento delle concentrazioni di biossido di zolfo sono risultati associati in studi epidemiologici con l'incremento sia dei ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie, sia con l'aumento della mortalità generale.

Il biossido di zolfo, ossidato e combinato con il vapore acqueo, forma acido solforico contribuendo all'acidificazione delle precipitazioni, con effetti tossici per la vegetazione e la vita acquatica e corrosivi per materiali di costruzione, manufatti lapidei, vernici e metalli.

3.3.2.2 Biossido di azoto (NO₂)

Secondo la WHO, il biossido di azoto rappresenta un inquinante dell'aria con ruoli differenti, spesso non distinguibili. Infatti, studi tossicologici sperimentali, eseguiti sia sugli animali che sull'uomo, indicano che tale gas a concentrazioni superiori a 200 g/m³, a brevi esposizioni, ha effetti tossici significativi. Pure, numerosi studi epidemiologici hanno utilizzato il biossido di azoto come marker della miscela di inquinanti dell'aria derivanti dal traffico o dal riscaldamento domestico. Inoltre, gran parte del biossido di azoto presente nell'atmosfera viene emesso come monossido, che viene rapidamente ossidato dall'ozono a biossido di azoto. Quest'ultimo, in presenza di idrocarburi e di irraggiamento ultravioletto, rappresenta la principale fonte nella troposfera di ozono e di nitrati, i quali, a loro volta, rappresentano un'importante frazione del PM_{2.5}. Soggetti sensibili agli effetti tossici del biossido di azoto sono principalmente i bambini ed i soggetti asmatici. Studi epidemiologici indicano, in particolare, che tale inquinante incrementa l'incidenza di patologie respiratorie nei bambini di età compresa tra 5 e 15 anni; considerando che le recidive di malattie respiratorie (anche indipendenti dal biossido di azoto) nei bambini si associano ad una maggiore incidenza di danni polmonari negli adulti, le patologie associate al NO₂ presentano ricadute sia immediate che a lungo termine.

Relativamente agli aspetti ambientali, gli ossidi di azoto intervengono nella formazione di piogge acide con conseguenti danni alla vegetazione a seguito di un impoverimento dei terreni di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e contemporanea liberazione di ioni metallici tossici per le piante.

3.3.2.3 Monossido di carbonio (CO)

Sebbene modeste quantità di CO abbiano origine endogena, nell'organismo umano, il monossido di carbonio inalato dai polmoni si diffonde attraverso le membrane alveolari e capillari; si lega

rapidamente all'emoglobina, formando carbossemoglobina e riducendo la capacità di trasporto dell'ossigeno del sangue. Il CO è anche in grado di attraversare rapidamente le membrane placentari e si lega reversibilmente alle proteine dotate di un gruppo eme. L'esposizione a CO in ambienti chiusi costituisce tuttora una delle principali cause di avvelenamento sia accidentale che intenzionale e determina annualmente numerose morti sia in Europa che negli USA. Tra gli organi e tessuti più colpiti sono il cervello, il sistema cardiovascolare, la muscolatura scheletrica durante l'attività fisica ed il feto in fase di sviluppo. Tra gli effetti psico-motori immediati si riscontrano cefalea e vertigini; successivamente, anche a distanza di tempo, perdita di coordinamento, difficoltà nella guida, diminuzione dell'acuità visiva, della vigilanza e delle capacità cognitive. Recenti studi epidemiologici hanno, infine, dimostrato l'associazione causale tra aumento delle concentrazioni di CO ed incremento della mortalità giornaliera totale, di quella specifica per malattie cardiovascolari e respiratorie a breve termine.

3.3.2.4 Materiale particolato (PM10 e PM2.5)

Sin dalla pubblicazione dei risultati di una meta-analisi degli studi sugli effetti a breve termine degli inquinanti atmosferici (MISA-2), rilevati nel periodo 1996-2002 in 15 città italiane, compresa Trieste, era emerso il ruolo statisticamente significativo degli inquinanti atmosferici, ed in particolare delle polveri fini, sull'insorgenza di patologie cardiovascolari e respiratorie.

Più recentemente, nel 2006, l'Agenzia italiana per la Protezione dell'Ambiente e Servizi Tecnici (APAT) ha commissionato all'Ufficio Europeo della WHO l'aggiornamento di uno Studio di impatto sulla salute del PM10 e dell'ozono nelle 13 città italiane, tra cui Trieste, con più di 200.000 abitanti. Da tale studio è emerso che nel periodo 2002-2004, in media 8220 morti all'anno (corrispondenti al 9% dei decessi totali, escluse le morti negli incidenti, nella popolazione di età superiore a 30 anni) erano da attribuire a concentrazioni medie annue di PM10 superiori a 20 g/m³. Tra le cause di morte sono compresi effetti a lungo termine, quali tumori ai polmoni, infarti ed ictus cerebrali, e patologie acute, a livello sia cardiovascolare che respiratorio.

All'inquinamento da PM10, inoltre, sono da attribuire anche l'aumento nell'incidenza di patologie respiratorie, quali bronchiti ed asma, sia negli adulti che in soggetti di età pediatrica. Infine, numerosi studi epidemiologici hanno evidenziato effetti negativi sulla riproduzione.

In sintesi, quanto minori sono le dimensioni delle particelle, tanto maggiore è la loro capacità di penetrare nei polmoni e di produrre effetti dannosi sulla salute umana.

Il possibile danno per l'organismo umano può derivare sia dalla tipologia propria della particella di per sé tossica oppure, più frequentemente, a seguito di sostanze su di essa depositatesi: in altre parole il particolato sospeso risulta, di fatto, il tramite che consente la penetrazione, nell'apparato respiratorio dell'uomo, di sostanze potenzialmente nocive.

3.3.2.5 Ozono (O3)

Essendo un forte ossidante, O₃ reagisce con numerosi composti biochimici, quali vitamine, acidi grassi e gruppi sulfidrilici, dando luogo alla formazione di radicali liberi presso le cellule epiteliali delle vie respiratorie e provocando una risposta infiammatoria acuta nel polmone. In numerosi studi controllati sull'uomo, è stato riportato un significativo danno alla funzionalità polmonare, generalmente accompagnata da disturbi respiratori acuti, quali tosse, irritazione della gola, respirazione profonda dolorosa, difficoltà di respiro, dolore sotto sternale e, raramente, nausea e mal di testa, mentre tra i disturbi di tipo cronico è da segnalare l'aggravamento dell'asma.

Assorbito per via inalatoria, penetra nell'apparato respiratorio dove è in grado di danneggiare le proteine strutturali e di causare danno e morte delle cellule. A seguito di ciò si determina una diminuzione transitoria della funzione polmonare ed infiammazione delle vie aeree profonde: numerosi studi epidemiologici associano l'esposizione ad ozono ad un incremento del numero di ricoveri ospedalieri per disturbi respiratori, asma inclusa.

3.3.2.6 Benzene (C₆H₆)

Studi clinici ed epidemiologici hanno evidenziato che l'esposizione a lungo termine al benzene può provocare leucemia, a causa della quale, nei lavoratori esposti, è stata dimostrata una maggiore incidenza di mortalità, e, pertanto, il benzene è stato classificato come cancerogeno (di Gruppo 1) per l'uomo dallo IARC (International Agency for Research on Cancer). L'esposizione cronica al benzene, comunque, può comportare la depressione del midollo osseo, che si manifesta come leucopenia, anemia e/o trombocitopenia, che portano a pancitopenia ed anemia aplastica. I dati ottenuti da studi in vivo, infine, indicano che il benzene ha proprietà mutagene.

Il benzene è un cancerogeno per l'uomo di cui non è possibile individuare una concentrazione di esposizione minima di sicurezza. L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha stimato in 6 casi aggiuntivi di leucemia per milione di persone il rischio massimo aggiuntivo derivante dall'esposizione nel corso dell'intera vita, ad una concentrazione di benzene nell'aria di 1 g/m³.

3.3.2.7 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Gli IPA sono fortemente liposolubili e vengono assorbiti da polmone, intestino ed epidermide dei mammiferi, compreso l'uomo.

Alcune di queste sostanze, quali (benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, dibenzo(a,h)antracene, benzo(b,j,k) fluorantene), vengono classificate, analogamente al benzene, come cancerogene di categoria 1, R45 dalla C.E., nel Gruppo 1 (sostanze per le quali esiste una accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) dall' International Agency for Research on Cancer.

In particolare, una esposizione diretta e prolungata agli Idrocarburi Policiclici Aromatici può indurre la formazione di neoplasie a livello polmonare, della cute, laringe, esofago e stomaco. Diversi studi hanno dimostrato che la frazione solubile del petrolio, contenente IPA caratterizzati da 4 a 7 anelli aromatici condensati, presente negli scarichi delle automobili (sia a benzina che diesel), degli impianti di riscaldamento a carbone domestici e nel fumo di sigaretta, possiede il potenziale cancerogeno quasi totale degli IPA derivanti da tali fonti. Inoltre dati ottenuti da studi sperimentali indicano che varie specie di IPA hanno ulteriori effetti tossici a livello immunitario, riproduttivo e genetico e probabilmente influiscono sull'insorgenza dell'aterosclerosi. La principale via di esposizione è quella alimentare, a causa della formazione di IPA durante il processo di cottura o per la deposizione degli IPA presenti nell'aria su cereali, frutta e verdura, sebbene il contributo relativo degli IPA atmosferici sui livelli riscontrati negli alimenti, per ricaduta, non sia stato ben definito.

Il benzo[a]pirene (BaP) rappresenta la specie IPA maggiormente studiata e gran parte delle informazioni sulla presenza nell'aria e sulla tossicità degli IPA riguardano tale composto, che viene considerato come indicatore delle altre specie IPA cancerogene presenti.

3.3.2.8 Metalli pesanti: arsenico, cadmio, nichel, piombo

L'arsenico inorganico ha effetti sia acuti che sub acuti e cronici sulla salute umana in seguito ad inalazione, tra i quali il tumore al polmone.

Lo IARC ha classificato il cadmio ed i relativi composti tra i cancerogeni di Gruppo 1, dato il numero di prove sufficiente a dimostrare che tale metallo può provocare per inalazione tumori ai polmoni sia nell'uomo che negli animali esposti. Il cadmio, inoltre, determina varie alterazioni a livello renale, in seguito ad assorbimento sia per inalazione che per via alimentare.

Il nichel esercita soprattutto effetti allergizzanti, a livello sia dermatologico che respiratorio, mentre gli ossidi, i composti contenenti zolfo e solubili sono tutti cancerogeni.

Nell'uomo, l'intossicazione da piombo presenta dimostrate ripercussioni a livello sia ematologico, in particolare l'anemia, che neurologico, con encefalopatie, disturbi psicomotori e depressione.

4 STRUMENTI PER IL CONTROLLO DELLE SITUAZIONI CRITICHE

4.1 IL CENTRO REGIONALE DI MODELLISTICA AMBIENTALE (CRMA) DELL'ARPA FVG – LA VALUTAZIONE E PREVISIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La dispersione e trasformazione delle sostanze inquinanti nell'aria è un tema di notevole complessità. Infatti, alla difficile realizzazione di una descrizione unitaria dell'evoluzione dell'atmosfera terrestre a tutte le scale spaziali e temporali, si aggiunge la difficoltà di riprodurre adeguatamente il gran numero di effetti macroscopici e microscopici che caratterizzano il trasporto e la trasformazione delle sostanze inquinanti, le quali hanno principalmente dimensioni microscopiche.

Tale complessità viene attualmente affrontata facendo un uso intensivo del calcolo numerico, cioè per mezzo della realizzazione di modelli fisico-chimici, i quali sono tradotti in opportune equazioni matematiche che a loro volta sono risolte, sempre approssimativamente, con metodi numerici al calcolatore. Questo metodo viene sintetizzato con il concetto di modello numerico.

Nell'affrontare la descrizione quantitativa dell'evoluzione dell'inquinamento atmosferico emerge la necessità di rappresentare al meglio le caratteristiche dinamiche del mezzo nel quale gli inquinanti sono immessi, ovvero l'aria. Da ciò si deduce il ruolo di primaria importanza delle variabili meteorologiche, o climatiche a seconda del caso, dell'area geografica in cui avviene lo studio della dispersione.

Tale evidenza implica che i modelli numerici utilizzati per la simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera contemplano sempre una parte dedicata ai moti e alle proprietà termodinamiche dell'aria. A partire da questa considerazione, i modelli di dispersione possono essere distinti in due classi fondamentali:

- i modelli off-line;
- i modelli on-line.

La sostanziale differenza tra le due classi sta nel fatto che i modelli off-line usano i dati meteorologici, ottenuti tramite assimilazione o simulazione, come uno degli input per il calcolo della dispersione, quindi non ci sono effetti degli inquinanti dispersi sui campi meteorologici usati. Nei modelli on-line, invece, la simulazione meteorologica viene usata come input per quella dispersiva, ma essa stessa riceve degli input da quella dispersiva. In quest'ultimo caso, tra le due simulazioni esiste accoppiamento che, in linea di principio, permette di riprodurre tutta la complessità del problema.

Come conseguenza pratica rilevante, per i modelli off-line si deve prima eseguire la simulazione meteorologica o climatica e poi usarne i risultati per simulare la dispersione degli inquinanti. Inoltre la stessa simulazione meteorologica può essere impiegata per eseguire altre simulazioni di dispersione caratterizzate da diverse sorgenti. I tempi computazionali per l'esecuzione di una simulazione di dispersione off-line sono distinguibili in due parti indipendenti: quella meteorologica e quella dispersiva.

Nei modelli on-line la simulazione meteorologica viene svolta assieme a quella dispersiva. Ogni simulazione di dispersione necessita anche l'esecuzione di quella meteorologica e il tempo computazionale delle due componenti non è facilmente scorponibile. I modelli off-line sono computazionalmente meno esigenti e complessi di quelli on-line, ma sono, in principio, meno aderenti alla realtà che intendono simulare. I modelli on-line sono di più recente realizzazione rispetto a quelli off-line e sono meno diffusi nelle applicazioni routinarie e per lo studio di dispersioni su piccole aree e con sorgenti geometricamente ben definite.

Tramite i modelli on-line è possibile eseguire simulazioni che comprendono le delicate, ma importanti, interazioni tra radiazione e materia ed in particolare il contributo che queste hanno sul bilancio energetico atmosferico, al quale è intimamente legata la dinamica dell'aria. Dal punto di vista delle tecniche di risoluzione delle equazioni fondamentali della dispersione, i modelli numerici sono classificabili secondo tre tipi fondamentali:

- modelli gaussiani;
- modelli lagrangiani;
- modelli euleriani.

I modelli gaussiani hanno una lunga storia che ha origine parecchi decenni or sono, ma sono ancora tra i più comuni. Il loro frequente impiego deriva dalla facilità di implementazione e dalla buona qualità dei risultati che essi producono nel caso di sorgenti di inquinanti semplici e di dispersione su aree caratterizzate da una orografia non articolata. Tra essi vi sono i modelli chiamati a "puff" che prevedono l'immissione degli inquinanti con discontinuità. I modelli gaussiani simulano la turbolenza atmosferica facendo uso di distribuzioni statistiche che disperdono l'inquinante rispetto alla traiettoria principale individuata dal vento medio.

I modelli lagrangiani descrivono la dispersione dell'inquinante immesso nell'atmosfera seguendo l'evoluzione cinematica di volumi elementari d'aria. Computazionalmente ogni volume elementare viene seguito nella sua traiettoria. In ciascun volume la concentrazione dei diversi inquinanti viene descritta simulando la dispersione tramite dei processi stocastici.

I modelli euleriani adottano un approccio descrittivo complementare a quello lagrangiano. L'immissione dell'inquinante in atmosfera e la sua evoluzione vengono descritte eseguendo la dispersione attraverso delle celle elementari che sono mantenute fisse e solidali con il sistema di riferimento utilizzato per lo spazio in cui si svolge la simulazione.

Per quanto riguarda le reazioni chimiche e i processi fotochimici responsabili della trasformazione degli inquinanti, l'attuale modellistica numerica si è fortemente concentrata sui modelli euleriani. Tali modelli, pur essendo limitati nel raggiungere elevate risoluzioni spaziali e temporali, offrono particolari vantaggi numerici per l'implementazione dei processi di trasformazione degli inquinanti. Tali modelli sono essenziali per la descrizione dell'inquinamento su domini aventi l'estensione della nostra regione e per trattare contemporaneamente tutte le sorgenti d'inquinamento presenti sul territorio. Alcuni modelli gaussiani e lagrangiani contemplano anche semplici trasformazioni degli inquinanti durante la simulazione della dispersione. Lo studio dell'immissione in atmosfera da sorgenti localizzate, o di gruppi di sorgenti collocate in una ristretta area geografica, sono esaurientemente trattabili con modelli del tipo lagrangiano o gaussiano a puff. Le applicazioni più frequenti riguardano singoli impianti industriali o aree industriali ad alta concentrazione, che in gergo vengono chiamate "hot spot".

I modelli euleriani, quelli lagrangiani, e quelli gaussiani a puff, sono complementari, quindi essenziali per una verosimile descrizione della dispersione e trasformazione degli inquinanti sul territorio della regione Friuli Venezia Giulia, con la risoluzione spaziale e temporale richieste da una realistica valutazione o della qualità dell'aria e della sua evoluzione futura (previsione) a seconda dei diversi fini ai quali la valutazione è dedicata.

Conscia di questa necessità, la Regione Friuli Venezia Giulia, tramite l'articolo 5 della LR 16/2007 ha individuato l'opportunità di costituire un Centro Regionale di Modellistica Ambientale e di inserirlo all'interno dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (Arpa) con il compito di individuazione delle metodologie idonee a fornire informazioni sulla qualità dell'aria, basate sulla conoscenza delle emissioni e dei processi in atmosfera che regolano la diffusione, il trasporto, la conversione chimica e la rimozione dall'atmosfera degli inquinanti.

4.2 L'USO DELLA MODELLISTICA PER AGIRE SUI SUPERAMENTI

I limiti di legge relativi alla qualità dell'aria sono sostanzialmente individuati ponendo dei limiti alla concentrazione su un determinato periodo temporale (ad esempio massa media di inquinante per unità di volume) per le diverse sostanze considerate dannose per la salute umana o per la tutela degli ecosistemi. La concentrazione atmosferica delle diverse sostanze inquinanti, a loro volta, è il risultato della emissione effettuate in atmosfera dalle attività antropiche, ma anche naturali, modulate dalla meteorologia che le disperde e trasforma. Ogni sostanza inquinante, pertanto, si compone di una parte primaria (quella che viene emessa direttamente in atmosfera) e da una parte secondaria (il risultato delle reazioni fisico-chimiche modulate dalla meteorologia).

Per alcuni inquinanti la parte primaria è preponderante (ad esempio gli ossidi di zolfo e il monossido di carbonio), mentre per altri è preponderante la parte secondaria, come è il caso dell'ozono e del materiale particolato. Per la formazione dell'ozono, in particolare, risulta di fondamentale importanza poter disporre di una rilevante quantità di radiazione solare (indicativamente almeno 15 000 kJ/m²) mentre la formazione di particolato secondario richiede temperature relativamente basse, come si evince dalla maggiore percentuale di particolato secondario rilevata nel periodo invernale rispetto al periodo estivo.

Dovendo valutare il rischio di superamento dei limiti di legge per sostanze inquinanti quali l'ozono e il materiale particolato, diventa pertanto fondamentale poter disporre di modelli numerici euleriani che consentano di stimare anche la componente secondaria di queste sostanze oltre alla loro dispersione. Poiché la valutazione del rischio deve essere fatta con tempi sufficienti da consentire di mettere in campo azioni potenzialmente efficaci, stanti gli attuali limiti tecnologici relativi alla velocità di calcolo, la scelta deve necessariamente ricadere su modelli off-line che permettono di ottenere risultati stabili con tempi ragionevoli.

4.2.1 Gli elementi della pianificazione degli episodi di inquinamento

La gestione degli episodi di inquinamento atmosferico nel breve periodo, quindi la gestione del rischio di superamento, richiede una valutazione dell'importanza relativa delle diverse fonti emissive che causano il raggiungimento delle concentrazioni effettivamente osservate in atmosfera. Infatti, se come prima approssimazione si può assumere che riducendo genericamente tutte le emissioni si possa arrivare ad una generica diminuzione delle concentrazioni osservate, la gestione degli episodi richiede necessariamente delle misure che siano efficaci sul tempo caratteristico dei periodi di superamento dei limiti previsti dalla legge. Individuando le pressioni che producono l'impatto maggiore sulla qualità dell'aria, infatti, è possibile iniziare ad agire nel breve periodo proprio su queste, in modo da ottenere il più efficace effetto possibile. Sia a causa della presenza, spesso preponderanza, degli inquinanti secondari che della componente di dispersione atmosferica delle sostanze, la stima del contributo relativo delle diverse fonti di emissione deve necessariamente passare attraverso un modello numerico fotochimico, che tenga conto sia della più affidabile meteorologia disponibile, che di un inventario delle emissioni quanto più aggiornato possibile e aderente alle correnti pressioni emissive. La modellizzazione della trasformazione/dispersione degli inquinanti diventa pertanto l'elemento cardine delle attività rivolte alla pianificazione e relativa gestione degli episodi di inquinamento, in quanto indispensabile collegamento tra le pressioni e i loro impatti.

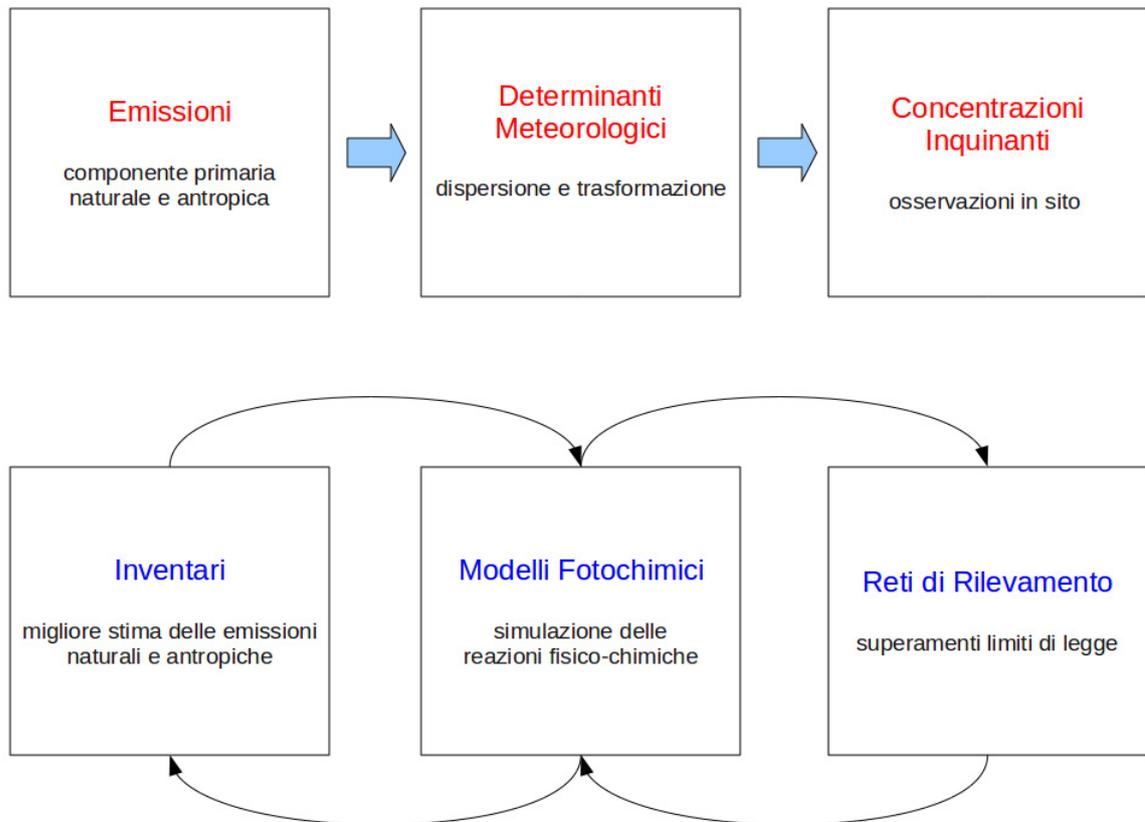


Figura 2: Schematizzazione del meccanismo alla base delle concentrazioni degli inquinanti osservate in atmosfera (pannello superiore) e rappresentazione concettuale del modello concettuale che mimica questo meccanismo (pannello inferiore)

Per poter essere mantenuta negli indispensabili livelli di efficacia ed efficienza, i tre elementi che caratterizzano il modello concettuale che riproduce i meccanismi necessita di una continua interazione tra:

1. la stima delle emissioni (inventari) e la modellistica numerica (modelli euleriani fotochimici);
2. la modellistica numerica e le osservazioni delle concentrazioni al suolo (reti di rilevamento).

Sulla prima interazione, infatti, si basa il processo virtuoso che porta alla valutazione dell'incertezza sugli inventari e alla calibrazione dei modelli numerici sull'aspetto emissivo; sulla seconda interazione, invece, trova fondamento la calibrazione dei modelli numerici in base alle concentrazioni effettivamente osservate e l'adeguamento della rete di rilevamento degli inquinanti che, necessariamente, deve modificarsi per aderire ai mutamenti del tessuto sociale e agli aggiornamenti degli aspetti normativi.

4.2.2 La stima sul territorio degli effetti relativi delle diverse pressioni

Al fine di valutare gli impatti delle diverse pressioni, a causa della non linearità delle interazioni fisico-chimiche tra inquinanti e determinanti meteorologici nonché tra le diverse sostanze inquinanti, la strategia adottata è quella di individuare una serie di tipologie di emissioni (ad esempio traffico lineare, traffico diffuso, sorgenti industriali, etc.) e di sottrarre l'ammontare di emissione dal totale regionale, una alla volta, per tutte le diverse tipologie. In questo modo, simulando per un sufficiente periodo di tempo la dispersione/trasformazione delle emissioni mediante un opportuno modello fotochimico con medesime condizioni meteorologiche, è possibile calcolare il valore delle concentrazioni al suolo degli inquinanti associati a tutte le emissioni e alle emissioni private della specifica tipologia.

Dalla differenza tra le concentrazioni osservate nel caso complessivo (tutte le emissioni) e nel caso complessivo diminuito del caso specifico (tutte le emissioni tranne quella oggetto di studio) si può stimare l'impatto relativo della specifica classe di emissioni su tutto il territorio regionale.

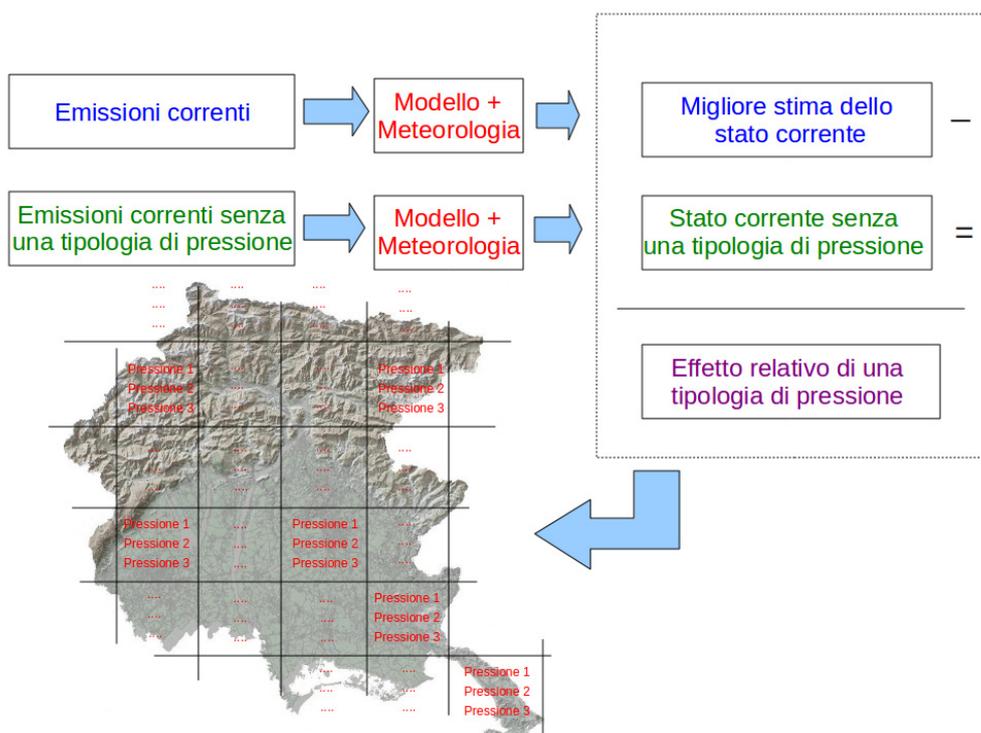


Figura 3: Rappresentazione della procedura adottata per stimare gli effetti relativi delle diverse tipologie di pressioni sullo stato corrente della qualità dell'aria per i diversi inquinanti sul territorio regionale.

La necessità di procedere secondo questo schema sottrattivo nasce proprio dalla non linearità che si hanno nelle interazioni tra gli inquinanti. Procedendo in maniera sottrattiva, pertanto, via negationis si dovrebbero ridurre le incertezze numeriche per la determinazione di quali aree del territorio regionale sono maggiormente impattate dalle diverse pressioni. Questo approccio verrà

approfondito nei capitoli successivi in cui si analizzeranno in maniera dettagliata le azioni da intraprendere per gestire le situazioni di rischio.

4.2.3 La gestione degli episodi di inquinamento

La gestione degli episodi di inquinamento atmosferico, per poter essere efficace, deve poter mettere in atto delle azioni in maniera rapida ed efficace. In particolare, queste azioni dovrebbero essere messe in atto quando i valori soglia degli inquinanti non sono stati ancora raggiunti o superati. Infatti, a causa della persistenza delle sostanze inquinanti e della loro conseguente propensione all'accumulo, il fatto di mettere in atto delle azioni in una fase successiva all'avvenuto superamento comporta la necessità di adottare delle misure maggiormente restrittive. Inoltre, dato che alcuni inquinanti, tra i quali il materiale particolato, hanno tempi medi di permanenza in atmosfera relativamente lunghi, il fatto di agire a seguito di un superamento dei limiti di legge riduce grandemente l'efficacia delle azioni, che possono eventualmente contenere l'entità del superamento ma non ridurla.

Per poter mettere in atto delle azioni ambientali efficaci e a ridotto impatto sociale è pertanto necessario disporre di una catena modellistica operativa che consenta di prevedere con sufficiente anticipo (indicativamente 48 ore) l'insorgenza dei superamenti dei limiti di legge.

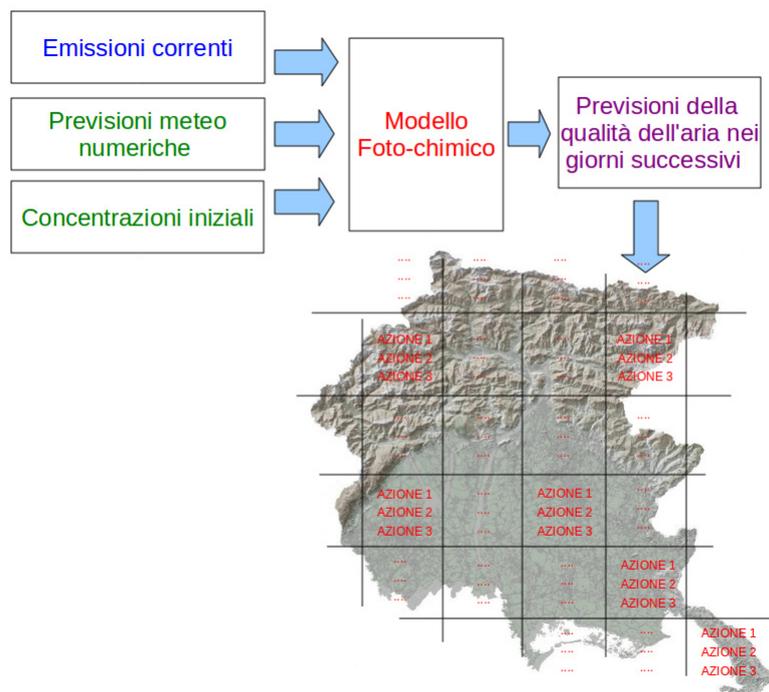


Figura 4: Rappresentazione della procedura adottata per l'applicazione delle diverse azioni per le tipologie di inquinanti sul territorio regionale.

Per effettuare delle previsioni della qualità dell'aria è necessario disporre di:

1. un inventario delle emissioni quanto più aggiornato possibile;
2. un campo delle concentrazioni degli inquinanti all'inizio della previsione;

3. previsioni meteorologiche numeriche aggiornate che fungano da condizioni al contorno per il modello fotochimico.

Questi tre elementi debbono poi essere gestiti dal modello numerico fotochimico off-line che permette di ottenere le proiezioni relative alle concentrazioni dei diversi inquinanti nelle diverse zone della nostra regione. Tramite queste proiezioni si potranno conoscere in anticipo le possibili aree di superamento dei limiti di legge, indicando le azioni che dovrebbero essere messe in campo per contenere quel tipo di superamento. Queste azioni, ancorché omogenee su tutto il territorio regionale, devono però essere calibrate sul territorio regionale in funzione dell'importanza relativa delle pressioni, a sua volta individuata tramite lo schema esposto in Figura 3.

4.2.3.1 L'inventario delle emissioni

Per quanto riguarda l'inventario delle emissioni in atmosfera, ai fini delle previsioni della qualità dell'aria, sarebbe opportuno poter disporre di un aggiornamento almeno triennale e comunque all'insorgenza di ogni variazione significativa, anche locale, delle pressioni agenti sul territorio (ad esempio installazione o soppressione di impianti industriali significativi, aggiornamento del parco veicolare circolante, crisi economiche, etc.). Da questo punto di vista, il fatto di poter disporre in maniera automatica delle emissioni effettive rilevate tramite dispositivo SME (sistema monitoraggio delle emissioni, d.lgs. 133/05 e Direttiva 2000/76/CE) permetterebbe di aggiornare in tempo quasi reale una parte rilevante, almeno localmente, dell'inventario delle emissioni associate alle principali realtà industriali in regione. Vista l'importanza delle emissioni dovute al traffico, al riscaldamento domestico, alle industrie e ai porti, particolare attenzione dovrà essere rivolta all'aggiornamento periodico di queste tipologie emissive. Inoltre, poiché solo una minima parte delle emissioni può essere valutata in maniera analitica, dovranno essere periodicamente aggiornate tutte le variabili di prossimità (indicatori proxy) necessarie alla stima delle emissioni vere e proprie; infine, poiché per ottenere stime attendibili è cruciale acquisire fattori di emissione precisi, anche questi dovranno essere periodicamente aggiornati e verificati.

4.2.3.2 La rete di rilevamento della qualità dell'aria

Per quanto riguarda la rete di rilevamento della qualità dell'aria, essa svolge un duplice e fondamentale ruolo che è quello di fornire le condizioni iniziali dell'inquinamento atmosferico sulla nostra regione e di consentire la verifica, quindi la base della ulteriore calibrazione, dei risultati dei modelli numerici. Per rispondere efficacemente a queste due necessità, il posizionamento della rete di rilevamento deve essere verificato e aggiornato in modo da renderla adatta a rappresentare tutte le peculiarità dello stato della qualità dell'aria in Regione. Anche il posizionamento della rete deve pertanto essere periodicamente verificato ed eventualmente aggiornato. Poiché le sostanze inquinanti non risentono dei confini amministrativi, al fine di poter utilizzare di una descrizione della condizione iniziale della qualità dell'aria sufficientemente dettagliata, risulta di estrema importanza poter disporre non soltanto dei dati della rete di rilevamento regionale, ma anche dei dati raccolti dalle Regioni e Stati Nazionali contermini. Questi dati dovrebbero essere disponibili in tempo quasi-reale, al fine di consentire alle previsioni di poter partire basandosi sulla migliore condizione iniziale possibile. Infatti, a causa delle non linearità del sistema, anche piccoli scostamenti dallo stato effettivo dell'atmosfera possono produrre grandi deviazioni nella tipologia di evoluzione futura.

4.2.3.3 Le previsioni meteorologiche

Per quanto riguarda le previsioni meteorologiche, poiché esse rappresentano l'andamento futuro dei determinanti meteorologici della qualità dell'aria, quindi del rischio di superamento dei limiti di legge, devono essere condotte in maniera operativa e verificate al fine di calibrare le prestazioni del modello meteorologico sul territorio regionale. Da questo punto di vista, le previsioni meteorologiche numeriche debbono necessariamente essere trattate al pari delle previsioni della qualità dell'aria nonché in stretto collegamento con il monitoraggio della qualità dell'aria e con l'inventario delle emissioni in atmosfera. Vista la scala di applicazione, le previsioni meteorologiche dovrebbero raggiungere un livello di risoluzione analogo o superiore a quello del modello fotochimico off-line. Anche il modello numerico dedicato alle previsioni meteorologiche, inoltre, dovrà essere periodicamente verificato e calibrato, in particolare facendo uso dei dati misurati al suolo e in quota. Poiché gli attuali modelli meteorologici ad alta risoluzione non sono globali, dovrà essere predisposto un circuito automatico di acquisizione delle condizioni iniziali e al contorno disponibili, predisposte dai modelli meteorologici globali, le quali dovranno fungere da guida per il modello locale.

5 CARATTERIZZAZIONE DELLE ZONE

5.1 ANALISI DEL TERRITORIO SULLA BASE DELLE PRINCIPALI PRESSIONI RELATIVE ALL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Al fine di valutare gli impatti delle diverse pressioni emissive sulla qualità dell'aria, la strategia adottata è stata quella di condurre dei "casi studio" mediante simulazioni numeriche effettuate attraverso la catena modellistica tridimensionale euleriana "off-line" denominata FARM, sviluppata e fornita dalla ditta ARIANET, la quale si basa su uno schema fotochimico consolidato. Le principali caratteristiche della catena modellistica FARM sono quelle di permettere:

- la gestione di sorgenti inquinanti puntuali e areali;
- il calcolo della salita del pennacchio e l'assegnazione delle masse alle celle di calcolo verticali;
- il trasporto tridimensionale avvevativo e la dispersione turbolenta;
- le trasformazioni fotochimiche;
- la rimozione secca e umida per mezzo delle precipitazioni.

Grazie a questa catena modellistica che, in quanto fotochimica, permette di simulare anche la formazione degli inquinanti secondari (ad esempio ozono, PM10, etc.), si è proceduto ad effettuare la simulazione dell'andamento delle concentrazioni dei diversi inquinanti per un anno standard, note le emissioni regionali, le emissioni extra-regionali (nazionali ed internazionali) nonché le concentrazioni al bordo del dominio regionale.

5.1.1 Materiali e metodi

Per quanto riguarda il territorio del Friuli Venezia Giulia, le emissioni sono state ottenute attraverso l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera INEMAR, realizzato e gestito da ARPA FVG – CRMA (PRMQA, 2010). Le emissioni nazionali, sorgenti puntuali ed areali, sono invece state ottenute dall'inventario ISPRA. Le emissioni a livello europeo (sorgenti areali) sono invece state ottenute dal Catasto Europeo delle Emissioni (EPER) e dal Global Emissions Inventory Activity. Tutte queste emissioni sono relative all'anno standard 2005 (figura sottostante).

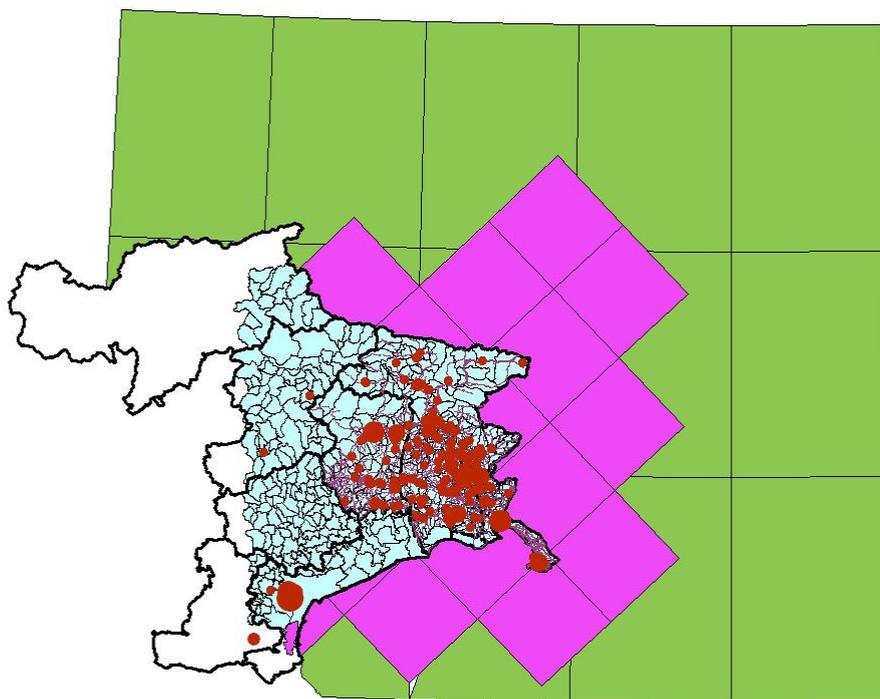


Figura 5: Rappresentazione schematica delle emissioni (puntuali, lineari e diffuse) utilizzate per lo studio di sensibilità.

Per quanto riguarda le forzanti meteorologiche, nelle simulazioni sono stati utilizzati i campi atmosferici riferiti all'anno standard 2005 e ottenuti attraverso il progetto nazionale MINNI (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'Inquinamento Atmosferico), coordinato dall'ENEA per conto del Ministero dell'Ambiente e al quale hanno preso parte la ditta ARIANET e lo IIASA.

Realizzata la simulazione per l'intero anno standard 2005, si è proceduto ad eliminare diverse tipologie di emissione al fine di valutare, in negativo, il loro impatto sulla qualità dell'aria. Per ridurre i tempi di calcolo, le simulazioni sono state effettuate non per tutto l'anno, ma per quattro mesi (gennaio, aprile, luglio, ottobre), considerati come rappresentativi delle diverse stagioni (inverno, primavera, estate, autunno). Tra le diverse tipologie emissive processate, quelle considerate rilevanti ai fini del Piano di azione regionale sono di seguito riportate:

- catasto regionale emissioni 2005 privato di tutto il traffico veicolare, con emissioni extra-regionali (tutte le emissioni tranne quelle assegnate al macrosettore 7 nella classificazione UN-ECE);
- catasto regionale emissioni 2005 privato del contributo delle emissioni dovute alla combustione della legna per riscaldamento domestico, con emissioni extra-regionali (tutte le emissioni tranne quelle assegnate al macrosettore 2, settore 2 nella classificazione UN-ECE);
- catasto regionale emissioni 2005 privato del riscaldamento domestico, con emissioni extra-regionali (tutte le emissioni tranne quelle assegnate al macrosettore 2 nella

classificazione UN-ECE);

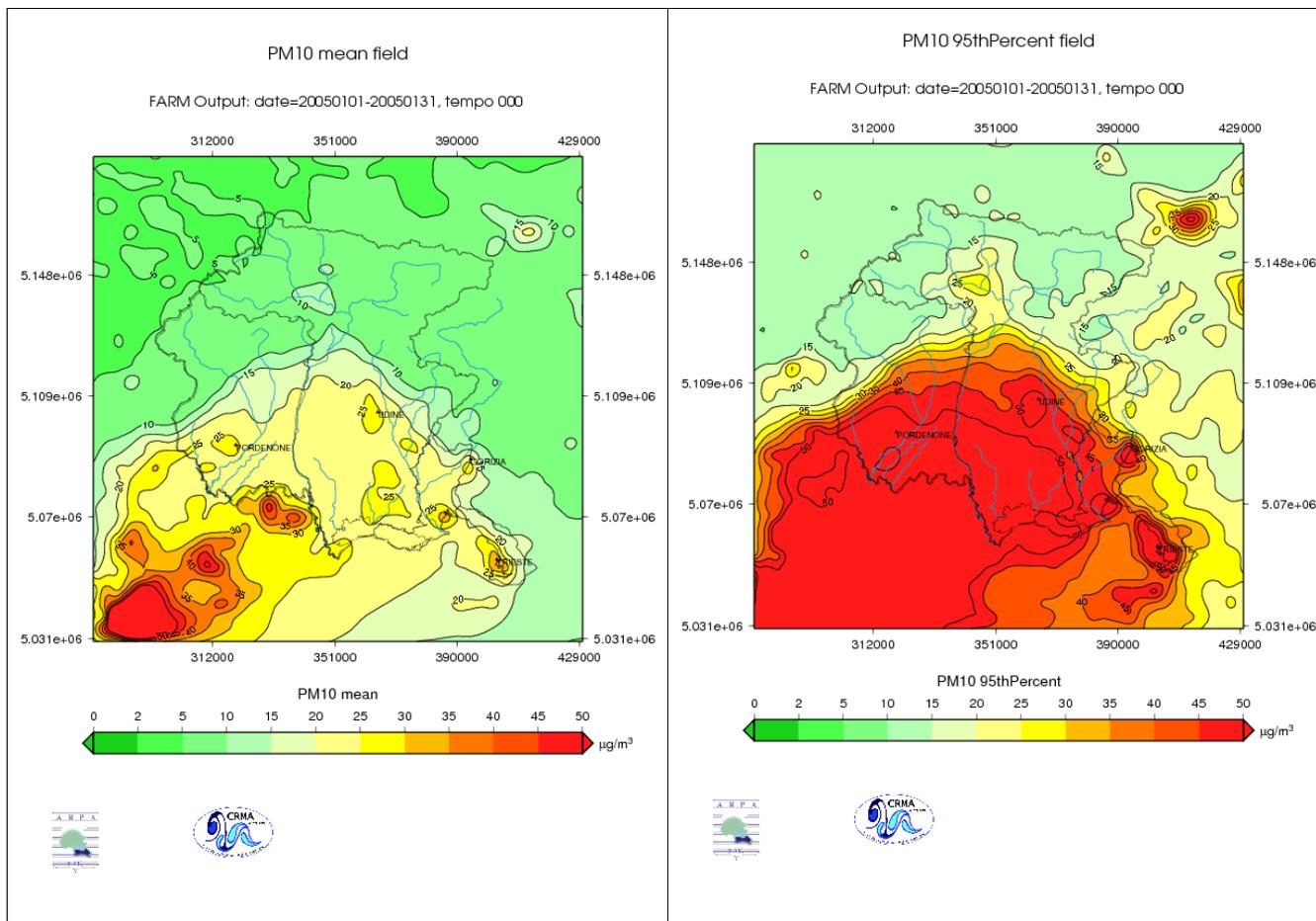
- catasto regionale emissioni 2005 imponendo una riduzione di 2 °C alla temperatura interna agli edifici, con emissioni extra-regionali;
- catasto regionale emissioni 2005 privato del contributo delle emissioni dei principali nuclei urbani, con emissioni extra-regionali (tutte le emissioni tranne quelle diffuse assegnate al macrosettore 2 e 7 dei capoluoghi di provincia nella classificazione UN-ECE);
- catasto regionale emissioni 2005 privato del contributo delle industrie, con emissioni extra-regionali (tutte le emissioni tranne quelle assegnate ai macrosettori 1, 3 e 4 nonché parte dei macrosettori 5, 6 e 9 nella classificazione UN-ECE);
- catasto regionale emissioni 2005 privato del solo contributo portuale, con emissioni extra-regionali (tutte le emissioni tranne quelle assegnate al settore 8.3 e 8.4 nella classificazione UN-ECE);
- catasto regionale emissioni 2005, con emissioni extra-regionali: azzeramento delle emissioni di particolato primario;
- catasto regionale emissioni 2005 eliminando completamente il contributo delle emissioni bio-geniche su tutto il territorio regionale, con emissioni extra-regionali (tutte le emissioni tranne quelle assegnate al macrosettore 11 nella classificazione UN-ECE).

Al fine di valutare gli impatti delle diverse classi emissive sopra esposte, per i mesi considerati come rappresentativi dei vari inquinanti (gennaio per PM10 e NO₂, luglio per O₃) sono stati innanzitutto calcolati il valore medio mensile e il 95° percentile orario (il valore oltre al quale si hanno il 5% delle concentrazioni orarie più elevate). Quest'ultimo valore, in particolare, è stato considerato come rappresentativo dei valori di picco dell'inquinamento, quindi particolarmente indicato a caratterizzare gli eventi acuti di inquinamento atmosferico. Dopo aver calcolato il valore medio mensile e il 95° percentile orario tenendo conto di tutte le emissioni (in seguito chiamato caso base), si sono calcolati i corrispondenti valori di qualità dell'aria associati alle emissioni descritte in ciascuna delle tipologie sopra esposte e si sono calcolate le differenze tra questi casi ideali e il caso base. In questo modo, secondo un modo di procedere in negativo, si può risalire agli impatti complessivi della diverse classi emissive o degli impatti di una riduzione parziale delle stesse. Questo modo di procedere in negativo si è reso necessario a causa della non linearità dei meccanismi atmosferici, quindi nel tentativo di ridurre la perturbazione effettuata sul sistema. Molti inquinanti, inoltre, hanno una componente secondaria non trascurabile (PM10) o addirittura maggioritaria (O₃), funzione delle concentrazioni di altri inquinanti. Il modo di procedere "in positivo", cioè considerando solo una sorgente emissiva alla volta non avrebbe permesso di tener conto in maniera adeguata delle interazioni tra i diversi inquinanti.

5.1.2 Impatti dei diversi casi emissivi sul materiale Particolato (PM10)

Il caso imperturbato, cioè ottenuto considerando tutte le sorgenti emissive regionali ed extra-regionali, con la miglior meteorologia possibile, mostra come le maggiori concentrazioni medie di PM10 si osservino sulla zona pianeggiante della nostra regione, con un gradiente molto forte sulla fascia pedemontana, legato sia alle differenze emissive tra montagna e pianura che alla maggiore tendenza al ristagno che caratterizza le aree pianeggianti a ridosso di catene montuose. Nella

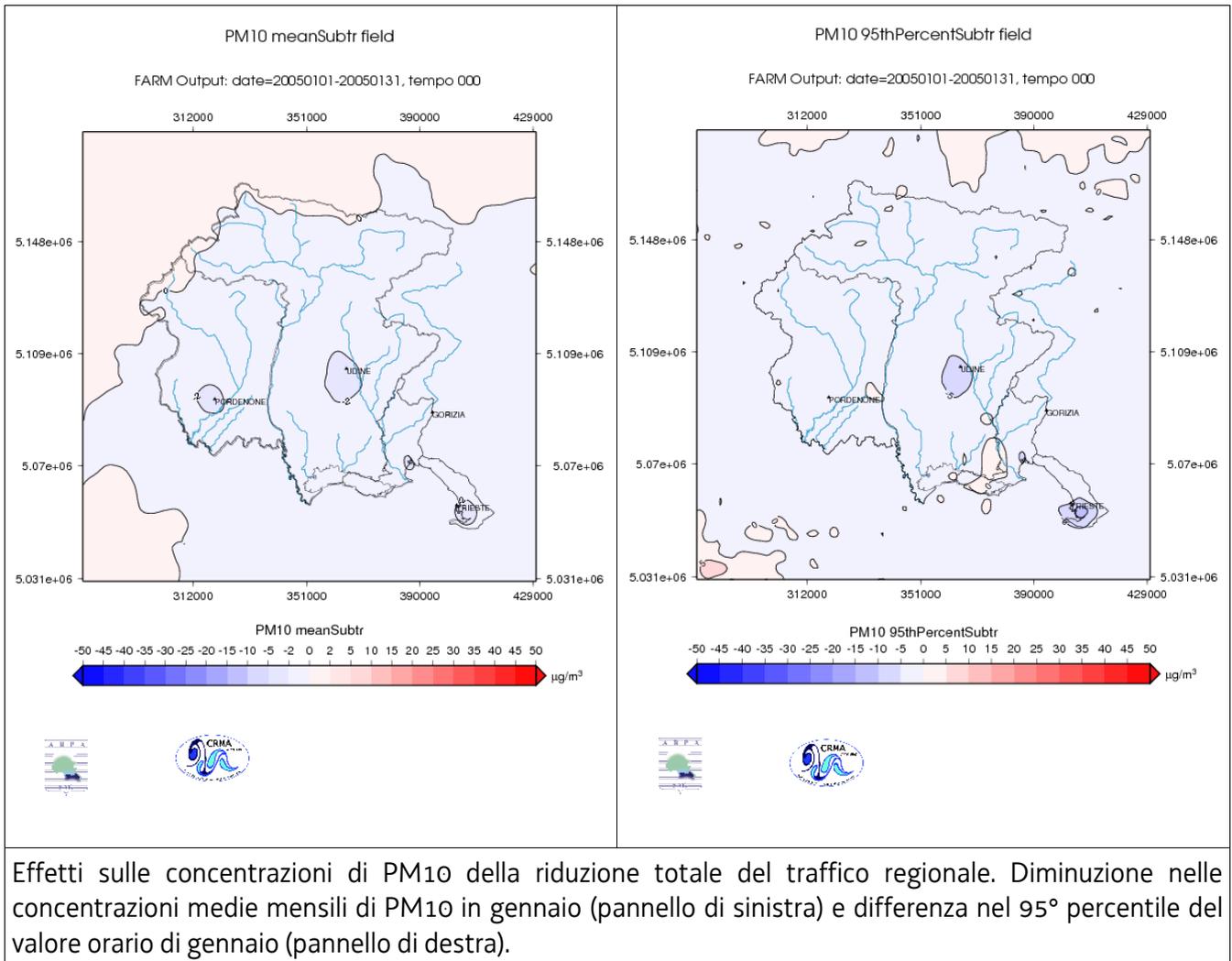
mappa della figura sottostante si notano chiaramente le maggiori concentrazioni di materiale particolato poste sulle aree maggiormente urbanizzate e in corrispondenza alle zone industriali.



Concentrazioni medie mensili (pannello di sinistra) e 95° percentile orario (pannello di destra) di PM10 relativi al mese di gennaio.

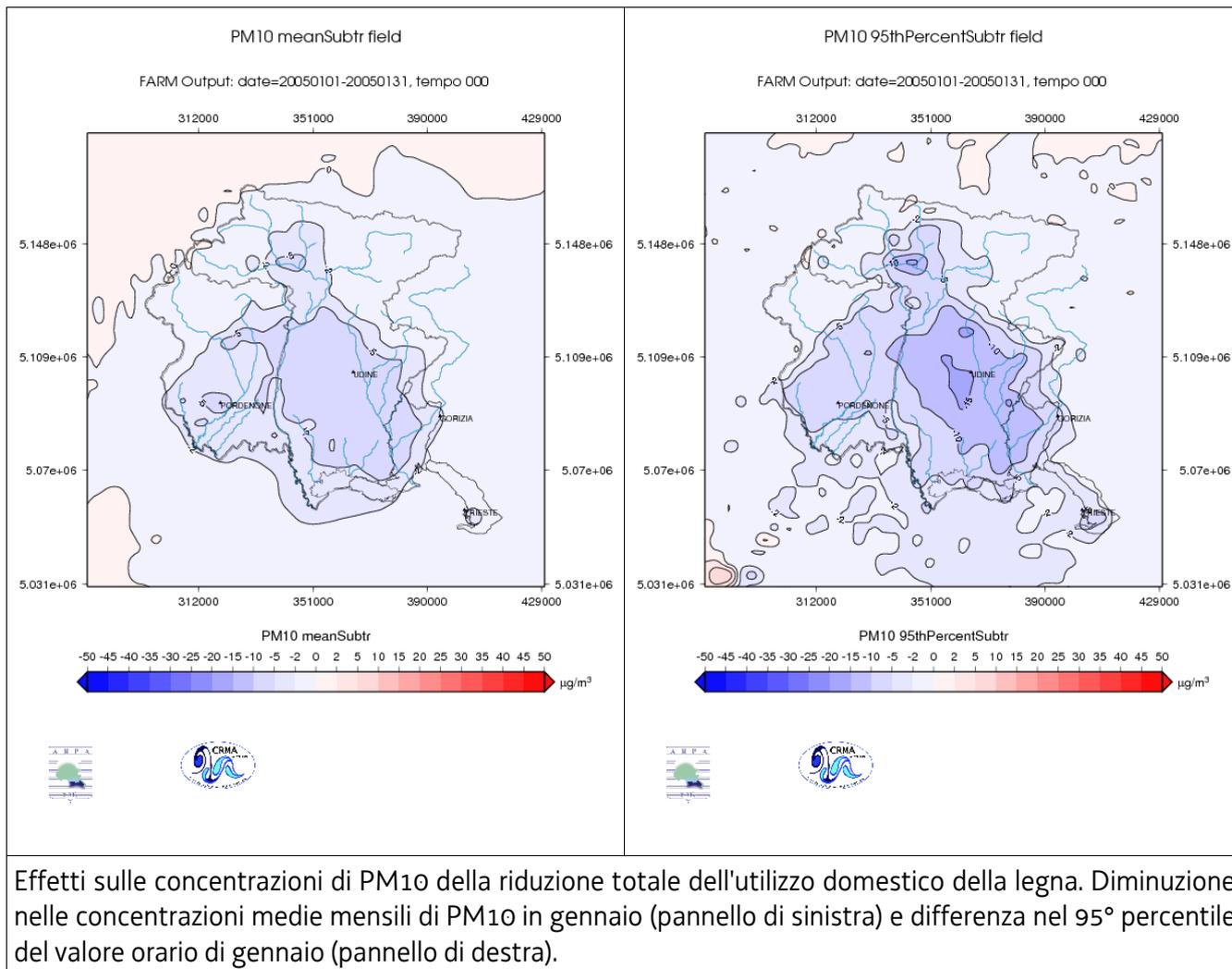
5.1.2.1 Traffico

Gli impatti del traffico sono mostrati in figura, dove si osservano le diminuzioni nelle concentrazioni medie e nel 95° percentile orario a seguito della riduzione di tutte le emissioni legate al traffico. Come si osserva, il peso del traffico sulla concentrazione media mensile di gennaio si può considerare compreso tra 2 e 5 ug/m3, sulle aree maggiormente urbanizzate; relativamente al 95° percentile orario, l'effetto risulta essere ancor maggiore, soprattutto a Udine e in particolare a Trieste, dove le simulazioni numeriche indicano che possa essere superiore ai 10 ug/m3.



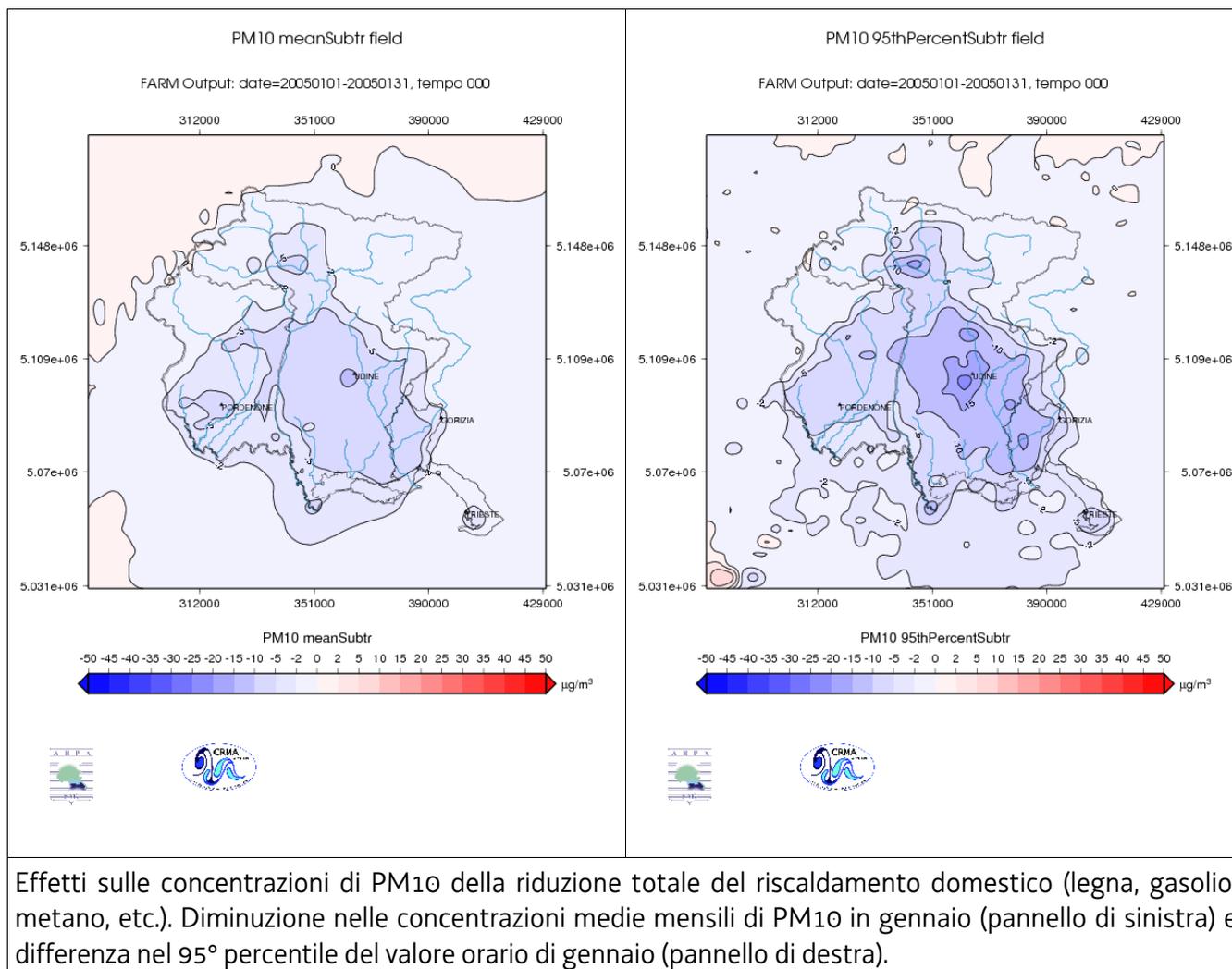
5.1.2.2 Consumo di legna

Gli impatti dell'utilizzo della legna sono mostrati in figura dove si osserva come le emissioni associate a questa sorgente portino un contributo al PM10 superiore ai 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ su tutta la zona pianeggiante della nostra regione. Considerando il 95° percentile orario, il contributo della legna diventa ancora più rilevante: superiore ai 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ su un'ampia area della pianura centrale e del Tolmezzino e superiore ai 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sull'area di Udine.



5.1.2.3 Riscaldamento domestico

Considerando nel complesso tutto il riscaldamento domestico indipendentemente dal tipo di combustibile (legna, gasolio, metano, etc.), gli effetti sulle concentrazioni di PM10 non si discostano moltissimo dal quadro precedente relativo al legno che, in questo modo, diventa la componente principale del riscaldamento alle concentrazioni osservate. Come si osserva in figura, infatti, il riscaldamento domestico complessivamente contribuisce con concentrazioni medie superiori ai 5 ug/m3 su quasi tutte le zone pianeggianti del Friuli Venezia Giulia e superiori ai 10 ug/m3 nella zona Udinese. Per quanto riguarda i valori di picco (95° percentile orario), il contributo del riscaldamento domestico supera i 10 ug/m3 su quasi tutta la zona pianeggiante, supera i 15 ug/m3 sull'area centro-orientale e i 20 ug/m3 sull'Udinese.



5.1.2.4 Riduzione a 18 °C della temperatura negli edifici

Molto interesse riveste la stima degli effetti di una riduzione a 18 °C nelle temperature medie all'interno degli edifici, attualmente assunta statisticamente uguale a 20 °C. Tramite questa azione, infatti, si potrebbero ridurre di quantitativi compresi tra 2 e 5 ug/m3 le concentrazioni medie di PM10 e superiori ai 5 ug/m3 i valori di picco (95° percentile orario), su buona parte della nostra regione. Riduzioni superiori si osservano sul Friuli Centrale. Va anche sottolineato che questa tipologia di azione porterebbe ad un interessante risparmio di combustibile stimato, mediante l'inventario delle emissioni, come compreso tra il 10 e il 15 % del totale annuale.

Si precisa che sussiste una effettiva difficoltà operativa nel realizzare l'azione diffusa relativa alla diminuzione in termini di "temperatura interna" agli edifici.

Per questo motivo si ritiene maggiormente utile e funzionale attuare la misura nei singoli strumenti attuativi a livello locale (PAC) in termini di "riduzione della temperatura impostata sul termostato".

Questa specificazione dovrebbe rendere più agevole l'applicazione della misura in oggetto così come il controllo dell'applicazione della medesima. L'attività di controllo, infatti, risulta particolarmente importante non tanto a livello delle abitazioni private, quanto a livello degli edifici

pubblici o di pubblico utilizzo. L'attuazione della misura negli edifici pubblici, infatti, oltre al beneficio diretto portato da una riduzione delle emissioni (e dei consumi, quindi della spesa) porterà anche un notevole beneficio in termini di esempio alla popolazione.

Si evidenzia inoltre la grande importanza rivestita dal fabbisogno energetico nel consumo di combustibili, quindi sulla qualità dell'aria. Agire sul fabbisogno energetico, però, necessita di misure a medio lungo termine, non di diretta pertinenza del Piano di azione regionale.

Ciò nonostante, si ritiene utile inserire anche nel PAR le informazioni relative ai bassi consumi energetici delle abitazioni a risparmio energetico. Per questo motivo appare ragionevole pensare di attivare nei Piani d'azione comunali un meccanismo premiante per le abitazioni che, essendo costruite con criteri di risparmio energetico, quindi a basse emissioni, meno impattano sulla qualità dell'aria. In base a queste considerazioni, si ritiene ragionevole esentare dalla misura relativa alla riduzione della temperatura interna le abitazioni che rientrino nella categoria B o superiore (A o Casa Passiva), in base all'**attestato di qualificazione energetica o da una equivalente procedura di certificazione energetica stabilita dal Comune.**

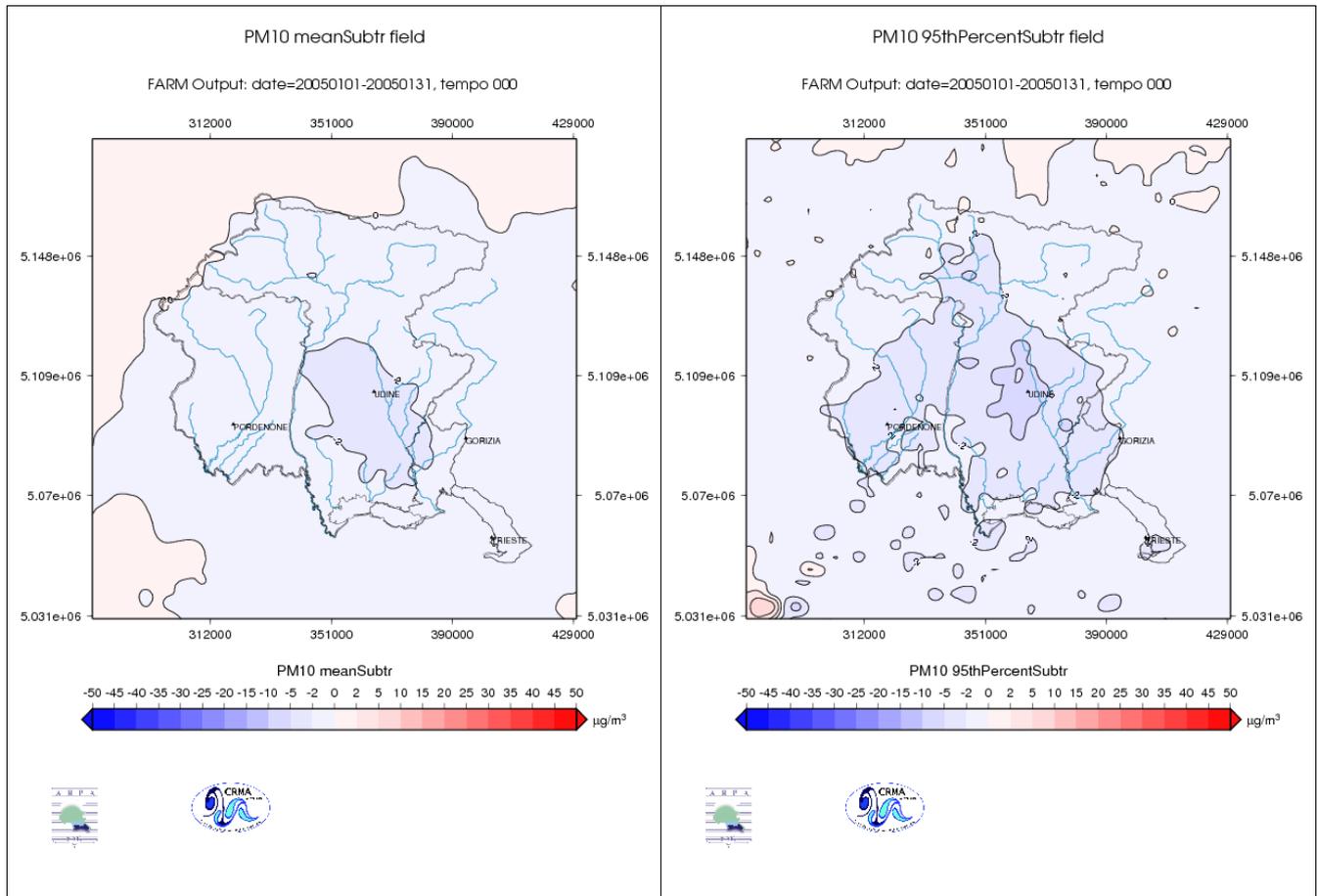
Classificazione energetica edifici

Per quanto riguarda la classificazione energetica degli edifici, questa risulta definita dalla seguente tabella

Classe energetica - EP _H	Zona climatica	E
Basso fabbisogno		
A+	<	14 [kWh/m ² a]
A	<	29 [kWh/m ² a]
B	<	58 [kWh/m ² a]
C	<	87 [kWh/m ² a]
D	<	116 [kWh/m ² a]
E	<	145 [kWh/m ² a]
F	<	175 [kWh/m ² a]
G	≥	175 [kWh/m ² a]
Alto fabbisogno		

relativa alla zona climatica E (da 2100 a 3000 gradi giorno dal 15 ottobre al 15 aprile; comprende la maggior parte del territorio della nostra regione) e che riporta il fabbisogno energetico in kWh al metro quadro per anno.

Maggiori informazioni possono essere reperite dall'Agenzia Regionale per l'Edilizia Sostenibile. Il contesto normativo di riferimento è quello indicato dalle Direttive Europee 2002/91/CE e 2006/32/CE, quest'ultima recepita dal D.Lgs. 115/2008, che ha introdotto la normativa UNI TS 11300.

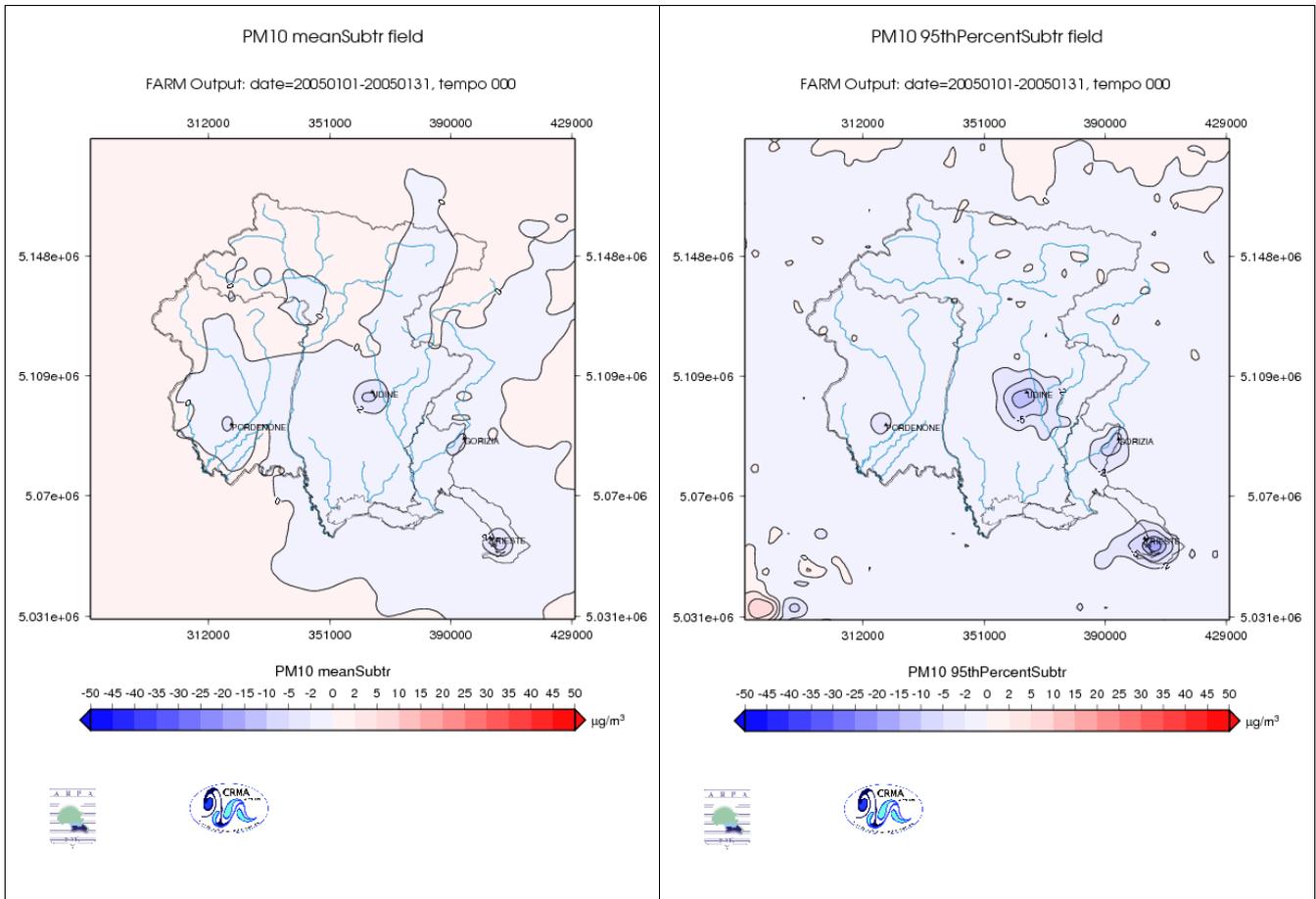


Effetti sulle concentrazioni di PM10 della riduzione di 2 °C nella temperatura interna degli edifici. Diminuzione nelle concentrazioni medie mensili di PM10 in gennaio (pannello di sinistra) e differenza nel 95° percentile del valore orario dello stesso mese (pannello di destra).

5.1.2.5 Soppressione delle emissioni nei capoluoghi di Provincia

Per valutare il peso dei principali conglomerati urbani (quattro capoluoghi di Provincia) sulle concentrazioni di PM10 sono state eliminate totalmente le emissioni associate ai capoluoghi di Provincia ottenendo quanto mostrato nella figura sotto. Da questa immagine si evince come il contributo di queste aree urbanizzate sia significativo solo localmente e comunque con effetti che sono confrontabili con quelli ottenibili mediante la riduzione di 2 °C nella temperatura degli edifici.

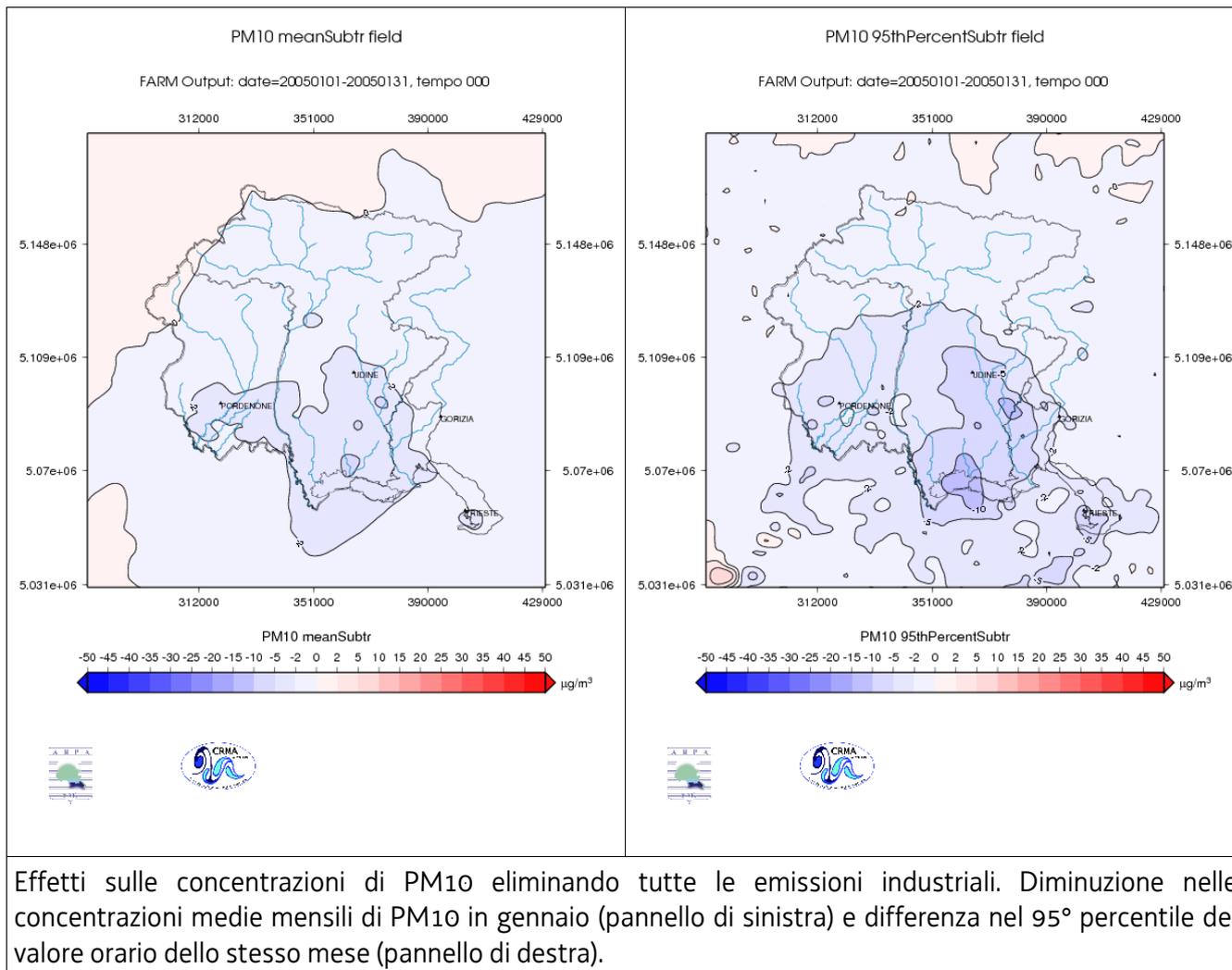
Questa ad ulteriore riprova che le azioni, anche se di modesta entità, applicate su aree ampie portano ad effetti maggiori rispetto alle azioni drastiche applicate localmente.



Effetti sulle concentrazioni di PM10 della riduzione totale delle emissioni associate ai capoluoghi di provincia. Diminuzione nelle concentrazioni medie mensili di PM10 in gennaio (pannello di sinistra) e differenza nel 95° percentile del valore orario dello stesso mese (pannello di destra).

5.1.2.6 Emissioni industriali

Per quanto riguarda le emissioni industriali, il loro effetto risulta essere piuttosto diffuso con maggiori impatti nei pressi delle principali aree produttive. Il contributo alla concentrazione media risulta compreso tra 2-5 µg/m³ su buona parte delle zone pianeggianti e maggiore di 5 nelle aree industrializzate. Relativamente ai valori di picco (95° percentile orario), il contributo risulta essere dell'ordine di 5-10 µg/m³ nella zona centro-orientale e superiore ai 10 µg/m³ sulle zone industriali. Un'attenzione particolare merita la zona di Trieste che, con un contributo industriale di circa 2-5 µg/m³ come valore medio e superiore a 5 µg/m³ come valore di picco, emerge rispetto all'area circostante.



Effetti sulle concentrazioni di PM10 eliminando tutte le emissioni industriali. Diminuzione nelle concentrazioni medie mensili di PM10 in gennaio (pannello di sinistra) e differenza nel 95° percentile del valore orario dello stesso mese (pannello di destra).

5.1.2.7 Emissioni da porti

Molto importante risulta essere anche l'analisi del contributo dei porti, che risultano essere realtà emmissive molto impattanti, ancorché locali, sia in termini di valore medio che di valore estremo delle concentrazioni di PM10. Nel dettaglio, il porto di Trieste risulta contribuire per più di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al valore medio mensile e per più di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al valore di picco nell'area Triestina. Contributi leggermente inferiori, ma comunque significativi, si hanno per il Monfalconese. In quest'area, inoltre, l'impatto del porto sembra essere maggiormente limitato e lontano rispetto alle zone maggiormente abitate.

Si precisa che la valutazione del peso delle diverse tipologie emmissive presentata nel presente piano di azione regionale è stata condotta utilizzando l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera (INEMAR) relativo all'anno 2005 e il modello fotochimico off-line (FARM). L'inventario delle emissioni, in particolare, è stato realizzato utilizzando delle metodiche *bottom-up* sviluppate a livello europeo e popolando con dati e modalità condivisi a livello nazionale. Le stime relative alle emissioni portuali realizzate con questo sistema per il Friuli Venezia Giulia sono inoltre in linea con le stime effettuate a livello nazionale dall'ISPRA (con una metodica *top-down*).

Risulterebbe comunque di estremo interesse poter visionare i dati raccolti nell'ambito del Rapporto Ambientale del Piano Regolatore Portuale sia ai fini di verifica che di integrazione delle

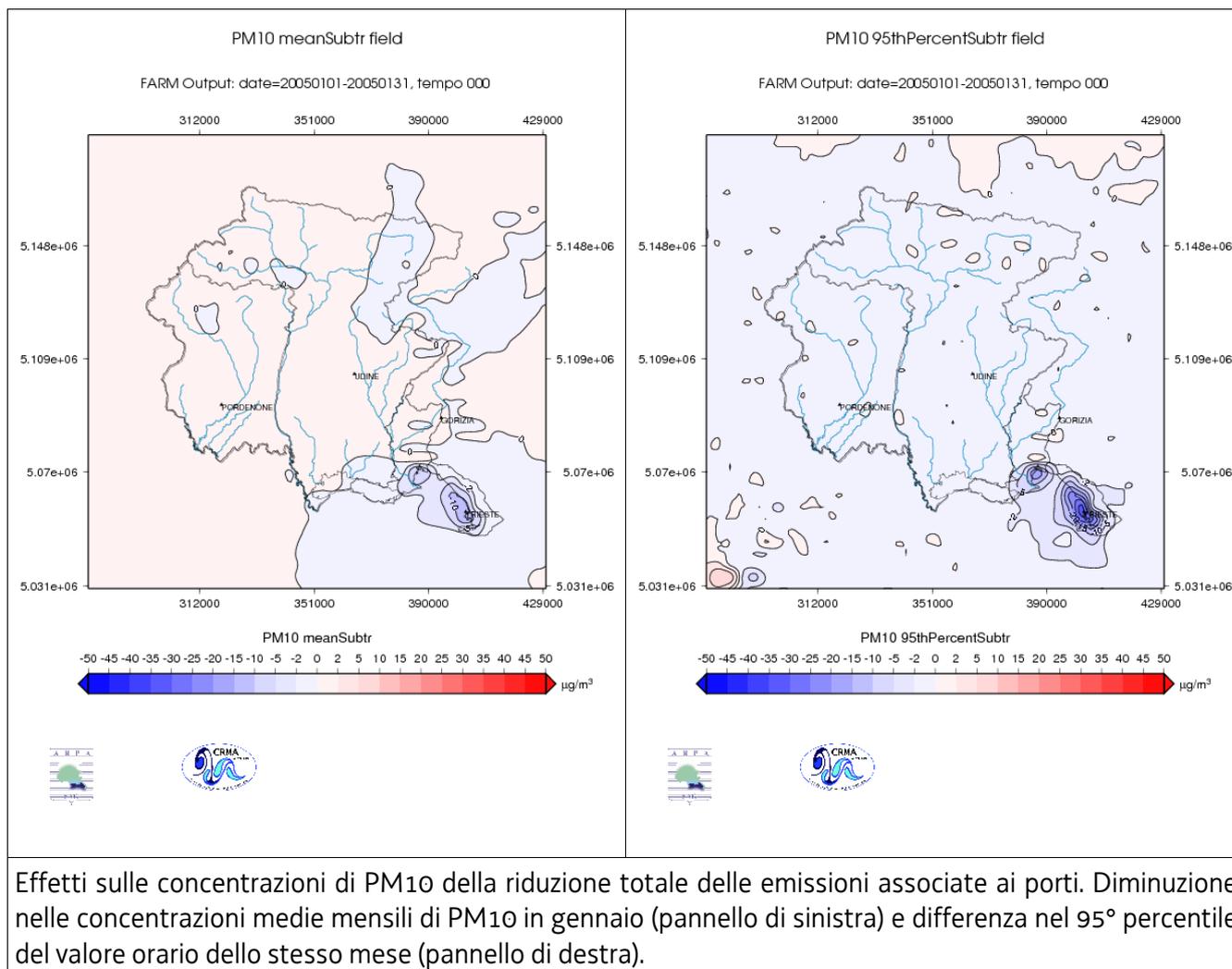
informazioni per una più corretta valutazione del peso delle diverse sorgenti. Ciò potrà riguardare un futuro aggiornamento del presente documento.

Come sopra indicato, il modello numerico adottato per lo scorporo delle sorgenti (*source apportionment*) è un sistema numerico fotochimico euleriano, cioè che effettua le simulazioni su una griglia regolare che, nel caso specifico, ha una risoluzione di 4x4 km. Questa scelta, effettuata anche a livello nazionale dal Ministero dell'Ambiente (tramite ENEA e ISPRA con il medesimo sistema numerico). Il motivo per cui non è stato individuato un recettore è pertanto insito nella tipologia di simulazione numerica, che fornisce informazioni su una griglia regolare e non per un punto specifico. Diverso sarebbe stato il caso qualora fosse stato utilizzato un sistema a puff o lagrangiano a particella. Questo tipo di simulazioni, però, mal si adattano alla rappresentazione delle reazioni chimiche. Nella predisposizione del PAR, si è ritenuto indispensabile procedere con l'approccio fotochimico in quanto, lavorando a scala di bacino, era fondamentale cercare di riprodurre anche la formazione del particolato secondario e in generale tutte le reazioni chimiche che coinvolgono gli ossidi di azoto, fondamentali anche per valutare il *source apportionment* dell'NO₂ e vieppiù dell'ozono.

Nella versione attuale dell'inventario INEMAR, il contributo dei mezzi di movimentazione di terra non è stato preso in considerazione in quanto queste informazioni non erano state rese disponibili. Dato che le medesime sono ora disponibili, in quanto utilizzate nell'elaborazione del Piano Regolatore Portuale, si ritiene di inserirle nel computo totale delle emissioni in un futuro aggiornamento del PAR.

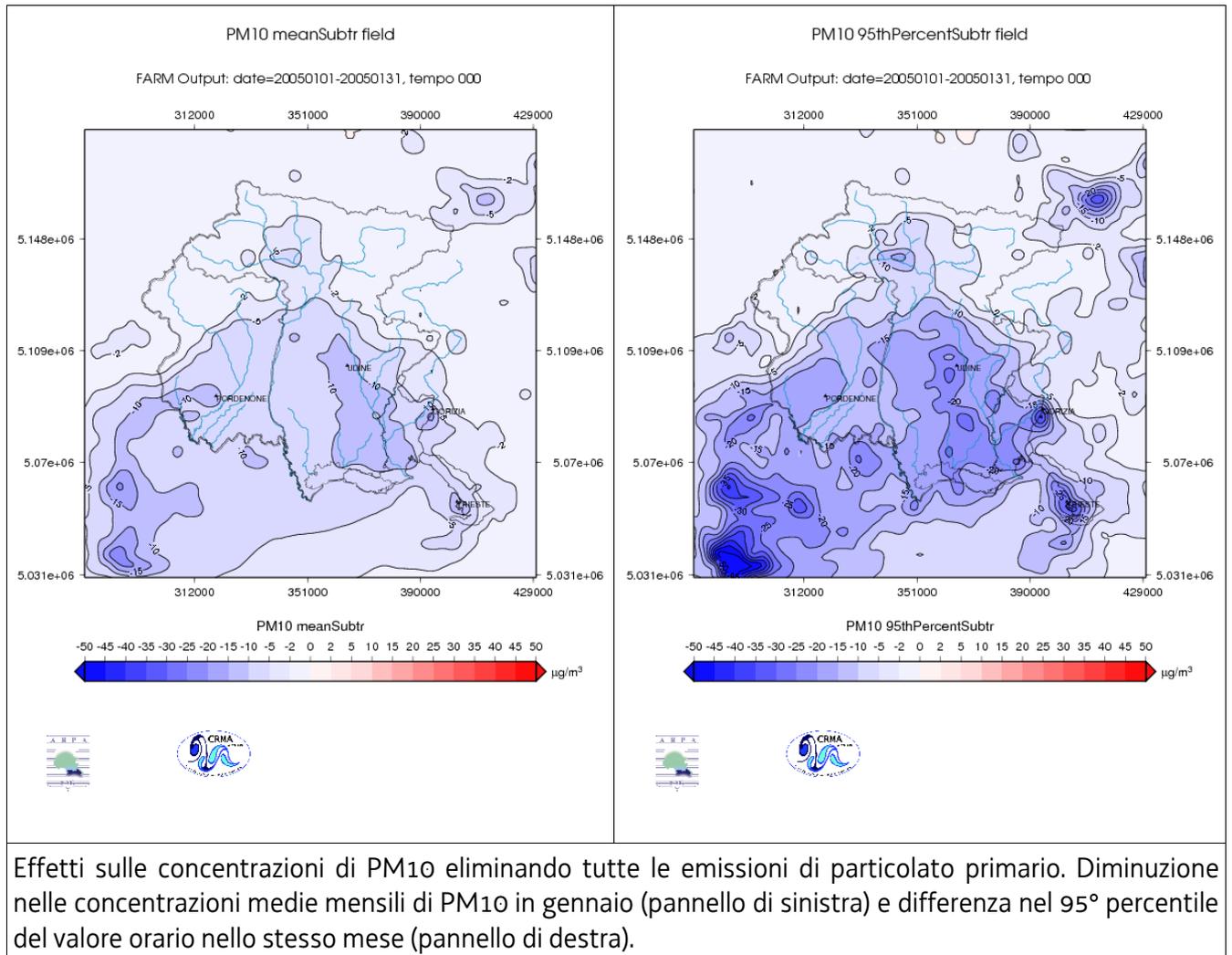
Diverso è invece il discorso per i mezzi adibiti a trasporto merci che arrivano via nave nel porto di Trieste, i quali sono presi in considerazione non solo per l'area Triestina, ma per tutto il contesto regionale.

Viene ulteriormente ribadito che le valutazioni riportate nel Piano di Azione Regionale sono state condotte con un modello fotochimico al fine di tener conto degli effetti delle reazioni di formazione degli inquinanti secondari (PM₁₀, NO₂ e O₃ in particolare) a scala di bacino. Ciò non toglie che, come correttamente suggerito durante la fase delle consultazioni previste nel processo di VAS, sia opportuno approfondire ulteriormente gli aspetti emissivi e di impatto sulla qualità dell'aria delle diverse realtà che compongono le infrastrutture portuali. Un'importante spinta a procedere in tal senso potrà sicuramente arrivare dalle informazioni messe a disposizione dall'Autorità Portuale medesima e di queste si terrà conto in un futuro aggiornamento del PAR.



5.1.2.8 Contributo del particolato primario

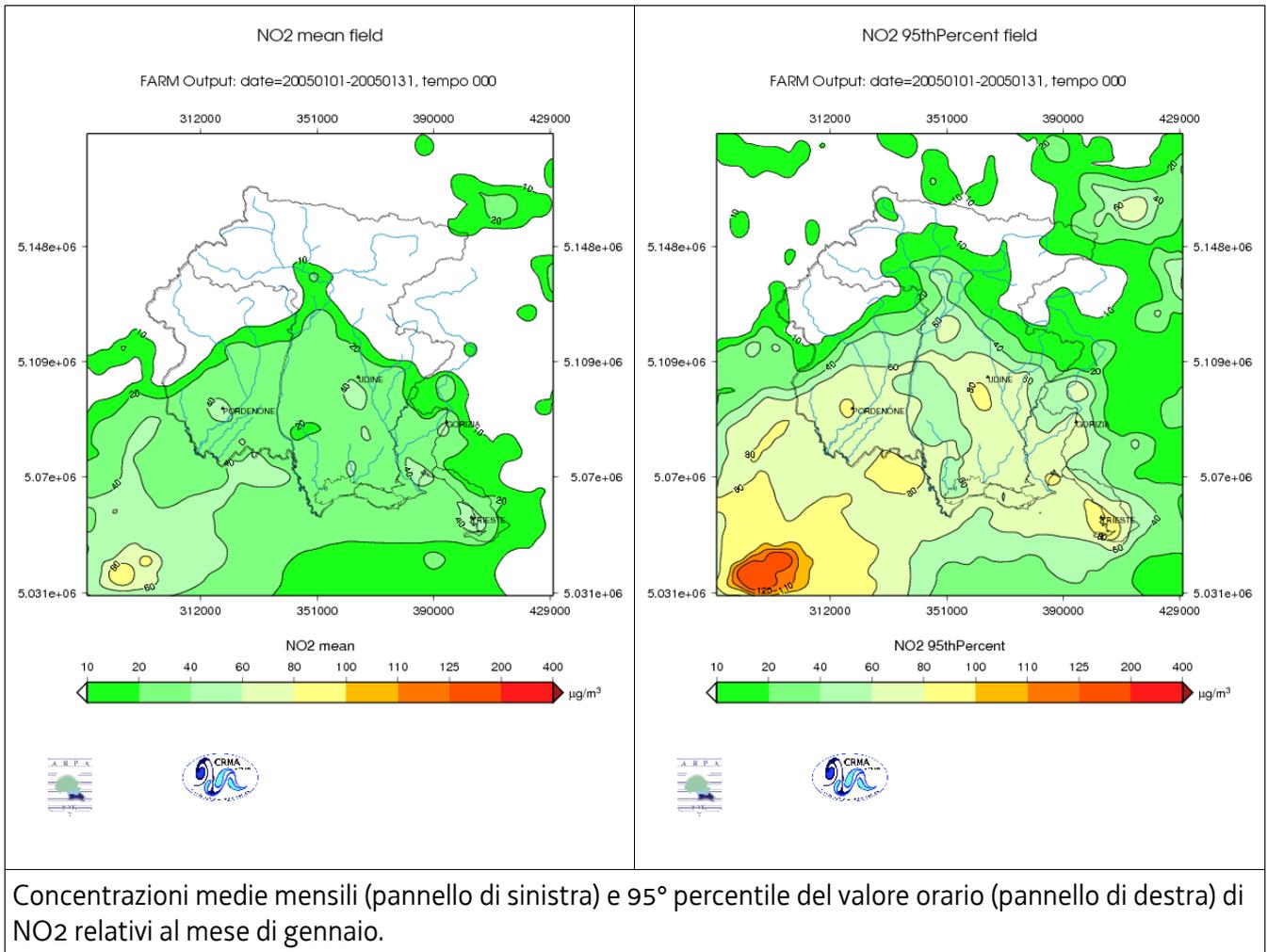
Al fine di valutare gli impatti delle diverse tipologie di pressioni, si è proceduto a stimare i contributi alle concentrazioni di PM10 del particolato primario, cioè quello che viene emesso direttamente in atmosfera e non si forma a seguito di reazioni chimiche. I risultati mostrano come il particolato primario svolga un ruolo importante ma a pari merito o leggermente inferiore a quello giocato dal particolato secondario. Nel dettaglio, sulla zona pianeggiante il particolato primario contribuisce alla concentrazione media superiore a 20 µg/m³ con circa 5-10 µg/m³; nelle zone dove le concentrazioni di PM10 sono maggiori (dell'ordine di 25-30 µg/m³) il contributo del particolato primario risulta essere superiore a 10 µg/m³. Per quanto riguarda il contributo del particolato primario ai valori di picco, questo sembra essere in proporzione inferiore al ruolo giocato con le concentrazioni medie, essendo dell'ordine di 10 µg/m³ nelle aree dove il 95° percentile orario risulta dell'ordine di 40 µg/m³ e superiore ai 20 µg/m³ nelle aree dove il 95° percentile orario risulta superiore ai 40 µg/m³. Anche in questo caso risulta essere di particolare interesse il contributo del particolato primario nell'area Triestina e Monfalconese; non è ancora chiaro se questo accada per gli effetti dei porti, per gli effetti dell'industria o per una combinazione di queste pressioni.



5.1.3 Impatti dei diversi casi emissivi sul biossido di azoto (NO₂)

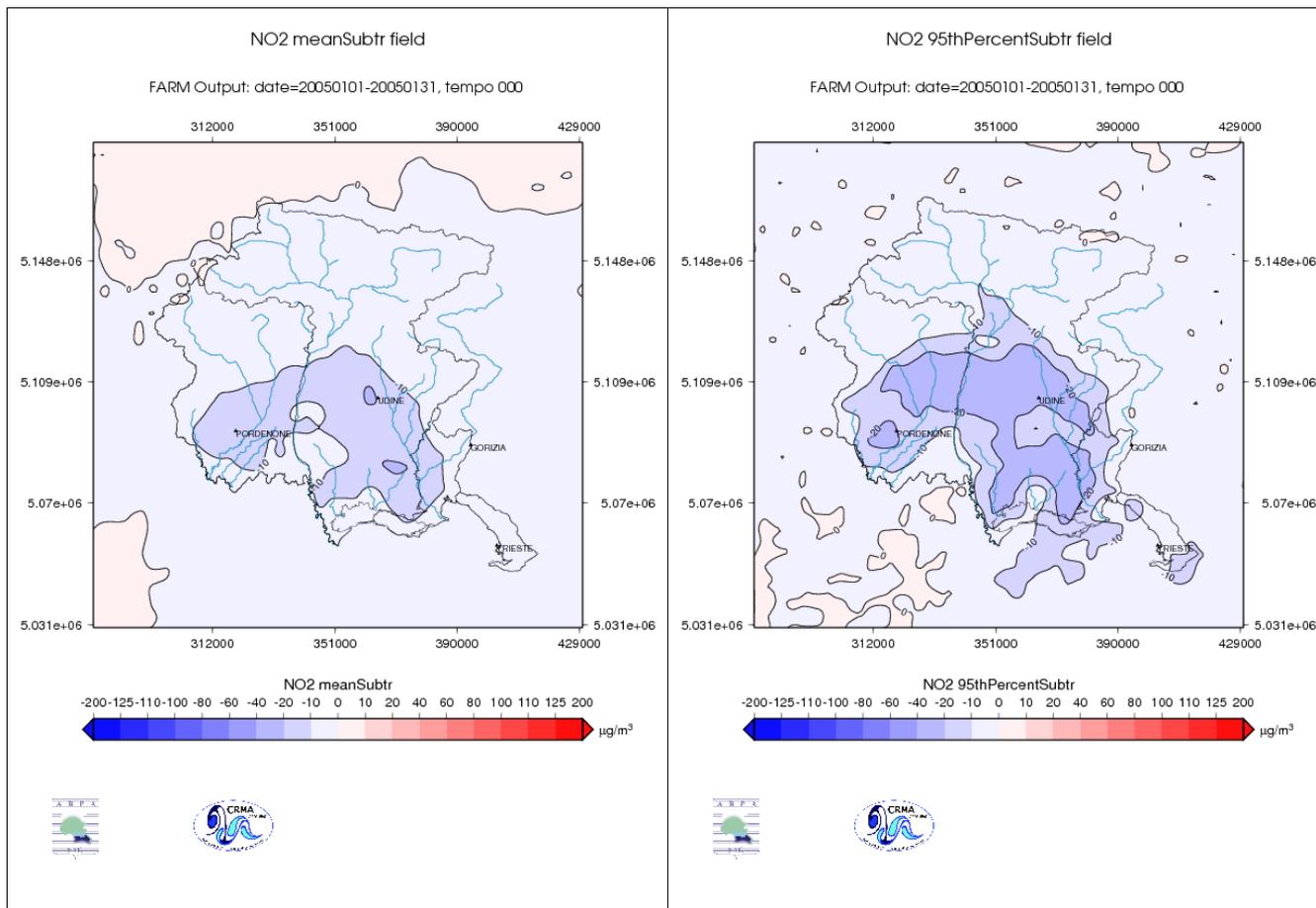
Così come fatto con il materiale particolato, anche per il biossido di azoto si è proceduto ad analizzare il comportamento del mese di gennaio, essendo questo un periodo particolarmente significativo per quanto riguarda le concentrazioni di NO₂.

Il caso imperturbato (comprensivo di tutte le sorgenti emissive) delle simulazioni effettuate per il mese di gennaio, mostra come le maggiori concentrazioni medie di NO₂ si osservino sulla zona pianeggiante della nostra regione e comunque associate alle aree maggiormente antropizzate, quindi con gradienti molto forti associati all'orografia. Non bisogna infatti dimenticare che il biossido di azoto è un inquinante con ridotti tempi di persistenza in atmosfera. Nel dettaglio (figura sottostante), nella concentrazione media mensile di gennaio si osservano valori superiori ai 20 µg/m³ sulle zone pianeggianti e superiori a 40 µg/m³ nelle zone più densamente abitate o industrializzate. Per quanto riguarda i valori di picco (95° percentile del valore orario), nelle zone maggiormente industrializzate ed urbanizzate si osservano valori superiori a 80 µg/m³.



5.1.3.1 Emissioni da traffico

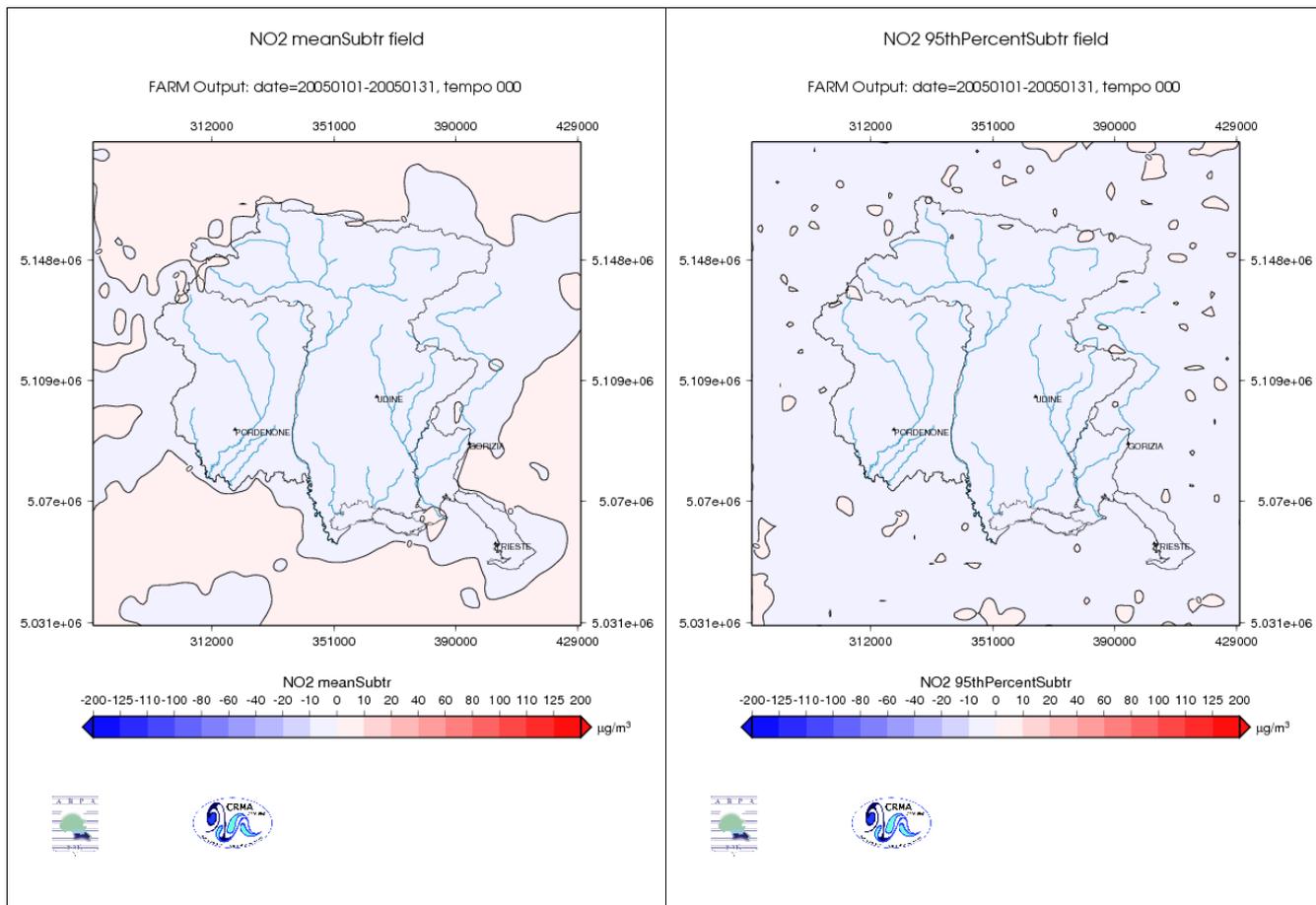
Valutando il contributo del traffico sulle concentrazioni sopra riportate emerge come il peso di questa sorgente emissiva sulla concentrazione media mensile sia quantificabile tra 10 e 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sulle zone pianeggianti della nostra regione e in particolare superiore ai 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sull'Udinese. L'effetto del traffico sui valori di picco è invece ancora maggiore, raggiungendo e superando i 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ su un'ampia porzione della regione.



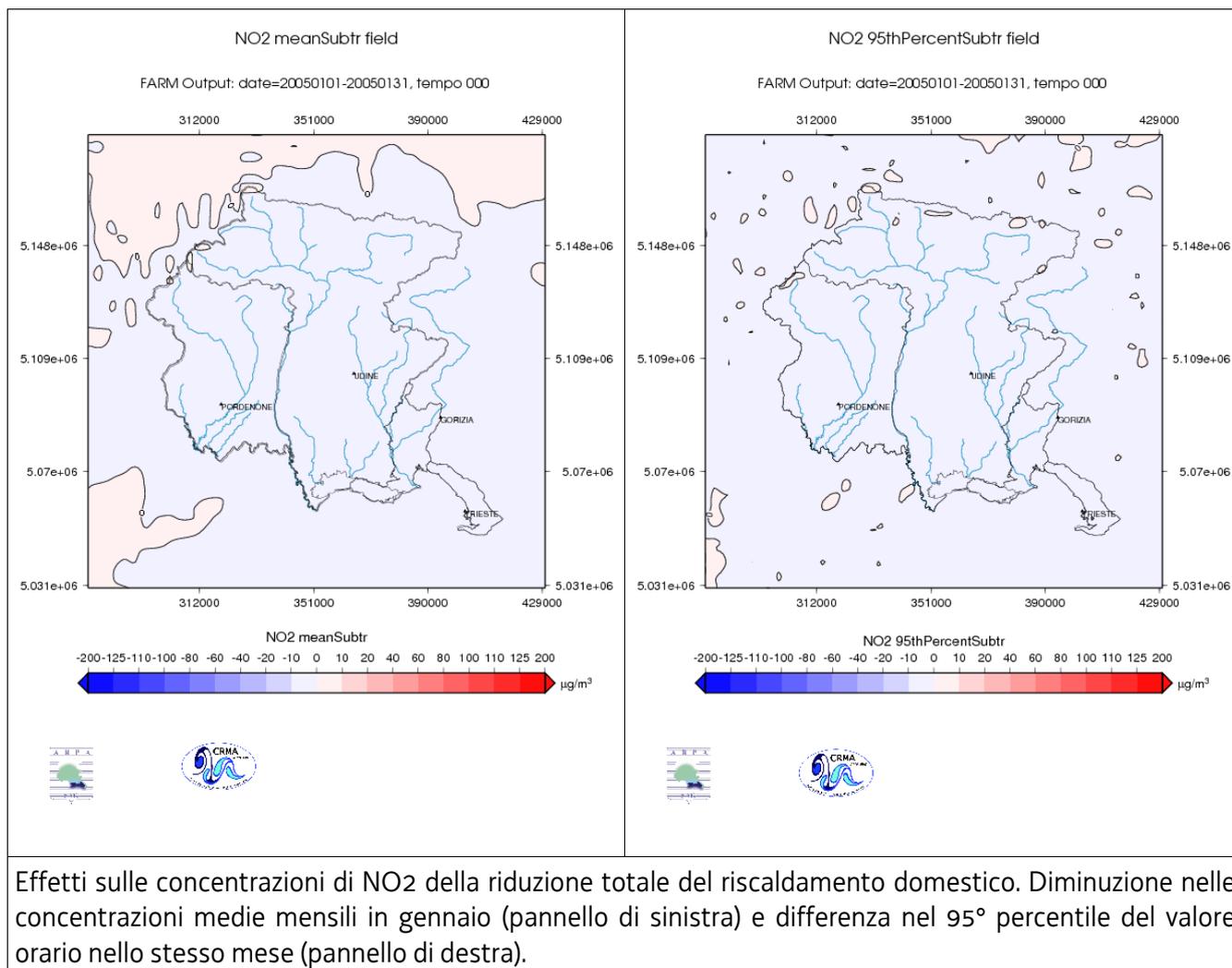
Effetti sulle concentrazioni di NO₂ della riduzione totale del traffico regionale. Diminuzione nelle concentrazioni medie mensili in gennaio (pannello di sinistra) e differenza nel 95° percentile del valore orario nello stesso mese (pannello di destra).

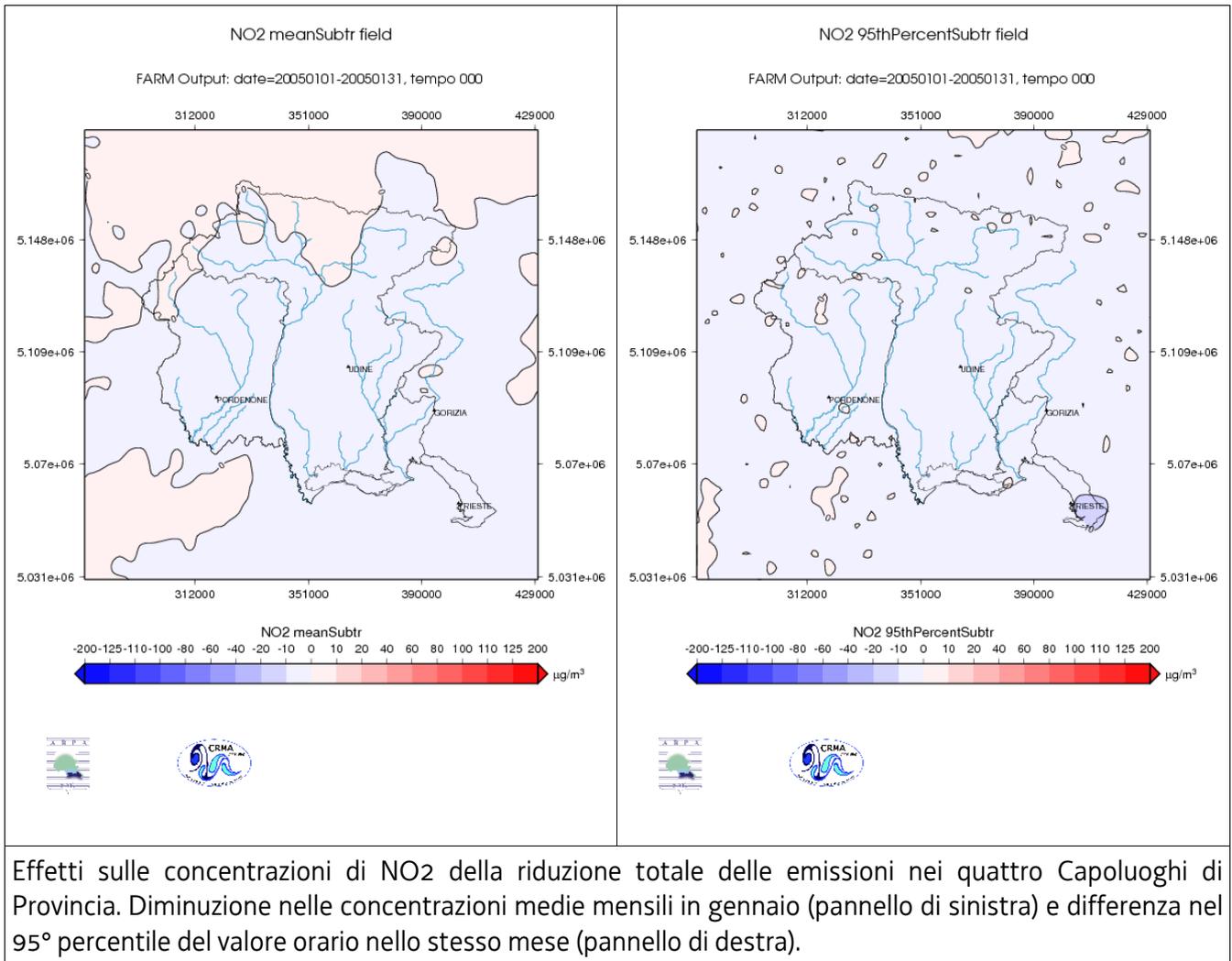
5.1.3.2 Emissioni da legna, riscaldamento domestico e riduzione temperature medie negli edifici

Per quanto riguarda gli effetti delle emissioni associate all'utilizzo della legna, del riscaldamento domestico e alla riduzione a 18 °C della temperatura media all'interno degli edifici, questi nel complesso sembrano essere sempre compresi tra 0 e 10 µg/m³ su tutto il territorio regionale, sia in termini di concentrazioni medie mensili che di valori di picco (95° percentile). Anche gli effetti della soppressione delle emissioni associate ai capoluoghi di Provincia risultano essere comprese tra 0 e 10 µg/m³, a parte l'area di Trieste dove sono superiori ai 10 µg/m³, ma solo per quanto riguarda i valori di picco.



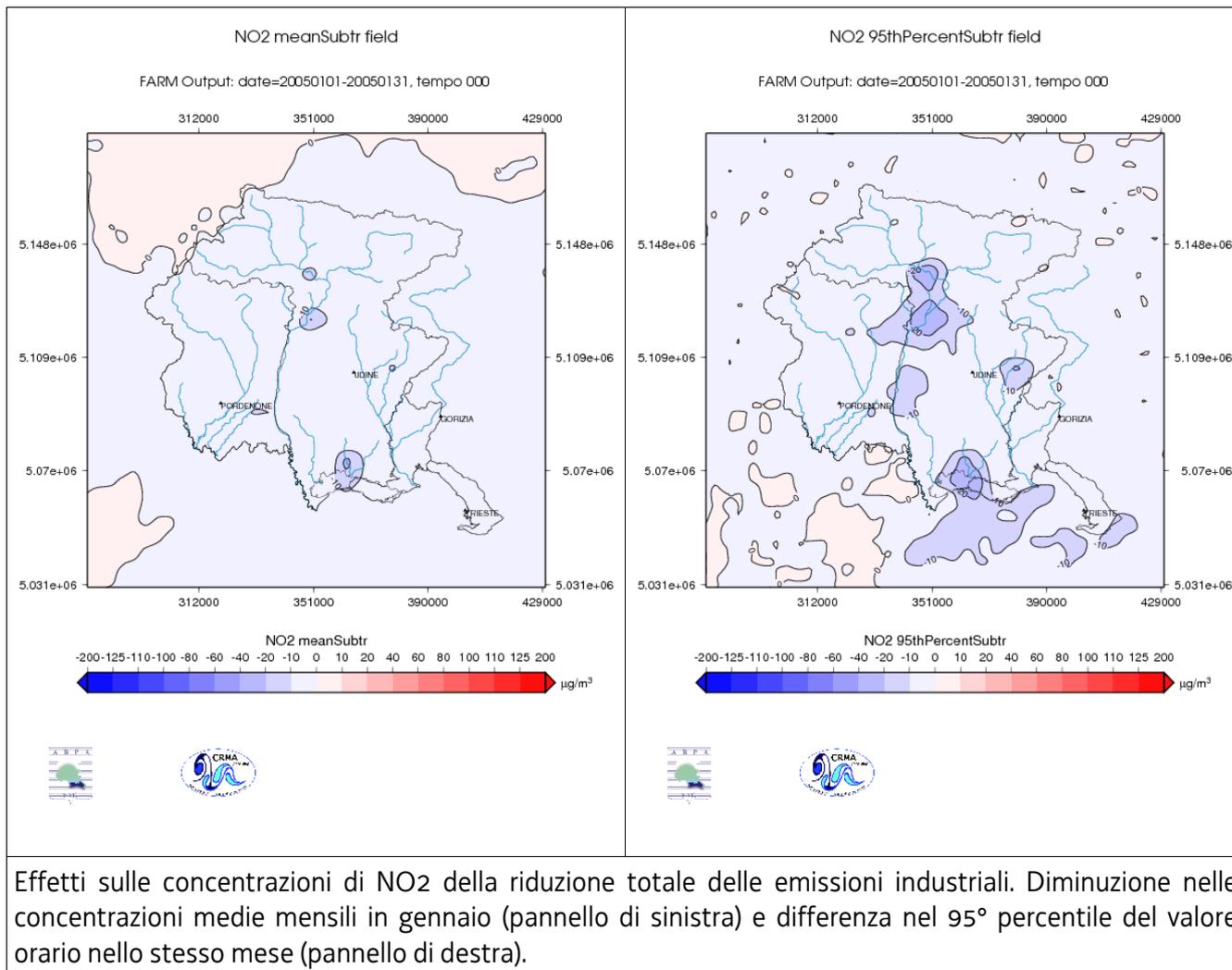
Effetti sulle concentrazioni di NO2 della riduzione totale del consumo di legna. Diminuzione nelle concentrazioni medie mensili in gennaio (pannello di sinistra) e differenza nel 95° percentile del valore orario nello stesso mese (pannello di destra).





5.1.3.3 Emissioni industriali

Diverso impatto sul biossido di azoto rivestono le sorgenti industriali con quantitativi superiori a 10 µg/m³ nelle concentrazioni medie e superiori a 20 µg/m³ nei valori di picco (95° percentile del valore orario), anche se limitatamente alle sole aree maggiormente antropizzate.

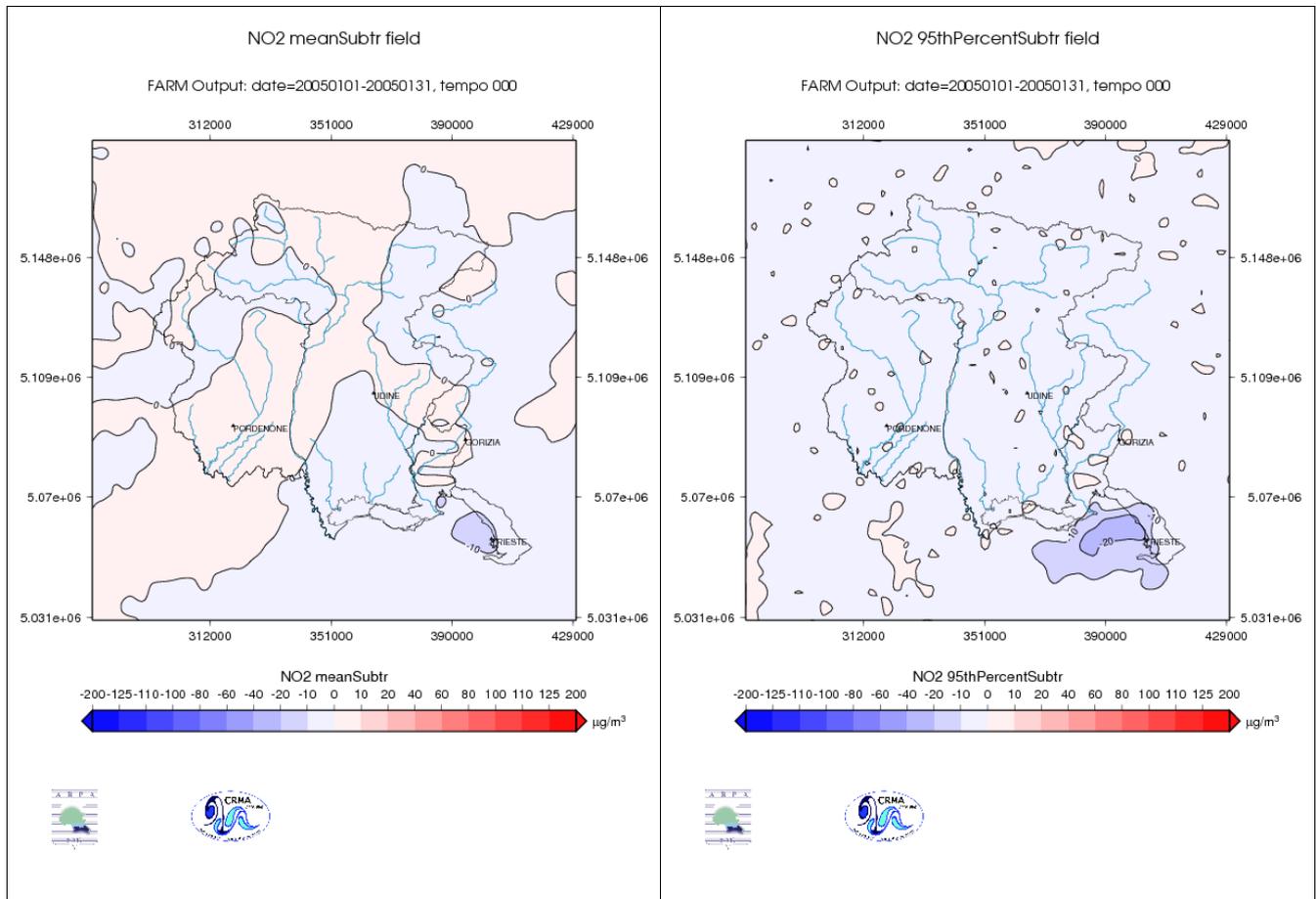


5.1.3.4 Emissioni da porti

Per quanto riguarda i porti, queste infrastrutture rivestono un ruolo significativo in termini di effetti sulle concentrazioni di NO₂, in particolare quello relativo alla zona di Trieste, con un contributo alla concentrazione media mensile compreso tra 10 e 20 µg/m³ e un contributo ai valori di picco superiore a 20 µg/m³. Questi effetti, inoltre, a seguito della relativamente ridotta persistenza in atmosfera del biossido di azoto, si fanno sentire principalmente nell'intorno della sorgente emissiva che, nel caso dei porti, risulta avere anche una componente in movimento e non solo stazionaria.

Nonostante le emissioni portuali siano rilevanti, in particolare per la città di Trieste, non si è ritenuto opportuno agire su queste nell'ambito del PAR, dato che le possibili azioni sono sostanzialmente di tipo strutturale (esempio elettrificazione delle banchine), quindi oggetto del Piano di miglioramento della qualità dell'aria e di un futuro aggiornamento dello stesso. Inoltre, la Direttiva Europea 2005/33/CE, già stabilisce che, a partire dal primo gennaio 2010, le navi attraccate in porti europei o alla rada debbano utilizzare combustibili con ridotto tenore di zolfo a meno che non utilizzino sistemi di abbattimento degli inquinanti (articolo 4 *ter* e *quater*). Vista la rilevanza dell'argomento, ancorché questo aspetto non rientri nelle tematiche del PAR, si ritiene

che la futura riorganizzazione del Porto di Trieste sia un'importante occasione non solo per promuovere gli scambi commerciali, ma anche per rendere questa strategica infrastruttura meno impattante per l'ambiente.



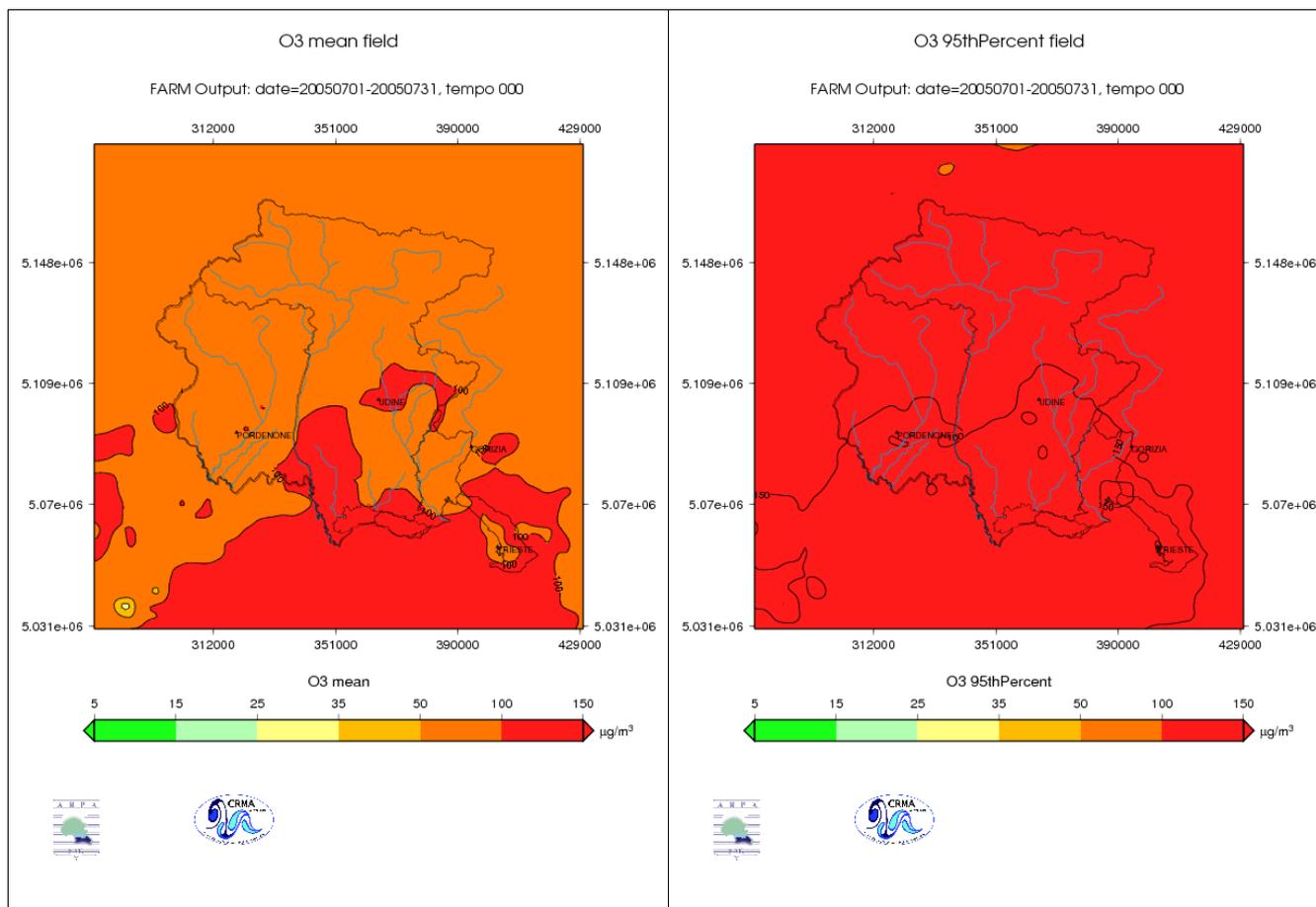
Effetti sulle concentrazioni di NO₂ della riduzione totale delle emissioni portuali. Diminuzione nelle concentrazioni medie mensili in gennaio (pannello di sinistra) e differenza nel 95° percentile del valore orario nello stesso mese (pannello di destra).

5.1.4 Impatti dei diversi casi emissivi sull'ozono (O₃)

Poiché la componente primaria dell'ozono è sostanzialmente trascurabile rispetto a quella secondaria, l'effetto delle diverse tipologie emissive può essere stimato solamente attraverso l'utilizzo di un modello fotochimico quale quello utilizzato in questo studio. Inoltre, proprio in quanto le reazioni chimiche che portano alla formazione dell'ozono sono una funzione non lineare delle concentrazioni degli inquinanti suoi precursori (NO₂, CO, composti organici volatili, etc.), non dovrà sorprendere che la riduzione di una tipologia emissiva possa contemporaneamente portare all'aumento e diminuzione delle concentrazioni di O₃ in zone diverse che differiscono per il valore assoluto dei precursori di questo inquinante. Poiché, come sopra accennato, la formazione dell'ozono deve necessariamente avere a disposizione quantitativi significativi di radiazione solare, le simulazioni numeriche riguarderanno solamente il mese di luglio e le tipologie

emissive tipiche di questo mese estivo. Verranno pertanto tralasciati i casi della componente emissiva associata alla combustione della legna e del riscaldamento domestico, così come la riduzione della temperatura interna negli edifici.

Il caso imperturbato (comprensivo di tutte le sorgenti) delle simulazioni effettuate per il mese di luglio (figura sottostante), mostra come le concentrazioni medie di O₃ siano ubiquitariamente elevate sulla nostra regione (concentrazioni medie superiori a 35 ug/m³) anche se le zone costiere e marine sono caratterizzate da concentrazioni medie maggiori (superiori ai 50 ug/m³). Per quanto riguarda i valori di picco (95° percentile del valore orario), questi possono superare i 100 ug/m³ su tutta la regione e i 150 ug/m³ sulla zona costiera e di bassa pianura.

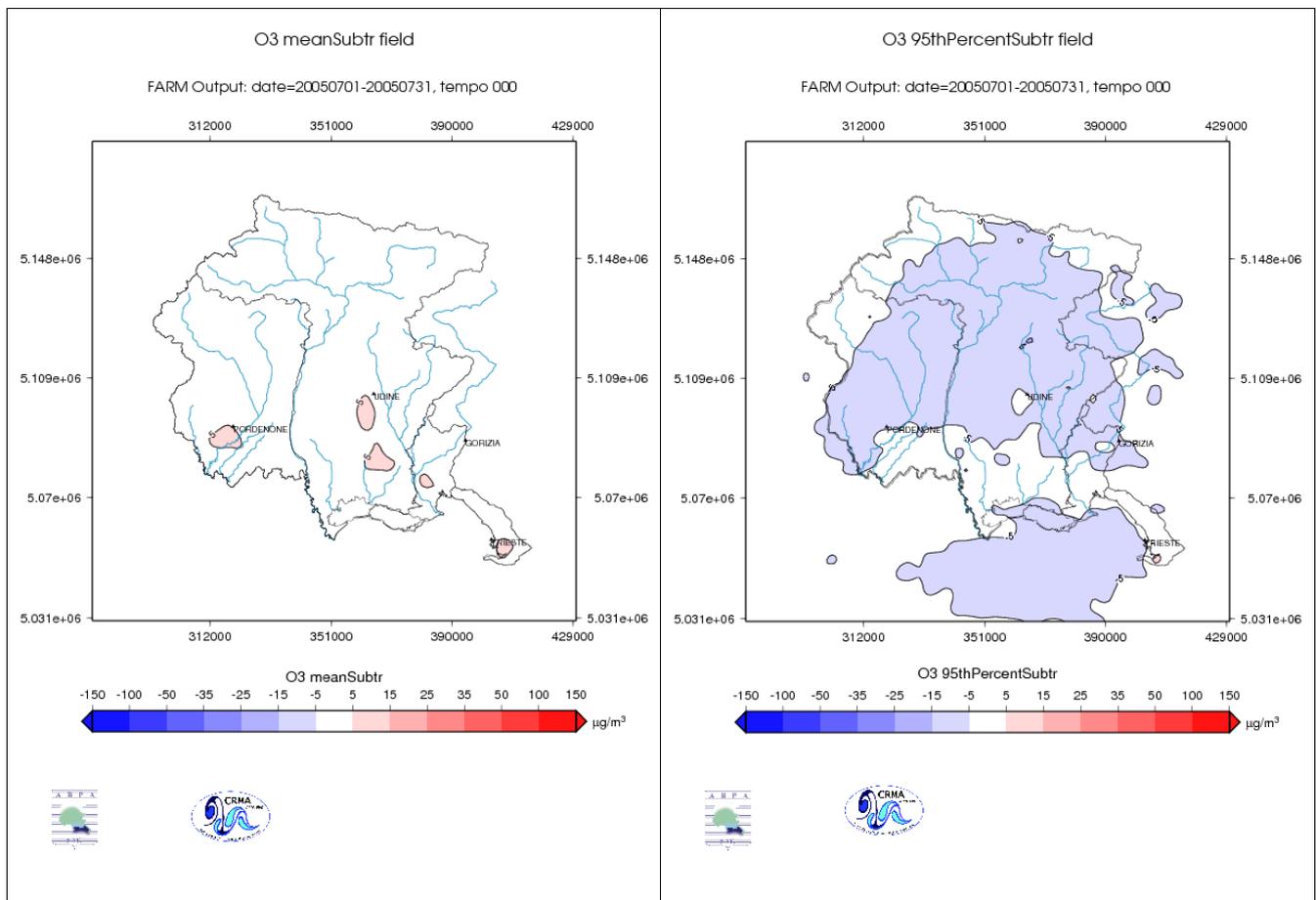


Concentrazioni medie mensili (pannello di sinistra) e 95° percentile del valore orario (pannello di destra) di ozono relativi al mese di luglio.

5.1.4.1 Emissioni da traffico

Gli effetti del traffico sulle concentrazioni estive di ozono sono mostrati nella figura sotto, da dove si evince come la riduzione totale del traffico porterebbe ad un aumento delle concentrazioni medie di luglio di circa 5-15 ug/m³ nei pressi dei principali centri urbanizzati e aree maggiormente trafficate (svincolo autostradale di Palmanova), ma contemporaneamente ad una riduzione di circa 5-15 ug/m³ nelle concentrazioni degli episodi di picco su buona parte del territorio regionale, in particolare sulla zona montana e su quella costiera dove, inoltre, si osservano le

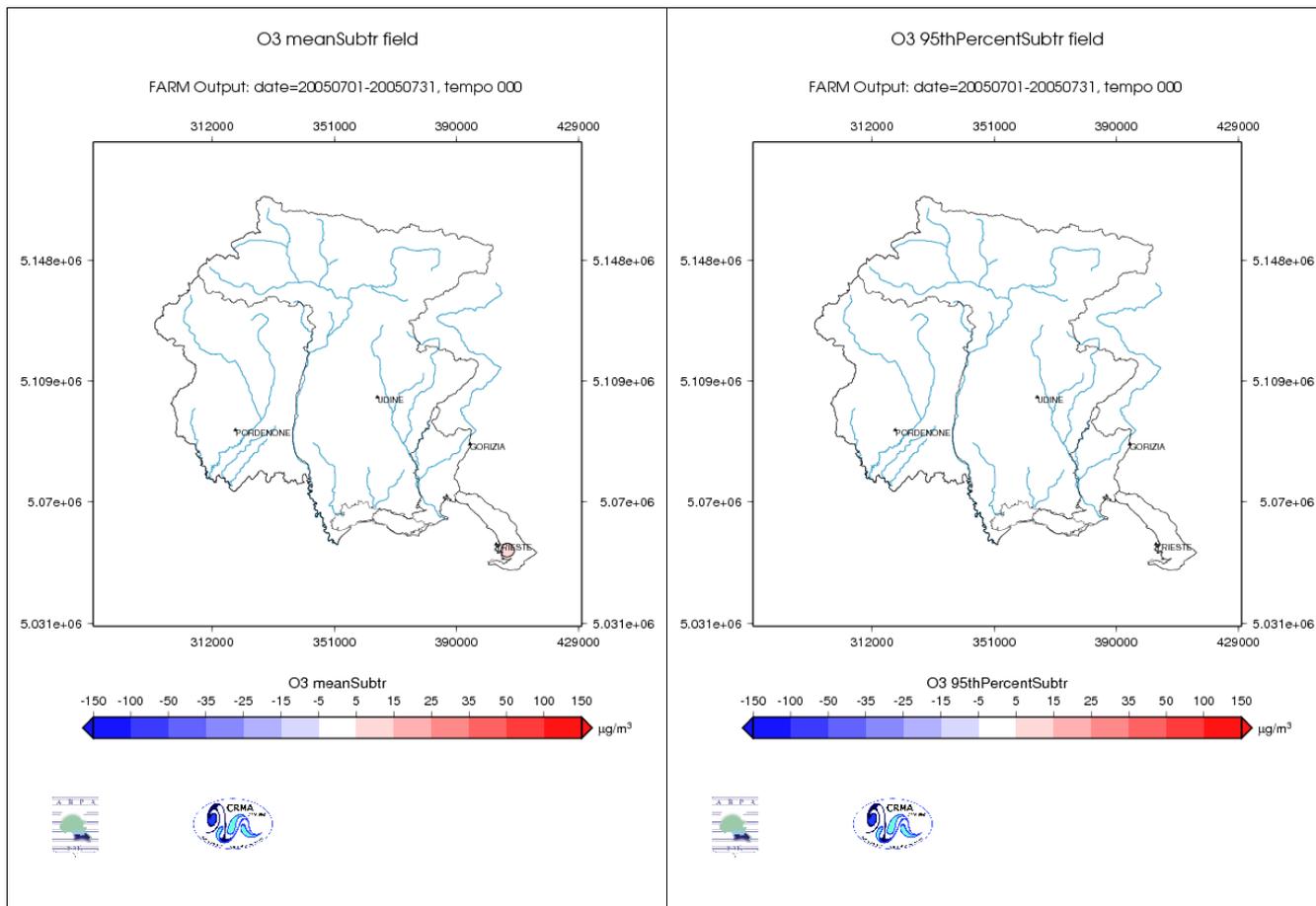
concentrazioni di picco maggiori. Questo esempio illustra in maniera emblematica gli effetti della non linearità nel comportamento dell'ozono.



Effetti sulle concentrazioni di O₃ della riduzione totale delle emissioni da traffico. Diminuzione nelle concentrazioni medie mensili in luglio (pannello di sinistra) e differenza nel 95° percentile del valore orario nello stesso mese (pannello di destra).

5.1.4.2 Emissioni dai principali centri abitati

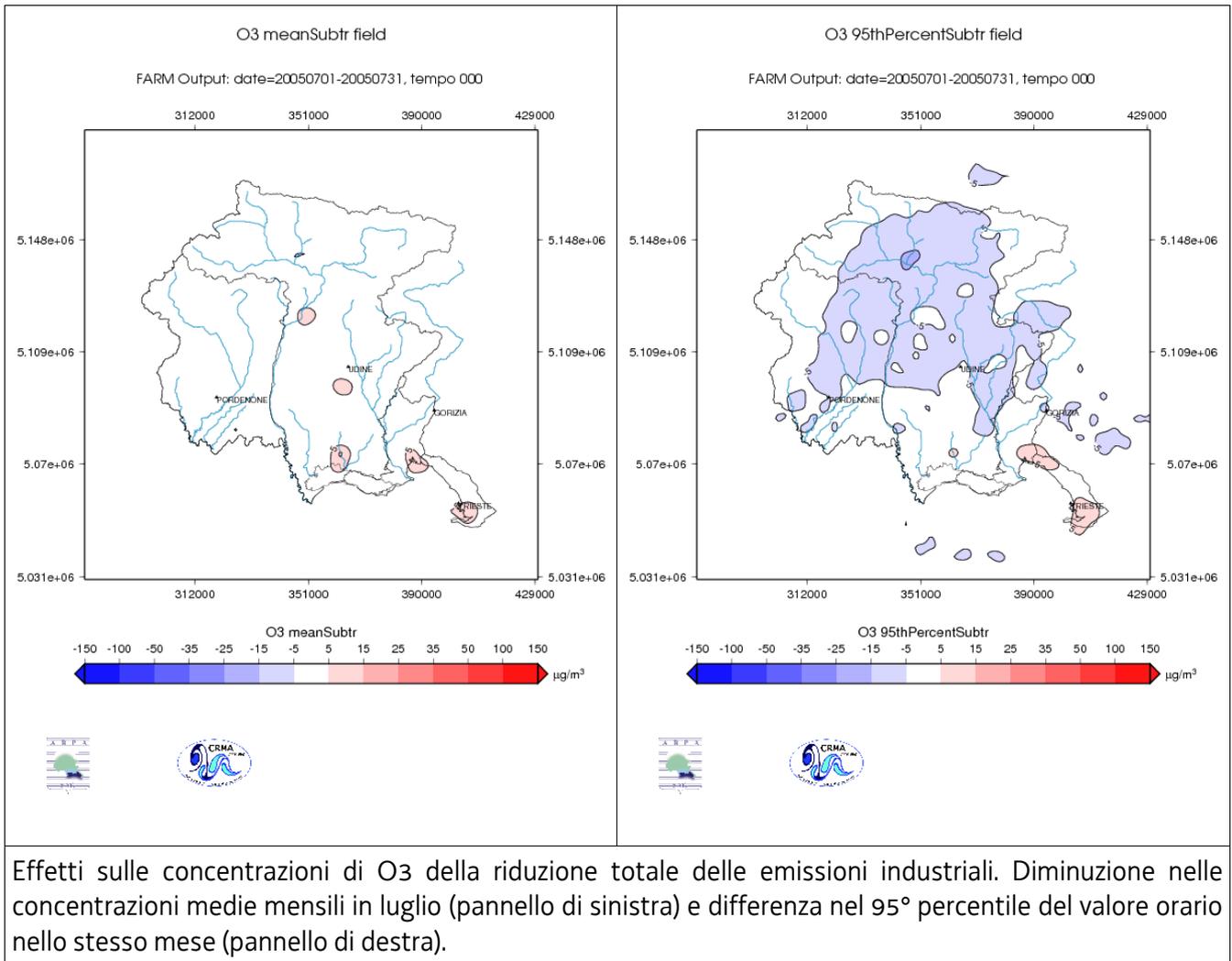
Gli effetti della riduzione delle emissioni provenienti dai principali centri abitati (capoluoghi di Provincia, vedi figura sottostante) non mostra effetti significativi se non un debole segnale sulla zona di Trieste, dove la concentrazione media di ozono aumenterebbe leggermente a seguito della riduzione nelle emissioni. L'informazione più rilevante che si evince dall'analisi della figura, comunque, è quella relativa alla non località delle emissioni sull'ozono. Anche e soprattutto per questo inquinante, azioni drastiche messe in atto localmente hanno meno effetto di azioni modeste applicate su vasta scala, meglio ancora se trans-regionale.



Effetti sulle concentrazioni di O3 della riduzione totale delle emissioni dei capoluoghi di Provincia. Diminuzione nelle concentrazioni medie mensili in luglio (pannello di sinistra) e differenza nel 95° percentile del valore orario nello stesso mese (pannello di destra).

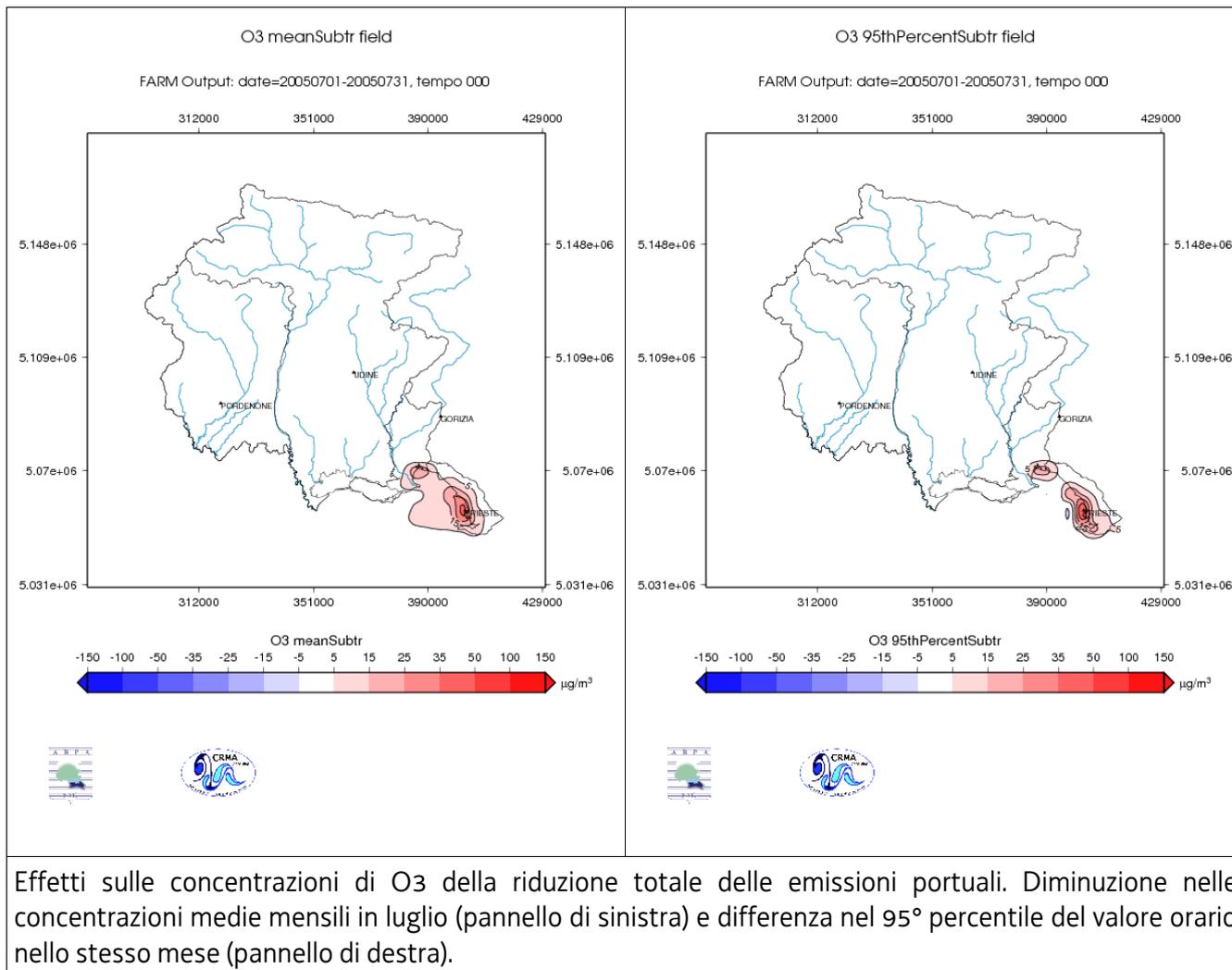
5.1.4.3 Emissioni industriali

Per quanto riguarda gli effetti delle emissioni industriali sulle concentrazioni di ozono, queste sono mostrate in figura qui sotto. In tale figura si evince come una riduzione totale delle emissioni industriali porterebbe ad un aumento delle concentrazioni medie di O3 di ca 5-15 µg/m3 nei pressi delle principali aree industrializzate, ma una diminuzione di circa 5-15 µg/m3 nelle concentrazioni di picco (95° percentile del valore orario) su un'ampia area che comprende l'alta pianura e la montagna della nostra regione. Anche in questa figura si può intuire come gli effetti delle azioni locali siano vanificati da quanto accade oltre regione. Non bisogna infatti dimenticare che in questi studi di sensibilità sono sempre mantenute attive le emissioni e condizioni al contorno immissive associate alle altre Regioni e Nazioni.



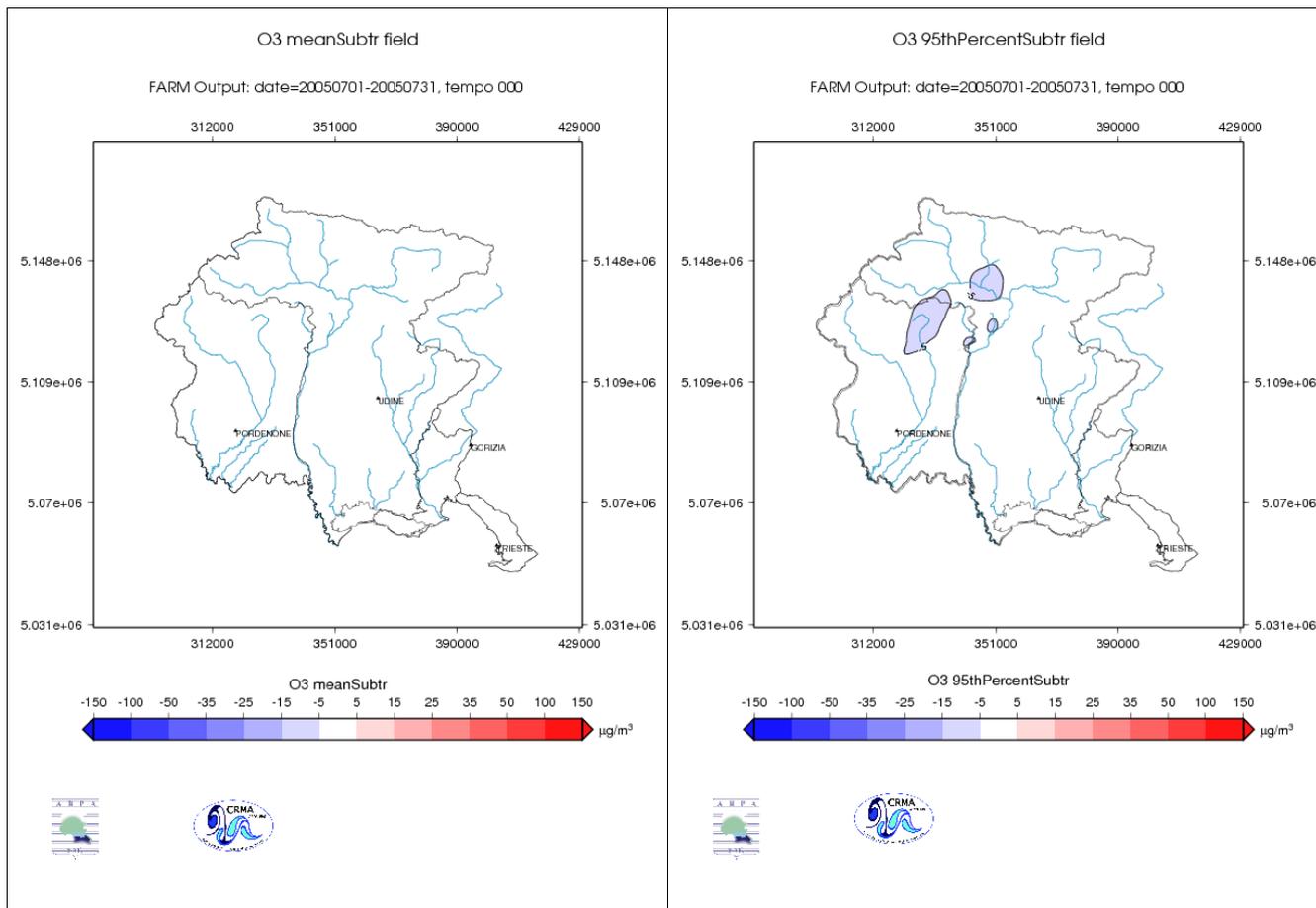
5.1.4.4 Emissioni da porti

L'effetto dei porti sulle concentrazioni di O₃ è mostrato in figura, dove si osserva come gli effetti di queste infrastrutture siano sostanzialmente locali ed una loro riduzione nelle emissioni dei precursori dell'ozono, comporterebbe un aumento sia nelle concentrazioni medie che nelle concentrazioni di picco di questo inquinante.



5.1.4.5 Emissioni biogeniche

Poiché la formazione dell'ozono dipende anche dalle concentrazioni dei composti organici volatili (COV) che non sono solo il risultato delle attività antropiche ma anche naturali, per questo inquinante si è effettuata una simulazione riducendo le emissioni dei COV dalle foreste (emissioni biogeniche). Il risultato di questa simulazione ha mostrato come gli impatti delle emissioni biogeniche sull'ozono non siano particolarmente rilevanti né in termini di concentrazioni medie mensili, né in termini del 95° percentile del valore orario. Solo in questo caso, infatti, la riduzione totale delle emissioni di COV porterebbe ad una diminuzione dei valori di picco di circa 5-15 ug/m³ su un'area relativamente ristretta della montagna friulana.

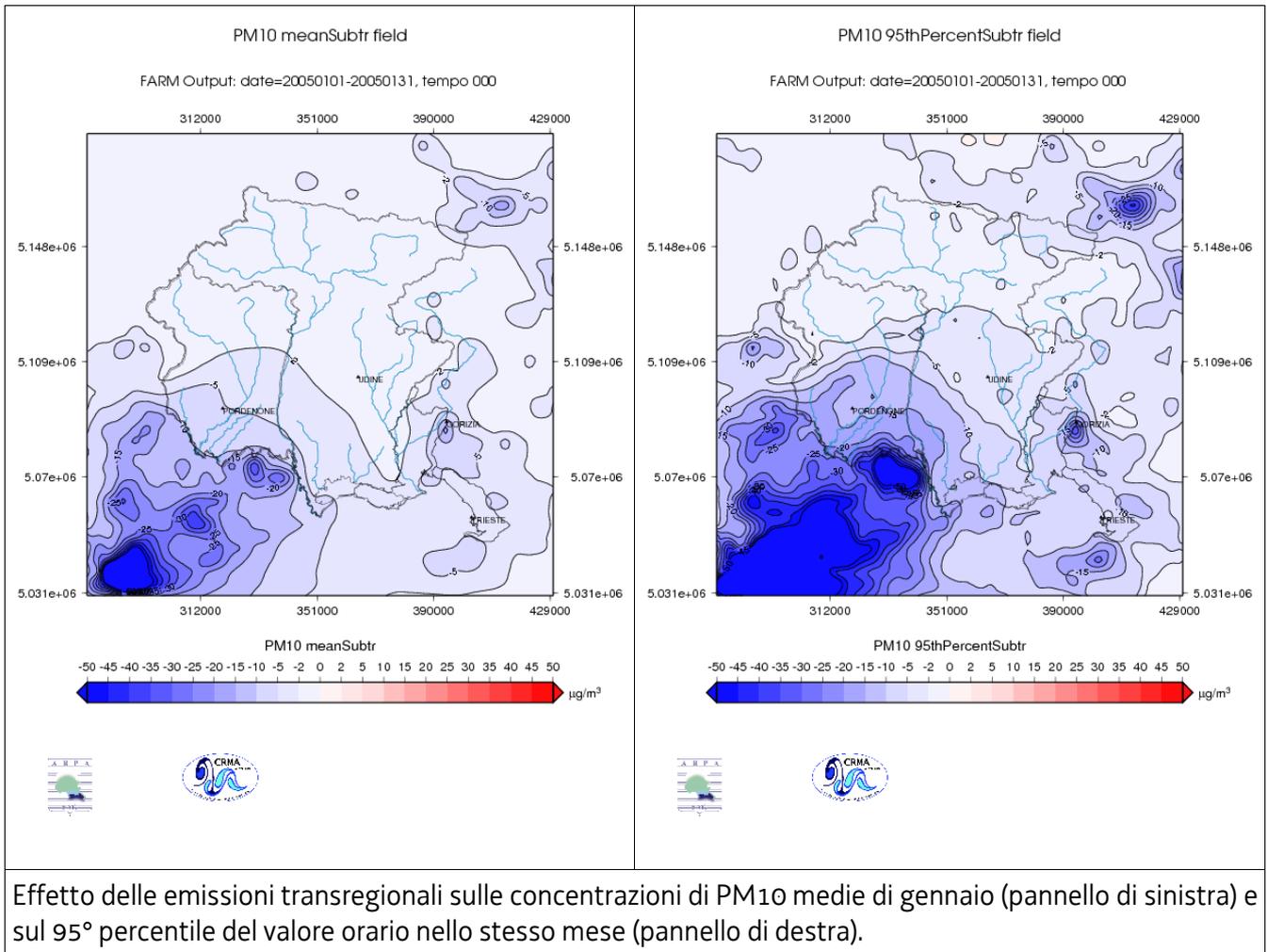


Effetti sulle concentrazioni di O₃ della riduzione totale delle emissioni biogeniche (ad esempio foreste). Diminuzione nelle concentrazioni medie mensili in luglio (pannello di sinistra) e differenza nel 95° percentile del valore orario nello stesso mese (pannello di destra).

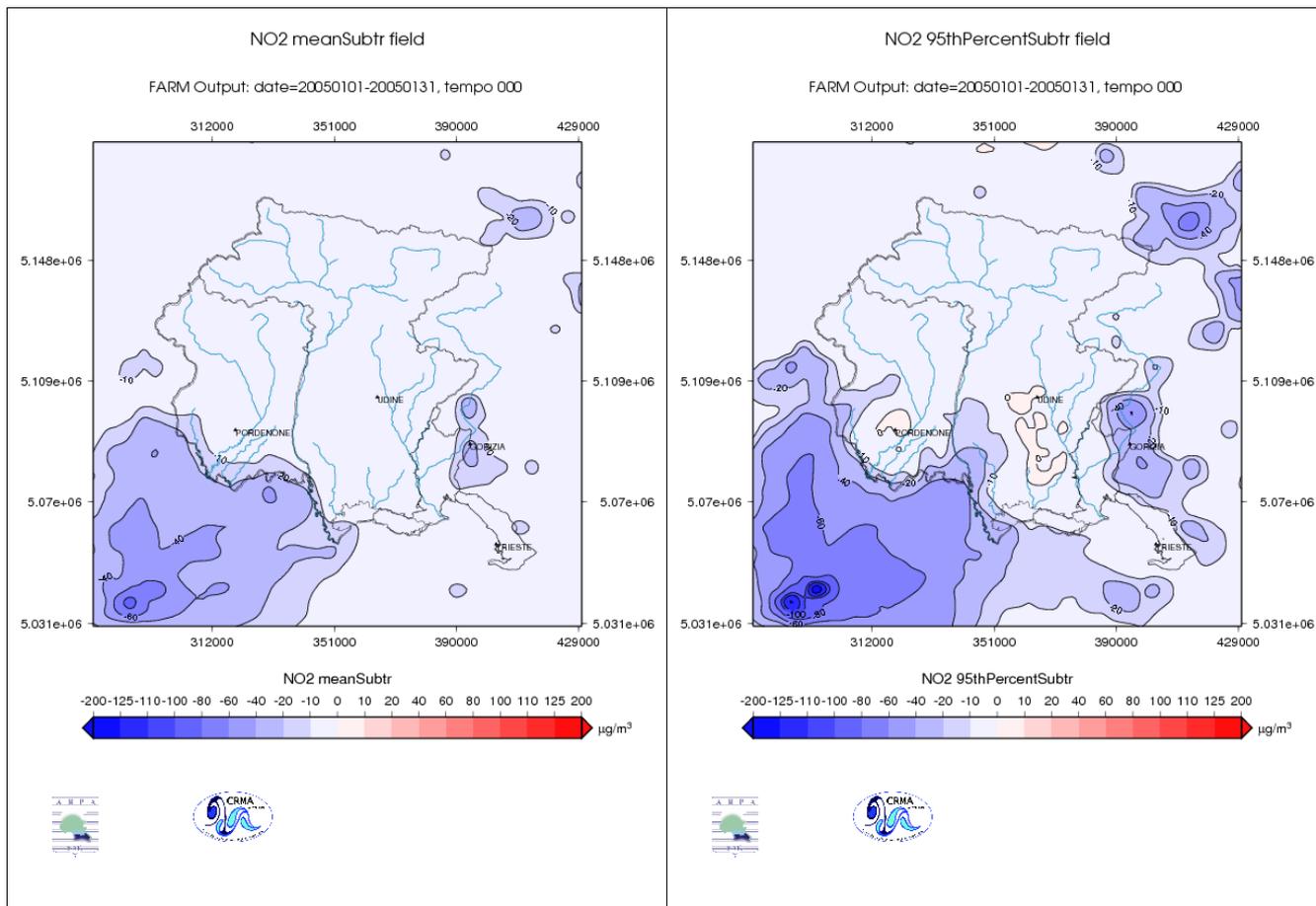
5.1.5 Impatti delle sorgenti trans-regionali

Attraverso la modellistica numerica si è riuscito a stimare quello che è il contributo trans-regionale all'inquinamento atmosferico. Nel dettaglio si sono eliminate le emissioni e condizioni al contorno provenienti dal Veneto, Slovenia e Austria e, simulando la loro trasformazione e trasporto, si è riusciti a stimare il loro peso relativo.

Per quanto riguarda il materiale particolato (PM₁₀), dalla figura qui di seguito si evince come il contributo del Veneto si faccia sentire soprattutto sul pordenonese con quantitativi compresi tra 5 e 10 µg/m³ nella concentrazione media e compresi tra 15 e 20 µg/m³ nei valori di picco. Per quanto riguarda altri contributi transfrontalieri, questi sono maggiormente evidenti sulla zona di Gorizia e su Trieste. Gli effetti delle emissioni austriache, al contrario, non sembrano avere impatti particolarmente elevati, se non nelle immediate zone prospicienti al valico di Tarvisio.

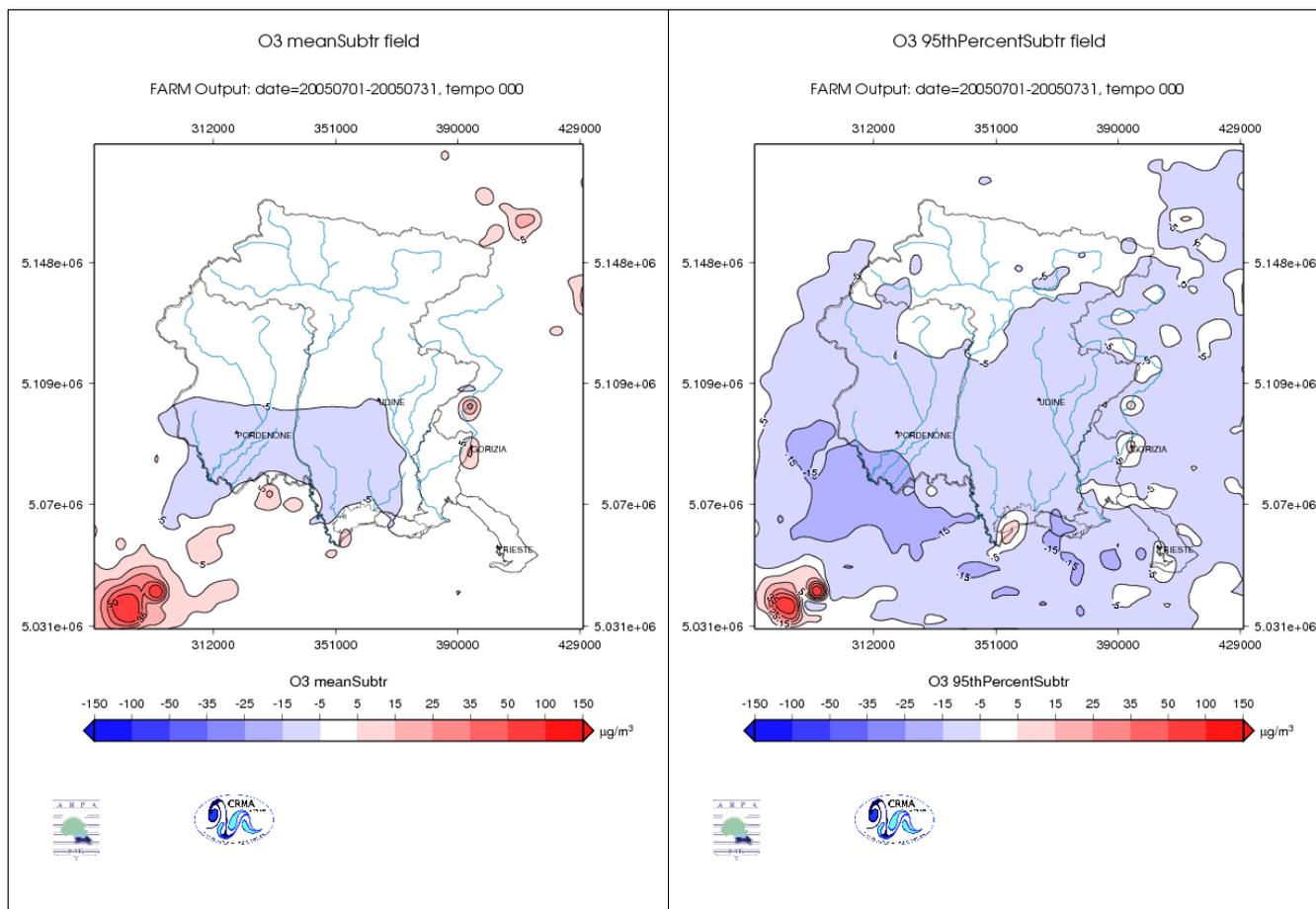


Dal punto di vista del biossido di azoto, gli effetti transregionali con il Veneto sono relativamente ridotti e relegati ad una stretta fascia di confine. Maggiori sembrano essere gli effetti sul Goriziano anche se comunque minori a quelli osservati per il PM10. Questo anche a causa del ridotto tempo di persistenza in atmosfera di questo inquinante.



Effetto delle emissioni transregionali sulle concentrazioni di biossido di azoto medie di gennaio (pannello di sinistra) e sul 95° percentile del valore orario nello stesso mese (pannello di destra).

La riduzione delle emissioni transfrontaliere in termini di precursori dell'ozono mostra degli effetti positivi sulla parte orientale media e bassa della pianura del Friuli Venezia Giulia. Non sembra, secondo le simulazioni, che la costa e soprattutto quella orientale, siano particolarmente affette dai contributi transregionali in termini di concentrazioni medie. Un maggior impatto, invece, si ha per quanto riguarda i valori di picco (95° percentile del valore orario). In altre parole, sembra che gli alti valori di ozono rilevati sulla pianura e costa siano principalmente ascrivibili ad alte emissioni di precursori provenienti dal territorio della nostra regione. Questo può essere assunto con ancor maggiore confidenza per quanto riguarda le concentrazioni di ozono in montagna che, quasi per nulla risulta essere affetta dalle emissioni transregionali.



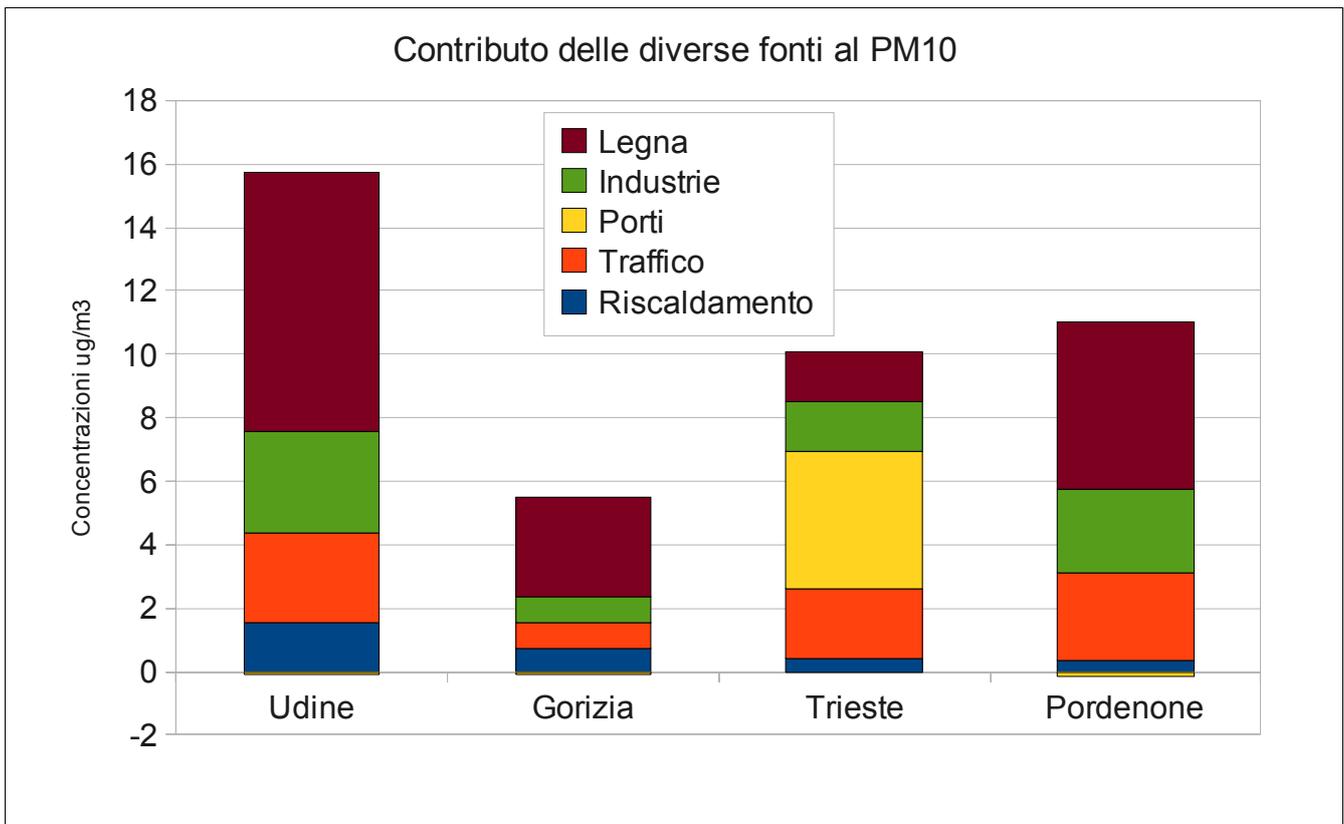
Effetto delle emissioni transregionali sulle concentrazioni di Ozono medie di luglio (pannello di sinistra) e sul 95° percentile del valore orario nello stesso mese (pannello di destra).

5.1.6 Considerazioni riassuntive

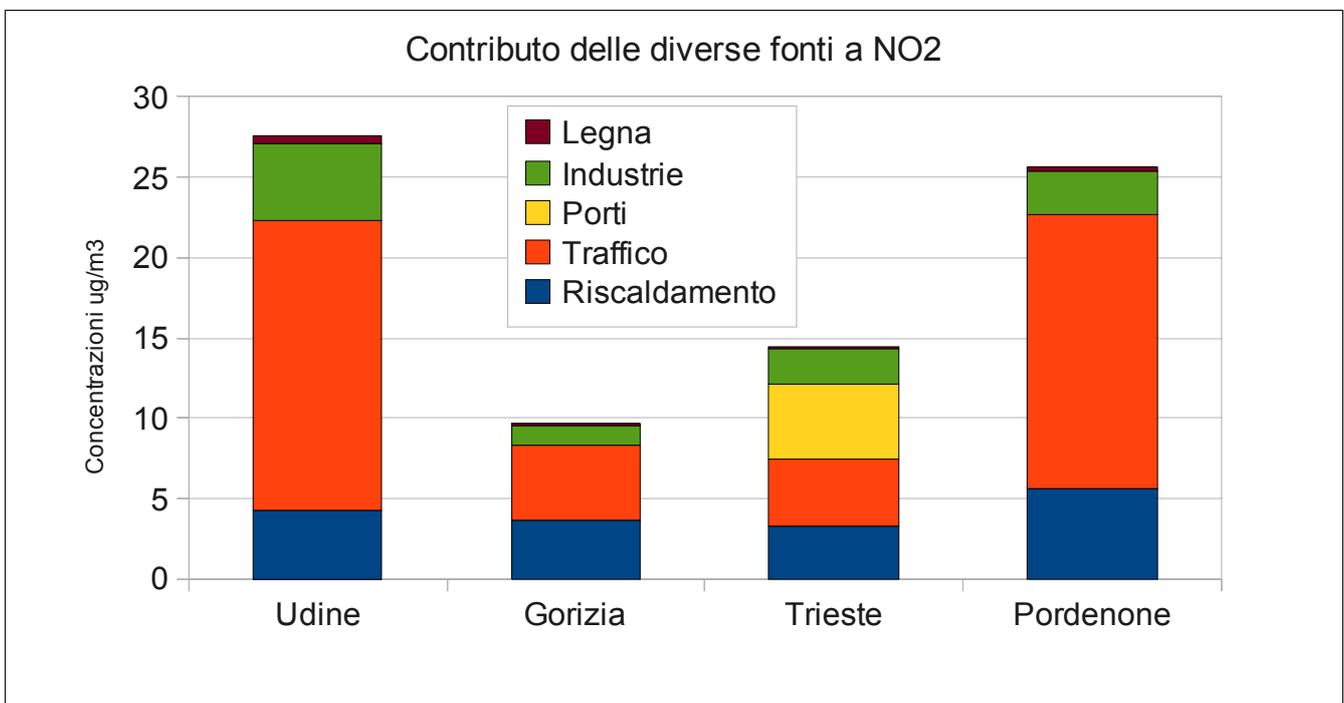
L'importanza relativa delle diverse fonti emissive è riportata di seguito per il territorio comunale dei quattro capoluoghi di Provincia, sia per il materiale particolato che per il biossido di azoto.

Per quanto riguarda il materiale particolato, il contributo prevalente per Udine, Gorizia e Pordenone risulta essere quello della combustione da legna, seguito da traffico e riscaldamento domestico. Solo nell'area di Trieste il contributo principale alle concentrazioni osservate di PM10 risulta essere quello associato alle attività portuali.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, i contributi principali per Udine, Pordenone e Gorizia derivano dal traffico, seguiti da quelli associati al riscaldamento domestico. Particolare interesse riveste l'indicazione secondo la quale Udine e Pordenone mostrano un impatto da traffico molto maggiore rispetto a quello delle altre sorgenti. Anche in questo caso, la zona di Trieste si differenzia dagli altri capoluoghi di Provincia a causa dell'elevato contributo rappresentato dal porto.



Riassunto del contributo alle concentrazioni medie mensili di gennaio nei quattro capoluoghi di provincia delle diverse fonti emissive relativi al materiale particolato (PM10).



Riassunto del contributo alle concentrazioni medie mensili di gennaio nei quattro capoluoghi di provincia delle diverse fonti emissive relativi al biossido di azoto (NO2).

5.2 TIPOLOGIA DELLE AZIONI E ZONE DI APPLICAZIONE

Gli studi di sensibilità realizzati a supporto del Piano di azione regionale hanno mostrato come le cause del superamento dei limiti di legge siano molteplici e distribuite sull'intero territorio del Friuli Venezia Giulia. Su tutto il territorio Regionale, pertanto, vi può essere il rischio di superamento dei limiti di legge previsti per i diversi inquinanti (PM₁₀, O₃, NO₂) inteso come possibilità di insorgenza di concentrazioni elevate a seguito della combinazione dei determinanti meteorologici (condizioni atmosferiche favorevoli al ristagno degli inquinanti) con le pressioni emissive, in particolare antropiche. I superamenti osservati in passato, in particolare, sono il risultato della combinazione di più tipologie emissive, non soltanto locali ma anche distribuite e diffuse. Al fine di aumentare la semplicità di applicazione del Piano di azione regionale, si è provveduto ad accorpare, ove possibile, gli inquinanti sia in funzione delle rispettive caratteristiche stagionali che in funzione delle relative fonti emissive che maggiormente contribuiscono all'insorgenza dei picchi di inquinamento atmosferico.

5.2.1 Tipologia delle possibili azioni

L'analisi dei superamenti dei limiti di legge ha mostrato come il biossido di azoto (NO₂) e il materiale particolato (PM₁₀) siano sostanzialmente associabili alla medesima tipologia di condizione meteorologica, caratterizzata da scarso rimescolamento delle masse d'aria e che hanno luogo soprattutto nella stagione fredda. Per certi aspetti, inoltre, l'andamento giornaliero e settimanale di questi inquinanti presenta vari punti di sovrapposizione. Si osserva, infatti, una tendenza progressiva all'aumento delle concentrazioni degli inquinanti passando dal lunedì al venerdì e ad una diminuzione nel fine settimana, comunque più marcata per il biossido di azoto che per le polveri. Gli studi di sensibilità, inoltre, hanno mostrato come le tipologie di pressioni antropiche che maggiormente favoriscono il raggiungimento di alte concentrazioni di NO₂ (traffico, attività industriali e localmente i porti) siano un sottoinsieme delle tipologie di pressioni che maggiormente favoriscono il raggiungimento delle alte concentrazioni di polveri (combustione domestica -in particolare della legna-, traffico, attività industriali e localmente i porti). Per questo motivo, al fine di rendere quanto più snella possibile l'attuazione delle procedure di attivazione del piano, le azioni volte a contenere gli episodi di superamento dei limiti di legge previsti per NO₂ e PM₁₀ sono state accorpate sia in termini di tipologia che di tempistica di attuazione. In altre parole, le azioni proposte per l'NO₂ sono risultate essere un sottoinsieme delle azioni efficaci per la riduzione delle concentrazioni del PM₁₀.

Per quanto riguarda l'ozono, benché le condizioni meteorologiche favorevoli al raggiungimento di alte concentrazioni diffuse di questo inquinante siano individuabili chiaramente (alta insolazione, scarso rimescolamento), gli studi di sensibilità hanno mostrato come azioni condotte a scala regionale siano di difficile valutazione. Riduzioni locali delle emissioni, infatti, solitamente provocano un aumento locale delle concentrazioni congiuntamente ad una diminuzione lontano dall'area di riduzione (es.: riduzioni del traffico sulla pianura della nostra regione provocano una diminuzione delle concentrazioni di ozono in montagna). Per questo motivo, pertanto, si ritiene che la scala regionale non sia quella adatta per gestire in maniera attiva gli episodi di inquinamento da ozono, che andrebbero affrontati a livello trans-nazionale. Per quanto riguarda la gestione degli episodi di inquinamento da ozono, pertanto, si ritiene che la sola azione attuabile nel breve periodo e a scala regionale sia quella dell'informazione tempestiva alla popolazione. Va inoltre sottolineato come l'informazione, vista la marcata ciclicità diurna di questo inquinante, sia

in grado di consentire alla popolazione di ridurre nel breve periodo il rischio connesso all'esposizione all'ozono rimanendo all'interno di ambienti chiusi nelle ore critiche.

Per quanto riguarda l'estensione e localizzazione delle aree di applicazione delle azioni, gli studi di sensibilità effettuati hanno inoltre mostrato come siano da prediligere le misure applicate su aree estese, anche non drastiche, rispetto ad azioni draconiane ed insistenti su una porzione limitata del territorio. Questo è risultato particolarmente evidente per le polveri che, avendo dei tempi di permanenza in atmosfera relativamente lunghi, possono raggiungere concentrazioni elevate anche lontano dalla sorgente emissiva. Ovviamente, dato che le azioni debbono anche essere sostenibili socialmente, non tutte potranno essere messe in atto su aree e per tempi auspicabili in base a considerazioni puramente tecniche. Le azioni, infatti, dovranno necessariamente essere adattate al tessuto sociale, eventualmente riducendone l'efficacia potenziale, senza però diventare dei palliativi.

Per le ragioni sopra esposte, le misure proposte per il Piano di azione regionale sono state suddivise nelle seguenti tre classi:

4) Azioni diffuse

In questa classe vengono raccolte le azioni che possono essere messe in atto su una porzione del territorio quanto più ampia possibile al fine di garantirne l'efficacia, non necessariamente locale. In questa classe di azioni troviamo:

A1. Informazione alla popolazione.

A2. Riduzione di due gradi della temperatura media impostata internamente agli edifici (ove possibile) rispetto a quanto indicato nella legge 10 del 1991, esentando gli edifici che rientrino nella categoria B o superiore (A o Casa Passiva) in base all'attestato di qualificazione energetica o da una equivalente procedura di certificazione energetica stabilita dal Comune.

A3. Sostituzione della combustione domestica della legna (ove possibile), con altre forme di combustione o riscaldamento tranne che per gli impianti con le seguenti caratteristiche minime:

a. marcatura CE

b. polveri totali emesse da **prodotti a legna quali stufe, caminetti e inserti** rispondenti alle norme (UNI EN 13240 e UNI EN 13229), misurate secondo il metodo tedesco-austriaco, inferiori a 100 mg/Nm³ (misurate al 13% di O₂). In mancanza di tale valore certificato da laboratori notificati e riportato nella documentazione disponibile, il valore del CO deve essere inferiore a 0,2% (misurato al 13% di O₂);

c. polveri totali emesse da **prodotti a legna quali cucine e termo-cucine** rispondenti alle norme (UNI EN 12815), misurate secondo il metodo tedesco-austriaco, inferiori a 100 mg/Nm³ (misurate al 13% di O₂). In mancanza di tale valore certificato da laboratori notificati e riportato nella documentazione disponibile, il valore del CO deve essere inferiore a 0,3 % (misurate al 13% di O₂);

d. polveri totali emesse da **prodotti a pellet quali stufe e caminetti** rispondenti alle norme (UNI EN 14785), misurate secondo il metodo tedesco-austriaco,

inferiori a 60 mg/Nm³ (misurate al 13% di O₂). In mancanza di tale valore certificato da laboratori notificati e riportato nella documentazione disponibile, il valore del CO, deve essere inferiore a 0,04% (misurato al 13% di O₂).

Inoltre la misura non comprende le **stufe a giro di fumi (kachelofen)** e le **centrali a cogenerazione** funzionanti a biomassa legnosa, mentre comprende il divieto dell'accensione di fuochi all'aperto, ad eccezione dei fuochi epifanici.

5) Azioni locali

In questa classe vengono raccolte le azioni che dovrebbero essere messe in atto su una porzione del territorio ampia ma che, per motivi connessi alla realizzabilità dell'applicazione possono essere messe in atto solo localmente. L'area di applicazione locale, comunque, deve essere resa quanto più ampia possibile.

In questa classe di azioni troviamo:

A4. Interventi di riduzione del traffico e limitazione della circolazione per vetture pre EURO IV a gasolio o benzina, inclusi mezzi commerciali pesanti non adibiti a carico e scarico delle merci nella fascia oraria dalle ore 16.00 alle ore 20.00 nelle zone individuate dai Piani di azione comunali.

6) Azioni puntuali

In questa classe sono indicate le azioni che possono essere mirate su specifiche fonti che rivestono un ruolo emissivo importante, anche se non necessariamente nel loro ambito locale e troviamo:

A5. Riduzione del 10% delle emissioni degli impianti individuati nel periodo di applicazione della misura e rispetto alle emissioni giornaliere del normale esercizio così come dichiarate nell'inventario delle emissioni (INEMAR) relativo all'anno 2005

Di seguito vengono riportate le azioni da adottare in caso di attivazione del Piano di azione regionale, suddivise per le diverse tipologie di inquinanti e viene anche approfondita la modalità di applicazione delle stesse. Come sopra indicato, le azioni per il PM₁₀ e per l'NO₂ sono state accorpate in quanto le azioni efficaci per l'NO₂ sono un sottoinsieme proprio delle azioni efficaci per la riduzione delle concentrazioni di PM₁₀.

5.2.2 Ozono

Per quanto riguarda l'ozono, come più volte indicato, la sola azione attualmente sostenibile, quindi possibile, è di tipo diffuso e relativa all'informazione.

A1. Informazione alla popolazione

L'area di applicazione di questa azione deve necessariamente essere quella dell'intero territorio regionale, dato che in ogni area della nostra regione sussiste il rischio di superamento dei limiti di Ozono. Ovviamente, per poter essere efficace, l'informazione deve necessariamente essere tempestiva e deve basarsi non solo sui canali istituzionali, ma deve anche utilizzare i mezzi di

comunicazione che si stanno attualmente affermando nella Società. Va inoltre sottolineato che l'azione informativa, purché tempestiva e capillare, permette di ottenere risultati significativi in quanto le concentrazioni dell'ozono osservate all'interno delle abitazioni o nei locali pubblici e di lavoro, sono significativamente inferiori a quelle in aria ambiente. L'ozono, infatti, in quanto sostanza fortemente reattiva, agisce rapidamente con le altre sostanze presenti all'interno dei locali chiusi, riducendosi fino a raggiungere concentrazioni che possono essere il 50% delle concentrazioni in aria ambiente.

L'azione deve in questo caso mirare ad informare la popolazione dell'emergenza per evitare l'esposizione dei soggetti più sensibili nelle ore di maggior rischio.

Per poter essere efficace, inoltre, l'informazione deve necessariamente indicare il posizionamento e l'estensione dell'area dove i superamenti dei limiti di legge relativi all'ozono si potranno manifestare (valore bersaglio, valore di informazione e allarme; Direttiva 2008/50/CE) e una stima della durata dei medesimi.

5.2.3 Materiale particolato (PM10) e biossido di azoto (NO2)

Per quanto riguarda il materiale particolato (PM10) e il biossido di azoto (NO2) le azioni sono state suddivise in diffuse, locali e puntuali, secondo i criteri sopra riportati.

AZIONI DIFFUSE

Le azioni diffuse sono comprese nella seguente lista:

- A1. informazione alla popolazione;
- A2. riduzione di due gradi della temperatura media impostata internamente agli edifici (ove possibile) rispetto a quanto indicato nella legge 10 del 1991, esentando gli edifici che rientrino nella categoria B o superiore (A o Casa Passiva) in base all'attestato di qualificazione energetica o da una equivalente procedura di certificazione energetica stabilita dal Comune;
- A3. sostituzione della combustione domestica della legna (ove possibile), con altre forme di combustione o riscaldamento tranne che per gli impianti con le seguenti caratteristiche minime:
 - a. marcatura CE
 - b. polveri totali emesse da **prodotti a legna quali stufe, caminetti e inserti** rispondenti alle norme (UNI EN 13240 e UNI EN 13229), misurate secondo il metodo tedesco-austriaco, inferiori a 100 mg/Nm³ (misurate al 13% di O₂). In mancanza di tale valore certificato da laboratori notificati e riportato nella documentazione disponibile, il valore del CO deve essere inferiore a 0,2% (misurato al 13% di O₂);
 - c. polveri totali emesse da **prodotti a legna quali cucine e termo-cucine** rispondenti alle norme (UNI EN 12815), misurate secondo il metodo tedesco-austriaco, inferiori a 100 mg/Nm³ (misurate al 13% di O₂). In mancanza di tale

valore certificato da laboratori notificati e riportato nella documentazione disponibile, il valore del CO deve essere inferiore a 0,3 % (misurate al 13% di O₂);

- d. polveri totali emesse da **prodotti a pellet quali stufe e caminetti** rispondenti alle norme (UNI EN 14785), misurate secondo il metodo tedesco-austriaco, inferiori a 60 mg/Nm³ (misurate al 13% di O₂). In mancanza di tale valore certificato da laboratori notificati e riportato nella documentazione disponibile, il valore del CO, deve essere inferiore a 0,04% (misurato al 13% di O₂).

Inoltre la misura non comprende le **stufe a giro di fumi (kachelofen)** e le **centrali a cogenerazione** funzionanti a biomassa legnosa, mentre comprende il divieto dell'accensione di fuochi all'aperto, ad eccezione dei fuochi epifanici.

5.2.3.1 Azione A1

Per quanto riguarda l'informazione (azione A1), questa dovrà essere fatta sull'intero territorio regionale, sia per favorire un aumento della consapevolezza ambientale relativamente alla qualità dell'aria, sia perché, in una Società interrelata quale quella in cui viviamo, necessariamente le azioni, anche se locali, hanno delle ripercussioni globali. Da qui la necessità di una ampia e corretta diffusione delle informazioni.

La modalità di esecuzione dell'azione andrà definita all'interno dei singoli Piani di azione comunali, seguendo le specifiche esigenze anche legate alla vastità del territorio e alla popolazione in esso presente.

Alcuni esempi di misure, che coprono un ampio spettro di abitanti sono costituiti dall'organizzazione di giornate informative sulle problematiche dell'inquinamento atmosferico da realizzarsi all'interno delle scuole con mirate informazioni a seconda dell'età degli alunni, o dall'organizzazione di pubblici incontri con i cittadini volti a sensibilizzare la popolazione sulle problematiche messe in evidenza dal presente Piano; altra iniziativa potrebbe essere costituita dalla diffusione di volantini informativi sul tema, capillarmente distribuiti ai singoli cittadini dei comuni interessati dai Piani di azione comunali. Certo è che tutte queste azioni vanno calibrate rispetto all'ampiezza territoriale e alla densità abitativa del Comune oggetto della misura.

5.2.3.2 Azione A2 e azione A3

La zona dove le rimanenti azioni diffuse (azione 2 e azione 3) debbono essere messe in atto al fine di poter essere efficaci, pur se di estensione inferiore all'intera Regione, risulta necessariamente ampia e comprende sostanzialmente l'intera zona pianeggiante e costiera del Friuli Venezia Giulia, come indicato in Figura 6. L'elenco dei Comuni appartenenti alla zona di applicazione delle azioni diffuse è riportato nella tabella sottostante.

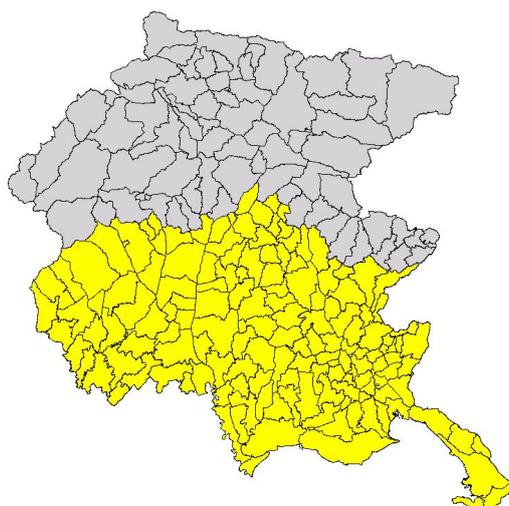


Figura 6: Zonizzazione per l'applicazione delle azioni diffuse relative al PM10 e NO2 (zona evidenziata in GIALLO).

Codice ISTAT	Nome	Superficie	Altezza S.L.M
32006	Trieste	84945655,94	2
30049	Lignano Sabbiadoro	15763360,16	2
30056	Marano Lagunare	88967806,21	2
30018	Carlino	30175718,65	5
30100	San Giorgio di Nogaro	26238361,52	7
30020	Castions di Strada	32829458,53	23
30077	Porpetto	18092602,57	10
30044	Gonars	19903026,23	21
30062	Mortegliano	30041842,79	41
30011	Bicinicco	15882294,58	36
30079	Pozzuolo del Friuli	34238712,77	67
30016	Campoformido	21985000,85	79
30129	Udine	56794625,77	113
30118	Tavagnacco	15364655,99	132
30127	Tricesimo	17556353,08	199
30090	Reana del Roiale	20258266,85	166
93029	Pasiano di Pordenone	45551012,58	13
93033	Pordenone	38186336,12	24
93032	Porcia	29494998,71	29
93036	Roveredo in Piano	15905626,74	99
93004	Aviano	113374933	159
93027	Montereale Valcellina	67825241,47	318
30066	Osoppo	21829315,18	184
30006	Artegna	11193898,33	210
93037	Sacile	32601307,07	25
93022	Fontanafredda	46131410,19	52
93009	Caneva	41890282,12	57
93031	Polcenigo	49425997,83	42
93008	Budoia	37752915,82	140

93034	Prata di Pordenone	22887472,48	18
93007	Brugnera	29212781,81	16
32002	Monrupino	12695309,52	418
93028	Morsano al Tagliamento	32013705,29	14
93018	Cordovado	12121792,82	15
93041	San Vito al Tagliamento	60643747,41	30
93010	Casarsa della Delizia	20383641	44
30015	Camino al Tagliamento	22529990,09	34
30027	Codroipo	74825663,03	43
30010	Bertiolo	26093123,11	33
30048	Lestizza	34205272,32	43
93017	Cordenons	56272996,68	42
93051	Zoppola	45665182,99	36
93038	San Giorgio della Rich.	48039304,96	86
93048	Valvasone	17585059,51	59
30109	Sedegliano	50656880,86	70
93044	Spilimbergo	72025816,65	132
30039	Flaibano	17195262,66	104
30032	Dignano	27482028,39	112
93030	Pinzano al Tagliamento	21967694,59	200
93025	Maniago	69081465,05	283
93050	Vivaro	37355165,41	138
93020	Fanna	10245661,42	274
93002	Arba	15015658,82	210
93012	Cavasso Nuovo	10627713,43	300
93052	Vajont	1530860,836	290
93042	Sequals	27803596,67	232
93040	San Quirino	51502732,1	116
93003	Arzene	12066134,66	60
93039	San Martino al Tagliam.	17805501,8	71
30058	Mereto di Tomba	27267627,78	97
30009	Basiliano	42962865,6	74
30031	Coseano	23926230,44	121
30106	San Vito di Fagagna	8520727,485	135
30037	Fagagna	37012169,58	177
30095	Rive d'Arcano	22401487,03	175
30057	Martignacco	26720413,79	141
30068	Pagnacco	14883396,2	170
30053	Majano	28123018,96	169
30063	Moruzzo	17800716,94	263
30099	San Daniele del Friuli	34708277,87	252
30087	Ragogna	22455737,72	235
30028	Colloredo di M. Albano	21612527,09	212
30126	Treppo Grande	11282207,45	231
30019	Cassacco	11642466,25	179
30013	Buia	25571746,06	215
30052	Magnano in Riviera	8483568,461	200
30072	Pasian di Prato	15285799,42	105
93005	Azzano Decimo	51349742,64	14

93035	Pravisdomini	16131668,3	11
93013	Chions	33490877,27	16
93021	Fiume Veneto	35810468,79	20
93043	Sesto al Reghena	40483600,03	13
30046	Latisana	37858718,43	7
30082	Precenicco	27003319,08	5
30069	Palazzolo dello Stella	34533889,37	5
30064	Muzzana del Turgnano	24361575,87	6
30097	Ronchis	18398335,51	8
30096	Rivignano	30672966,41	13
30119	Teor	16922914,82	12
30114	Talmassons	42951213,13	30
30130	Varmo	35335516,2	18
30075	Pocenia	23835843,06	9
31009	Grado	116133390,8	2
31018	San Canzian d'Isonzo	33647579,27	8
31023	Staranzano	18112103	7
31012	Monfalcone	20511503,3	7
31016	Ronchi dei Legionari	17197850,51	11
31003	Doberdo' del Lago	27159520,13	92
31017	Sagrado	14374270,47	32
30104	Santa Maria la Longa	19460135,07	39
30128	Trivignano Udinese	18398306,23	43
31002	Cormons	35220280,6	56
30101	San Giovanni al Natis.	24012887,22	66
31001	Capriva del Friuli	6221270,343	49
31020	San Lorenzo Isontino	4457827,347	54
31007	Gorizia	41253232,96	84
31005	Farra d'Isonzo	10068585,48	46
30074	Pavia di Udine	34644412,85	59
30055	Manzano	30684648,29	71
31019	San Floriano del Collio	10836466,14	276
30085	Prepotto	33212083,07	105
30083	Premariacco	39645723,17	112
30026	Cividale del Friuli	50538103,34	135
30091	Remanzacco	30623212,48	110
30078	Povoletto	38556946,19	133
30060	Moimacco	11803836,29	118
30014	Buttrio	17806991,78	79
30080	Pradamano	16140371,73	88
30030	Corno di Rosazzo	12531952,63	88
31004	Dolegna del Collio	12771465,26	90
30120	Terzo d'Aquileia	28548565,88	5
30004	Aquileia	37227932,56	5
30023	Cervignano del Friuli	29070288,79	2
30123	Torviscosa	47908746,67	3
30038	Fiumicello	23240862,06	6
30134	Villa Vicentina	5536470,808	9
30008	Bagnaria Arsa	18913696,21	20

30098	Ruda	19296985,27	12
30001	Aiello del Friuli	13404616,54	18
31024	Turriaco	5210828,774	12
30070	Palmanova	13321269,27	27
30105	San Vito al Torre	11914733,18	24
30024	Chiopris-Viscone	9068286,861	33
30135	Visco	3656448,456	24
31021	San Pier d'Isonzo	9156708,768	18
31025	Villesse	11927153,08	18
30115	Tapogliano	4872225,176	19
31008	Gradisca d'Isonzo	10947589,98	32
31011	Medea	7385214,798	30
31015	Romans d'Isonzo	15658010,06	23
31010	Mariano del Friuli	8580638,779	32
30017	Campolongo al Torre	6002353,577	16
31013	Moraro	3584357,463	44
31006	Fogliano Redipuglia	7804260,32	23
32001	Duino-Aurisina	45133292,51	144
31022	Savogna d'Isonzo	16419266,2	49
31014	Mossa	6153361,356	59
32005	Sgonico	31368709,76	278
32003	Muggia	14457298,02	3
32004	San Dorligo della Valle	24103023,62	106

Affinamento e contestualizzazione della misura di riduzione della temperatura interna degli edifici

Si precisa che sussiste una effettiva difficoltà operativa nel realizzare l'azione diffusa relativa alla diminuzione in termini di "temperatura interna" agli edifici.

Per questo motivo si ritiene maggiormente utile e funzionale attuare la misura nei singoli strumenti attuativi a livello locale (PAC) in termini di "riduzione della temperatura impostata sul termostato".

Questa specificazione dovrebbe rendere più agevole l'applicazione della misura in oggetto così come il controllo dell'applicazione della medesima. L'attività di controllo, infatti, risulta particolarmente importante non tanto a livello delle abitazioni private, quanto a livello degli edifici pubblici o di pubblico utilizzo. L'attuazione della misura negli edifici pubblici, infatti, oltre al beneficio diretto portato da una riduzione delle emissioni (e dei consumi, quindi della spesa) porterà anche un notevole beneficio in termini di esempio alla popolazione.

Si evidenzia inoltre la grande importanza rivestita dal fabbisogno energetico nel consumo di combustibili, quindi sulla qualità dell'aria. Agire sul fabbisogno energetico, però, necessita di misure a medio lungo termine, non di diretta pertinenza del Piano di azione regionale.

Ciò nonostante, si ritiene utile inserire anche nel PAR le informazioni relative ai bassi consumi energetici delle abitazioni a risparmio energetico. Per questo motivo appare ragionevole pensare di attivare nei Piani d'azione comunali un meccanismo premiante per le abitazioni che, essendo costruite con criteri di risparmio energetico, quindi a basse emissioni, meno impattano sulla qualità dell'aria. In base a queste considerazioni, si ritiene ragionevole esentare dalla misura

relativa alla riduzione della temperatura interna le abitazioni che rientrano nella categoria B o superiore (A o Casa Passiva), in base all'**attestato di qualificazione energetica o da una equivalente procedura di certificazione energetica stabilita dal Comune.**

Classificazione energetica edifici

Per quanto riguarda la classificazione energetica degli edifici, questa risulta definita dalla seguente tabella

Classe energetica - EP _H	Zona climatica	E
Basso fabbisogno		
A+	<	14 [kWh/m ² a]
A	<	29 [kWh/m ² a]
B	<	58 [kWh/m ² a]
C	<	87 [kWh/m ² a]
D	<	116 [kWh/m ² a]
E	<	145 [kWh/m ² a]
F	<	175 [kWh/m ² a]
G	≥	175 [kWh/m ² a]
Alto fabbisogno		

relativa alla zona climatica E (da 2100 a 3000 gradi giorno dal 15 ottobre al 15 aprile; comprende la maggior parte del territorio della nostra regione) e che riporta il fabbisogno energetico in kWh al metro quadro per anno.

Maggiori informazioni possono essere reperite dall'Agenzia Regionale per l'Edilizia Sostenibile. Il contesto normativo di riferimento è quello indicato dalle Direttive Europee 2002/91/CE e 2006/32/CE, quest'ultima recepita dal D.Lgs. 115/2008, che ha introdotto la normativa UNI TS 11300.

Verifica sperimentale dei contributi da combustione da legna nel particolato atmosferico

Per quanto riguarda l'importanza della biomassa legnosa, questa è stata ripetutamente sottolineata nel presente PAR e viene qui di seguito ulteriormente confermata. La biomassa legnosa è una delle principali fonti rinnovabili del Friuli Venezia Giulia che, tra gli innumerevoli vantaggi, annovera anche quello di non richiedere particolare promozione sociale, facendo già parte del patrimonio culturale collettivo. Ciò nonostante, viene qui ribadito che la combustione della legna, in particolare se non controllata, risulta particolarmente impattante dal punto di vista ambientale e sanitario. Al fine di approfondire la tematica relativa all'impatto in atmosfera della combustione della legna grazie al progetto Europeo iMONITRAF! (ETS – Alpine Space) è stata condotta una campagna di misura per i due mesi invernali di gennaio e febbraio 2011. Lo scopo di questa campagna di misura è stato quello di valutare sia la percentuale ionica che carboniosa del materiale particolato aerodisperso su una postazione di fondo urbano a Udine, ritenuta come rappresentativa della pianura del Friuli Venezia Giulia. I risultati di questa campagna di misura indicano come, nel periodo in questione, la percentuale di materiale particolato PM10 mediamente ascrivibile al consumo domestico della legna corrisponda a quasi il 24%. La componente direttamente ascrivibile al consumo di combustibile fossile (in particolare legato al trasporto su gomma), al contrario, risulta essere dell'ordine del 16%. va comunque precisato che il trasporto su gomma contribuisce al materiale particolato non solo tramite il particolato direttamente emesso in atmosfera, ma anche mediante il particolato secondario che si forma a seguito di complesse reazioni chimiche che portano alla formazione di nitrati e solfati, i quali, a loro volta, risultano essere presenti nel materiale particolato per circa il 27%. Questi risultati, per la componente carboniosa, confermano quanto indicato dalla modellistica numerica, dove sulla pianura del Friuli Venezia Giulia, era stato indicata una percentuale riconducibile alla legna compresa tra il 20% e il 30%. Ulteriori studi saranno ovviamente necessari per migliorare la stima del contributo delle diverse sorgenti emissive al raggiungimento delle concentrazioni osservate di polvere, riducendo l'incertezza. Cionondimeno, l'indicazione ricevuta dalla campagna di misure nel breve tempo a disposizione indica chiaramente come anche la combustione domestica della legna debba, al pari delle altre sorgenti, essere controllata ed oggetto delle azioni dei piani, sia di miglioramento della qualità dell'aria che di azione, se si vogliono ottenere dei risultati utili alla tutela della salute delle persone.

Affinamento e contestualizzazione della misura di riduzione nell'utilizzo dei dispositivi domestici a biomassa

Come indicato nel Rapporto Ambientale del PAR, un aspetto ripreso ed efficacemente ampliato a seguito delle osservazioni pervenute durante le fasi di consultazione previste nel processo di VAS, consiste nel fatto che non tutti gli impianti a biomassa hanno le medesime caratteristiche emissive. Si ritiene pertanto doveroso procedere a questo punto ad una migliore contestualizzazione dell'azione diffusa relativa alla riduzione dell'utilizzo della legna sia al fine di promuovere un utilizzo corretto di questa importante risorsa, sia con il proposito di dare finalmente inizio ad un percorso virtuoso che porti gradualmente, ma sistematicamente, ad uno svecchiamento dei dispositivi domestici a legna. Va inoltre precisato che questo percorso virtuoso è attualmente rallentato dalla mancanza di un criterio univoco Europeo o almeno Nazionale per la stima delle emissioni delle polveri e di un limite emissivo relativi alle polveri (primarie e/o ricondensabili). La mancanza di un tale limite e del criterio di misura, infatti, rende difficoltoso sia

per gli Amministratori che per i Produttori degli impianti domestici a biomasse riuscire ad individuare la *baseline* per le emissioni autorizzabili in caso di condizioni meteorologiche favorevoli al ristagno atmosferico. In assenza di tale limite e criterio di misura, inoltre, risulta altrettanto difficoltoso stabilire i successivi passi tecnologici per il graduale abbassamento dei limiti emissivi al fine di giungere, in tempi utili ma sostenibili, ad impianti con emissioni ottimizzate sia per il risparmio energetico che per le emissioni in atmosfera di materiale particolato.

Nelle more della adozione cogente di un limite emissivo e di un sistema di misura delle polveri valido a livello Europeo o almeno Nazionale, si è ritenuto opportuno adottare il seguente criterio per individuare gli impianti che sono autorizzati a funzionare anche nelle giornate di applicazione del PAR:

1) Marcatura CE

2) Polveri totali emesse da **prodotti a legna quali stufe, caminetti e inserti** rispondenti alle norme (UNI EN 13240 e UNI EN 13229), misurate secondo il metodo tedesco-austriaco, inferiori a 100 mg/Nm³ (misurate al 13% di O₂). In mancanza di tale valore certificato da laboratori notificati e riportato nella documentazione disponibile, il valore del CO deve essere inferiore a 0,2% (misurato al 13% di O₂);

3) Polveri totali emesse da **prodotti a legna quali cucine e termo-cucine** rispondenti alle norme (UNI EN 12815), misurate secondo il metodo tedesco-austriaco, inferiori a 100 mg/Nm³ (misurate al 13% di O₂). In mancanza di tale valore certificato da laboratori notificati e riportato nella documentazione disponibile, il valore del CO deve essere inferiore a 0,3 % (misurate al 13% di O₂);

4) Polveri totali emesse da **prodotti a pellet quali stufe e caminetti** rispondenti alle norme (UNI EN 14785), misurate secondo il metodo tedesco-austriaco, inferiori a 60 mg/Nm³ (misurate al 13% di O₂). In mancanza di tale valore certificato da laboratori notificati e riportato nella documentazione disponibile, il valore del CO, deve essere inferiore a 0,04% (misurato al 13% di O₂).

In assenza di uno dei requisiti sopra riportati, gli impianti di combustione domestica sono da considerarsi come non rispondenti alle tipologie emissive minime sufficienti, pertanto non utilizzabili nelle giornate di applicazione del PAR.

Va precisato che il maggior dettaglio nelle specifiche di riduzione dell'utilizzo, in parte volto a recepire le indicazioni pervenute durante le consultazioni previste nel processo di VAS, necessariamente comporta una maggior complicazione nell'attuazione dell'azione proprio in quanto risulta maggiormente difficoltoso, per il privato cittadino, verificare se l'impianto di proprietà rientra o no nella categoria con restrizioni all'utilizzo. Da questo punto di vista, si auspica che i produttori di impianti domestici funzionanti a legna si attivino quanto prima al fine di riportare sui loro prodotti in maniera facile da verificare per i loro clienti l'eventuale rispetto dei requisiti minimi emissivi sopra riportati. In questo contesto va anche interpretato il riferimento al limite sulle emissioni di CO (monossido di carbonio). Il problema relativo alle emissioni degli impianti di riscaldamento domestico, infatti, non è legato al monossido di carbonio ma alle polveri primarie o ricondensabili. Dato che gli impianti più datati non riportano ancora il riferimento alle emissioni di polveri, si è deciso di venire incontro agli utenti finali, solitamente l'anello debole della

catena, includendo anche il riferimento al limite di CO, maggiormente presente anche negli impianti meno recenti.

Visto il grande sforzo fatto dai produttori di impianti di riscaldamento domestico e gli importanti risultati conseguiti, risulta opportuno tenere conto del progredire delle tecnologie. Si ritiene pertanto adeguato prevedere un aggiornamento (abbassamento) dei limiti emissivi di questi impianti vincolandoli, sempre nelle more della definizione di un metodo Nazionale o Europeo di stima delle emissioni, al metodo tedesco-austriaco e alla seconda fase della normativa tedesca, prevista entrare in vigore con il 2014.

Stufe a giro di fumi (kachelofen)

Risultano altresì possibile consentire il funzionamento nelle giornate di applicazione del PAR anche delle stufe di tipo kachelofen (stufe a giro di fumi) ad alto rendimento, in virtù della tipologia di combustione (hanno un numero molto basso di cariche al giorno -una o due-) e del sistema di abbattimento delle polveri (rappresentato proprio dal giro dei fumi).

Centrali a cogenerazione

Sono escluse dalla riduzione anche le centrali di cogenerazione funzionanti a biomassa legnosa in virtù dei sistemi di abbattimento delle polveri dei quali tali impianti debbono essere dotati all'atto dell'autorizzazione e soprattutto in virtù del beneficio derivante dall'utilizzo dell'acqua calda prodotta mediante teleriscaldamento.

Estensione della misura relativa alla restrizione nella combustione delle biomasse

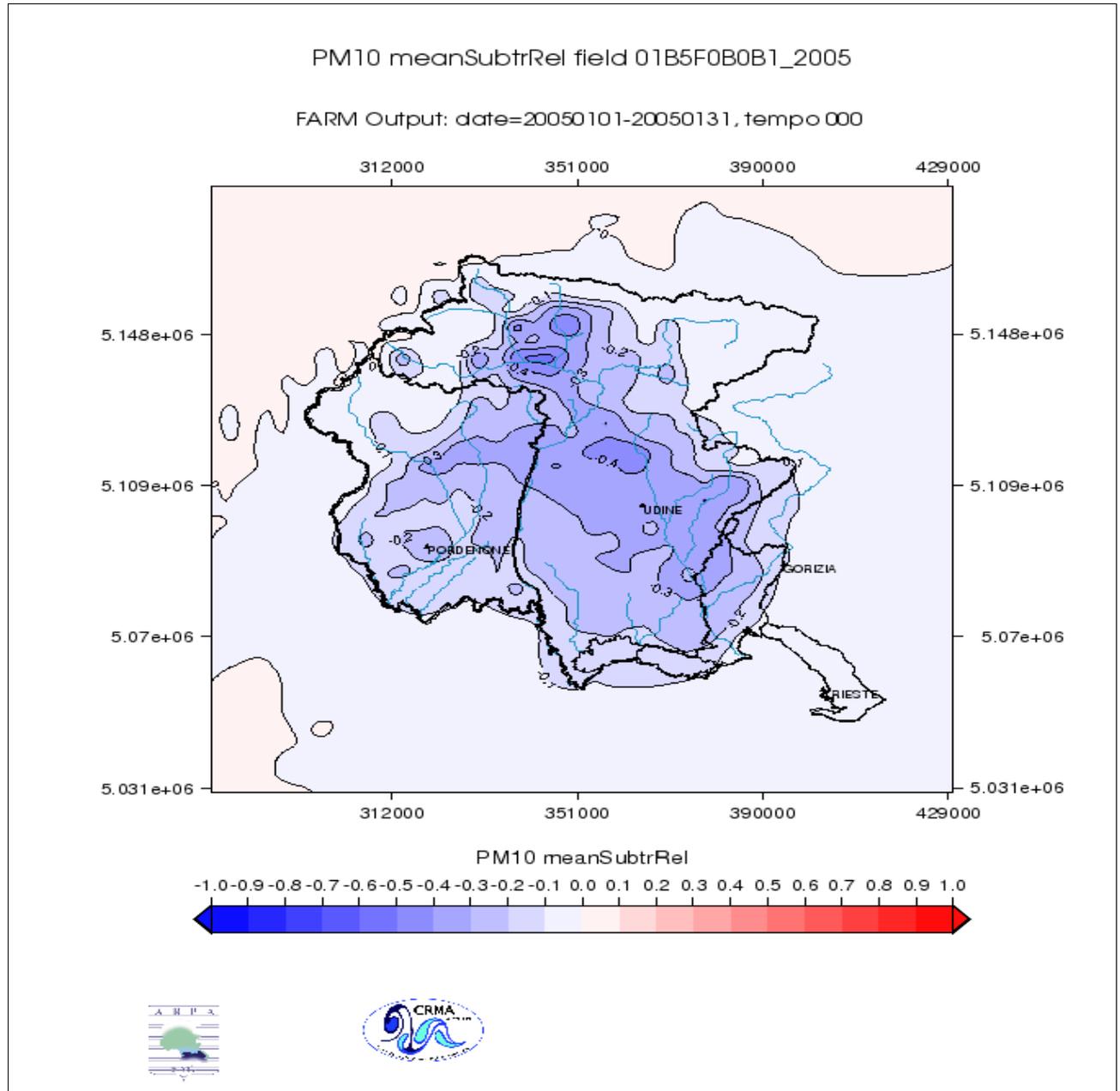
Come suggerito da AIEL, si ritiene opportuno vietare l'accensione di fuochi all'aperto durante le giornate di applicazione del PAR. Per motivi di salvaguardia delle tradizioni popolari, nonostante l'effetto sulla qualità dell'aria sia il medesimo di quello di qualunque fuoco all'aperto, risulta ragionevole proporre una deroga per quanto riguarda i fuochi epifanici. Ciononostante, proprio perché l'emissione di sostanze inquinanti da parte di questi fuochi risulta particolarmente rilevante, si sollecitano gli organizzatori delle manifestazioni e i privati cittadini che sostengono questa tradizione a spegnere in ogni caso il fuoco alla fine dell'evento.

Disposizioni accessorie relative alla combustione delle biomasse legnose

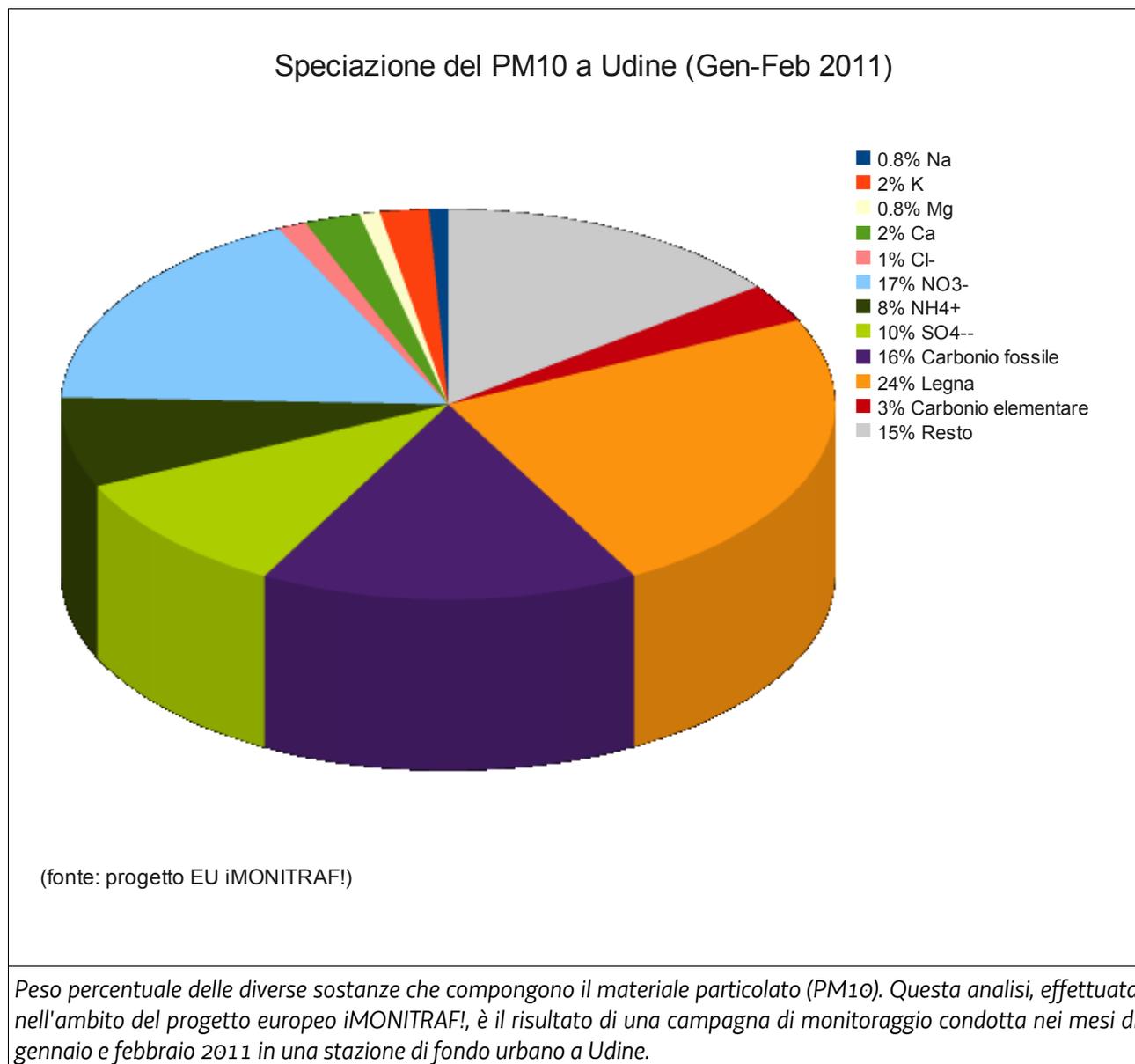
Data l'importanza della combustione domestica delle biomasse legnose, il cui utilizzo dovrebbe aumentare nel corso dei prossimi anni anche a seguito delle politiche di riduzione nelle emissioni dei gas climalteranti, si ritiene opportuno suggerire ai Comuni di prevedere nei propri regolamenti l'inserimento di norme volte a mantenere gli impianti di riscaldamento domestico a legna in buone condizioni di funzionamento al pari delle canne fumarie. In base ai consumi stimati di legna in Friuli Venezia Giulia, sarebbe opportuno provvedere ad una revisione/pulizia degli impianti di combustione e delle relative canne fumarie almeno ogni due anni. Sarebbe pertanto utile prevedere anche per i sistemi di riscaldamento domestico a legna l'istituzione di un registro di impianto analogo a quello attualmente esistente per le caldaie a gas. Oltre ad un beneficio sulla qualità dell'aria, l'accresciuto livello di controllo per questi impianti porterà necessariamente ad un aumento nella sicurezza domestica, riducendo la probabilità di incendi.

Allo scopo di ottimizzare la combustione domestica della biomassa legnosa, in particolare quella a ciocchi, risulta anche importante redigere un manuale di utilizzo di questa importante risorsa energetica rinnovabile. Nonostante la combustione della legna sia un elemento caratteristico

della nostra cultura popolare, cionondimeno vi sono ancora normalmente in uso molte pratiche non corrette, le quali non solo non portano ad alcun risparmio ne in termini di tempo che di denaro, ma addirittura portano ad un utilizzo inefficiente della legna e al rilascio in atmosfera di pericolose sostanze inquinanti quali le diossine e gli idrocarburi policiclici aromatici.



Simulazione della riduzione relativa sul territorio regionale delle concentrazioni del PM10 ottenibili a seguito dell'ipotetica sostituzione del consumo di legna per il riscaldamento domestico con l'equivalente in metano. La mappa mostra la variazione relativa rispetto alla concentrazione media per il mese di gennaio. Le riduzioni sono presentate con colori freddi, gli aumenti con colori caldi. La simulazione è stata eseguita tramite un modello dispersivo fotochimico euleriano sulla base dell'anno meteorologico 2005.



AZIONI LOCALI

Le azioni locali sono quelle che, a seguito dei vincoli imposti dalla sostenibilità sociale, possono essere ragionevolmente messe in atto solo su un'area ristretta del territorio regionale. Le azioni locali prese in considerazione in questo caso riguardano sostanzialmente il traffico.

5.2.3.3 Azione A4

In base alle analisi effettuate, gli effetti del traffico sono legati alla emissione diretta del particolato primario ma soprattutto alle emissioni di ossidi di azoto, importante sia per gli effetti diretti sulla concentrazione di NO₂ in area ambiente che per la conseguente formazione del particolato secondario. Proprio a causa della formazione del particolato secondario, la riduzione delle emissioni associate al traffico dovrebbe essere messa in atto nel periodo temporale in cui

l'atmosfera è maggiormente prona al ristagno e alla formazione di questa tipologia di inquinante. Tenendo conto dell'andamento medio orario del traffico e tenendo conto del fatto che la formazione del particolato secondario risulta maggiormente favorita in condizioni di bassa temperatura e alta umidità relativa, tipicamente riscontrabili a partire dal tardo pomeriggio sino al primo mattino, il periodo di maggiore efficacia potenziale della riduzione del traffico risulta essere quello dalle ore 16:00 alle ore 20:00 locali.

La scelta di tale fascia oraria (che purtroppo comporta un notevole disagio alla popolazione dall'eventuale limitazione del traffico) è stata operata in considerazione del fatto che in tale lasso temporale giornaliero si riscontra il maggior ristagno delle masse d'aria e la maggior formazione di particolato secondario, come mostrato dagli andamenti diurni di PM10 e NO2 presentati nel presente documento. Pertanto la riduzione del traffico veicolare durante tale fascia oraria comporta un maggior beneficio in termini di efficacia della misura.

Per quanto riguarda le possibili azioni locali sul traffico, l'analisi del parco veicolare circolante in regione -in generale risulta piuttosto obsoleto-, propende verso una limitazione al traffico basata sulle categorie Euro. Come si può osservare in figura sottostante, la limitazione del traffico alle sole categorie Pre EUROIV, dovrebbe consentire una riduzione di circa il 60% dell'intero parco veicolare circolante, superiore a quanto ottenibile con le targhe alterne, con in più il vantaggio della minore pressione emissiva associata alle categorie dei veicoli superiori o uguali alla classe EURO IV.

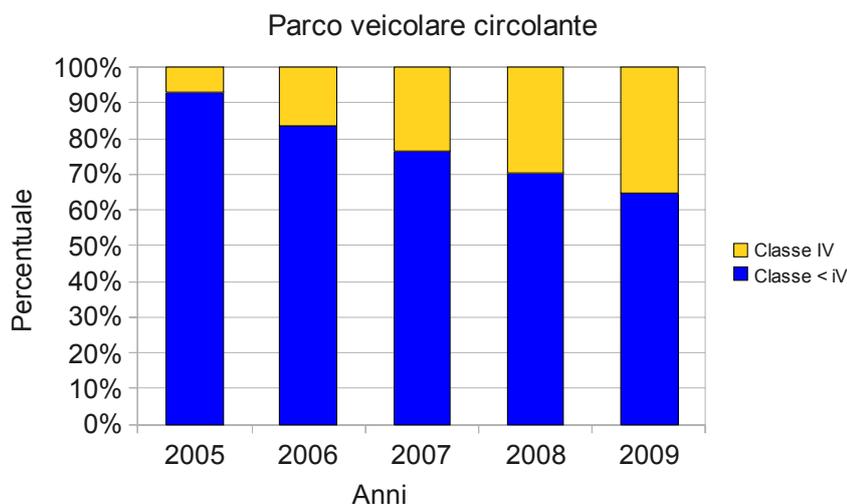


Figura 7: Percentuale di vetture circolanti in regione nei vari anni suddivise in classi Euro.

In base alle considerazioni sopra esposte, pertanto, l'azione proposta diventa quella di ridurre la circolazione nella fascia oraria dalle 16:00 alle 20:00 alle vetture pre EURO IV a gasolio o benzina, inclusi i mezzi commerciali leggeri e pesanti non adibiti a carico e scarico delle merci.

Per quanto riguarda le zone di applicazione di questa azione, esse debbono essere centrate sui Comuni capoluogo di provincia (Gorizia, Pordenone, Trieste e Udine) e a Monfalcone. Questa scelta nasce dal fatto che le aree urbane in questione sono sede di un servizio di trasporto pubblico, pertanto sono già attrezzate in modo da consentire, almeno in linea di principio, una

gestione sostenibile della riduzione del traffico. Al fine di massimizzare l'area di restrizione al traffico, quindi l'effetto dell'azione minimizzando nel contempo il disagio alla popolazione, si ritiene indispensabile procedere con l'individuazione della zona soggetta a limitazione del traffico mediante il coinvolgimento non solo dei Comuni sopra individuati, ma anche dei Comuni ad essi limitrofi e alla Provincia di appartenenza per le eventuali ripercussioni sui servizi di trasporto pubblico. I Piani di azione comunale dei capoluoghi di Provincia e di Monfalcone dovranno pertanto essere realizzati congiuntamente ai Piani di Azione dei Comuni ad essi limitrofi mediante l'attivazione di opportuni tavoli tecnici intercomunali. I tavoli tecnici intercomunali, la cui composizione è indicata nelle tabelle sottoriportate, dovranno essere convocati dal Comune capoluogo di provincia entro due mesi dalla data di approvazione del Piano di azione regionale e dovranno portare entro sei mesi alla realizzazione di Piani d'azione comunali armonizzati come previsto dall'articolo 5 delle norme di Piano.

Inoltre si sottolinea che i tavoli sono stati previsti senza l'intento coercitivo di imporre la riduzione del traffico in tutti i Comuni indicati, ma al solo fine di delegare ai Comuni l'individuazione della zona più ampia possibile in cui effettuare la riduzione, nell'ottica di un percorso di condivisione che porti a ricadute concrete. Dalle discussioni nei tavoli potrebbero quindi emergere esigenze diverse da quelle ipotizzate.

Ente Capofila	Enti Convocati
Comune di Gorizia	San Floriano del Collio
	Mossa
	Farra d'Isonzo
	Savogna d'Isonzo
	Provincia di Gorizia
	Nova Gorica (SLO)

Ente Capofila	Enti Convocati
Comune di Monfalcone	Doberdò del Lago
	Duino Aurisina
	Ronchi dei Legionari
	Staranzano
	Provincia di Gorizia

Ente Capofila	Enti Convocati
Comune di Pordenone	Azzano Decimo
	Cordenons
	Fiume Veneto
	Pasiano di Pordenone
	Porcia

	Prata di Pordenone
	Roveredo in Piano
	San Quirino
	Zoppola
	Provincia di Pordenone

Ente Capofila	Enti Convocati
Comune di Trieste	Duino Aurisina
	Monrupino
	Muggia
	San Dorligo della Valle
	Sgonico
	Provincia di Trieste

Ente Capofila	Enti Convocati
Comune di Udine	Campoformido
	Martignacco
	Pagnacco
	Pasian di Prato
	Pavia di Udine
	Povoletto
	Pozzuolo del Friuli
	Pradamano
	Reana del Rojale
	Remanzacco
	Tavagnacco
	Provincia di Udine

AZIONI PUNTUALI

Con il termine di "azioni puntuali", si individua quella tipologia di misure che vengono adottate sulle sorgenti puntuali, ossia le sorgenti industriali, al fine di portare ad una diminuzione delle concentrazioni degli ossidi di azoto e del PM10.

5.2.3.4 Azione A5

Al fine di massimizzare l'efficacia delle azioni minimizzando l'impatto sul tessuto produttivo locale, si è provveduto ad individuare il numero di impianti industriali ai quali è associato il 95% delle emissioni di PM10 e NOx. Questi impianti sono riportati nella tabella sottostante. Vista la rilevanza delle emissioni industriali per quanto riguarda le concentrazioni al suolo di PM10 e di NO2, l'azione puntuale proposta è quella di ridurre del 10% per entrambi gli inquinanti le emissioni degli impianti indicati in tabella nel periodo di applicazione della misura e rispetto alle emissioni giornaliere del normale esercizio così come dichiarate nell'inventario delle emissioni (INEMAR) relativo all'anno 2005. In questo modo, anche questo settore si farebbe carico di una riduzione delle emissioni percentualmente analoga a quella ascrivibile alla riduzione della temperatura interna agli edifici (circa 10-15%).

Per maggior chiarezza si sottolinea comunque che non tutte le attività produttive indicate nel presente PAR risultano sottoposte alla procedura autorizzativa di AIA.

Anche qualora le aziende fossero comunque sottoposte al regime di AIA, la messa in opera delle migliori tecnologie disponibili, prevista per legge, si configura in un processo che richiede necessariamente delle verifiche e un continuo impegno al fine di minimizzare l'impatto ambientale in maniera sostenibile. Proprio per questo motivo, la procedura di AIA precede una serie di controlli esterni e l'effettuazione di misure di autocontrollo.

In questa ottica, il presente PAR indica come sia necessario, **nelle giornate di applicazione del piano**, mettere in atto delle misure aggiuntive, ancorché temporanee, da parte delle sole ditte che al 2009 non risultino aver conseguito una riduzione pari o superiore al 10% nelle emissioni di materiale particolato rispetto alla *baseline* rappresentata dall'inventario regionale delle emissioni in atmosfera (INEMAR) per l'anno 2005. Una tale riduzione risulterebbe inoltre analoga, in percentuale, alla riduzione richiesta alla popolazione con la l'azione A2 riguardante la temperatura interna degli edifici.

In quest'ottica, sposando appieno la filosofia di approccio razionale al problema suggerita dalle associazioni di categoria che hanno presentato osservazioni durante la fase di consultazione prevista dal processo di VAS, si auspica una forte collaborazione relativa alle stime annuali degli inquinanti emessi dalle diverse realtà produttive. In questo modo sarà non solo possibile monitorare i benefici ambientali apportati dal percorso virtuoso delle AIA e dai sacrifici che le diverse ditte hanno messo in atto, ma anche utilizzare tale stima nell'ottica di una promozione del comparto produttivo regionale in termini di qualità ed innovazione.

Ragione Sociale	Via/Piazza	Cap e Comune
Centrale Termoelettrica Di Monfalcone	Via Timavo, 45	34075 Monfalcone (GO)
Elettra Produzione Srl	Via di Servola, 1	34145 Trieste (TS)
Cementizillo Spa (Fanna)	Via Pradis, 2	33092 Fanna (PN)
Cartiera Burgo Spa (Duino)	Via San Giovanni di Duino, 24/D	34011 San Giovanni Di Duino (TS)
Caffaro Chimica Srl	Piazzale Marinotti, 1	33050 Torviscosa (UD)
Italcementi Spa	Via Caboto, 17	34100 Trieste (TS)
Buzzi Unicem Spa	Via Val Cosa, 2	33090 Travesio (PN)
Burgo Group Spa (Tolmezzo)	Via Pier fortunato Calvi, 15	33028 Tolmezzo (UD)
Ferriere Nord Spa	Zona Industriale Rivoli	33010 Osoppo (UD)
Bipan Spa	Via S. Maria, 32	33050 Bicinicco (UD)
Lucchini Spa	Via di Servola, 1	34145 Trieste (TS)
Fantoni Spa	Zona Industriale Rivoli di Osoppo	33010 Osoppo (UD)

Fonderie Acciaierie Roiale Spa	Via Leonardo da Vinci, 11	33010 Reana del Rojale (UD)
Acciaierie Bertoli Safau Spa	Via Buttrio, 28	33050 Pozzuolo del Friuli (UD)
REFEL Spa	Via Tagliamento 4, Zona Industriale Ponte Rosso	33078 San Vito Al Tagliamento (PN)
Avir Spa	Via Vittorio Veneto, 86	33083 Chions (PN)
Ideal Standard Industriale Srl	Via Treviso, 87	33080 Zoppola (PN)
ZML Industries Spa	Viale Dell'Industria, 10	33085 Maniago (PN)
Reno de Medici Spa	Via Cartiera, 27	33025 Ovaro (UD)
Pasta ZARA Spa	Strada delle Saline, 29	34123 Muggia (TS)
PMT Spa	Via E. Fermi, 33	33058 San Giorgio di Nogaro (UD)
O-I Manufacturing Italy Spa	Via Vittorio Veneto, 86	33083 Chions (PN)
Eurowood Spa	Zona Industriale	33040 Moimacco (UD)
Vetri Speciali Spa	Via Gemona, 5	33078 San Vito al Tagliamento (PN)
Trametal Spa	Via E. Fermi, 44	33058 San Giorgio di Nogaro (UD)
ACEGAS APS Spa	Via Maestri del Lavoro, 8	34123 Trieste (TS)
Palini E Bertoli SPA	Via E. Fermi 28	33058 San Giorgio Di Nogaro (UD)
Edison S.p.a.	Via Marinotti, 12	33093 Meduno (PN)
ElettroGorizia S.p.A.	Via Anton Gregoric, 24	34170 Gorizia (GO)
Cartiera Verde Romanello	Via Della Roggia, 71	33030 Campoformido (UD)
Cartiere Ermolli Spa	Via Giorgio Ermolli, 62	33015 Moggio Udinese (UD)
Gruppo Cordenons Spa	Via Pasch, 95	33084 Cordenons (PN)

Le Ditte proprietarie di tali impianti dovranno presentare un progetto di interventi a carattere tecnico da attuare parallelamente agli interventi previsti nel Piano d'azione comunale dei Comuni interessati che, pur garantendo il corretto funzionamento degli impianti, sono atti a ridurre l'inquinamento globale.

Tali progetti saranno attuati mediante accordi tra le Province interessate e gli insediamenti industriali, ai sensi dell'articolo 14 della legge regionale 16 del 2007.

A regime il Comune sede dell'impianto dovrà avvisare con la massima tempestività la Ditta proprietaria dell'impianto relativamente all'adozione dei provvedimenti di limitazione del traffico veicolare e delle altre eventuali misure previste nel PAC assunti mediante ordinanza sindacale allo scopo di consentire la programmazione degli intereventi sull'impianto precedentemente definiti. Annualmente entro il 30 giugno le Ditte dovranno trasmettere alla Regione, al Comune, all'ASS e all' ARPA FVG un rapporto sugli intereventi messi in atto durante le situazioni critiche verificatesi durante il periodo invernale precedente e un evidenza sulla riduzione delle emissioni.

6 GESTIONE DEL RISCHIO E DEL SUPERAMENTO DEI LIMITI DI QUALITÀ DELL'ARIA

6.1 ANALISI DELL'ANDAMENTO GIORNALIERO E SETTIMANALE DEL CONTRIBUTO DELLE PRESSIONI DA TRAFFICO E DA RISCALDAMENTO

La normale variabilità delle attività umane, connessa sostanzialmente al ciclo diurno e settimanale, modula l'ampiezza delle pressioni sulla qualità dell'aria. Questa variabilità deve necessariamente essere tenuta in considerazione dalle azioni applicabili nel breve periodo, volte alla mitigazione dei superamenti dei limiti fissati dalla legge per gli inquinanti normati. Nell'analisi che segue vengono presi in considerazione:

- il consumo settimanale e giornaliero di metano per uso non industriale, considerato anche come indicativo dell'utilizzo di altre fonti energetiche per fini domestici (riscaldamento, cucina, acqua sanitaria, etc.);
- il traffico veicolare (autovetture, veicoli commerciali leggeri e pesanti) settimanale e giornaliero.

6.1.1 Consumo non industriale del metano

L'andamento diurno e settimanale del consumo di metano è stato determinato utilizzando i dati forniti da AMGA e da ACEGAS per le città di Udine e Trieste nel periodo invernale (mesi di novembre 2007, 2008 e 2009). In Figura 8 sono riportati i consumi di metano nelle varie giornate di una settimana nella quale la variazione della temperatura media giornaliera è stata inferiore a 0.5 °C, pertanto le differenze nell'andamento delle curve possono essere sostanzialmente ascritte a differenze nelle attività antropiche e non a determinanti meteorologici. Non vi sono inoltre particolari differenze di comportamento tra le curve di consumo rilevate per le due città se non quelle legate al valore assoluto dei consumi. Come si può osservare in Figura 8, il consumo infrasettimanale risulta sostanzialmente maggiore rispetto al consumo domenicale. Il consumo domenicale può sostanzialmente essere ascritto all'utilizzo prevalente nelle private abitazioni, mentre il consumo infrasettimanale comprende sia l'utilizzo domestico privato che quello pubblico (uffici regionali, comunali, scuole, negozi, etc.).

Le differenze di comportamento tra sabato e domenica si riducono sostanzialmente al diverso andamento mattutino, che nella giornata di sabato risulta essere leggermente minore rispetto all'infrasettimanale, ma decisamente maggiore rispetto alla domenica. La diminuzione mattutina dei consumi passando dall'infrasettimanale al sabato dovrebbe essere ascrivibile all'utilizzo di metano nei locali pubblici chiusi il sabato mattina. La diminuzione del consumo di metano da sabato a domenica è invece ascrivibile all'utilizzo del metano legato a tutti gli uffici pubblici aperti il sabato ma chiusi la domenica (ad esempio uffici comunali, scuole, etc.). La differenza percentuale nel consumo settimanale di metano è riportata nella Tabella 1.

In Figura 9 è invece riportato il consumo giornaliero invernale di metano (normalizzato al consumo medio giornaliero del medesimo periodo che quindi equivale a 1) in funzione della temperatura media esterna. Dal punto di vista quantitativo, la diminuzione di circa 1 °C nella temperatura esterna equivale all'aumento di circa il 6% nell'utilizzo di gas metano. Poiché la trasmissione del calore è legata alla differenza tra la temperatura esterna ed interna agli edifici, la Figura 9 può essere utilizzata per stimare gli effetti sulle emissioni in atmosfera di una diminuzione della

temperatura interna agli edifici. Riducendo di due gradi la temperatura media interna agli edifici, pertanto, potremmo ragionevolmente aspettarci una diminuzione di più del 10%.

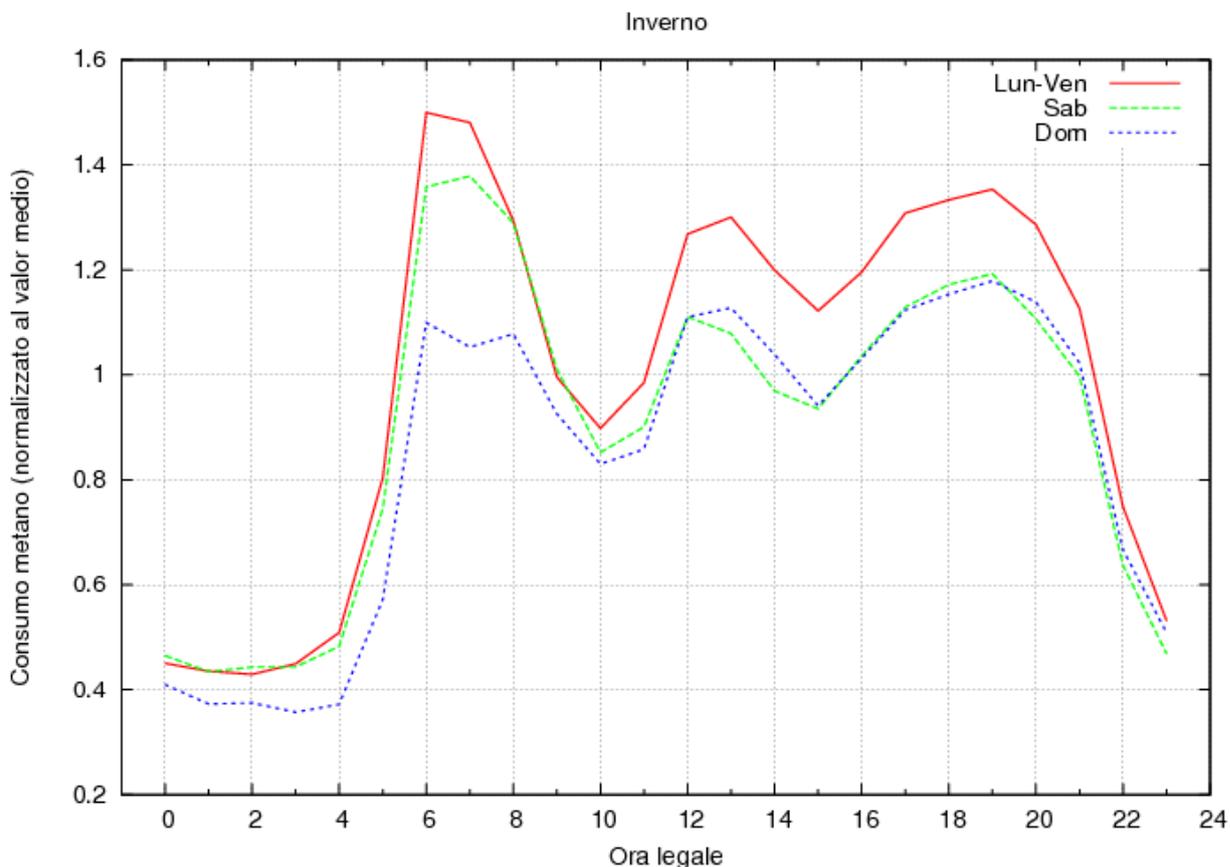


Figura 8: Andamento orario (ora legale) dei consumi domestici di metano percentuali nel periodo invernale nelle giornate di sabato, domenica e medio dal lunedì al venerdì, normalizzati. Il 100% corrisponde alla somma del consumo di metano nelle giornate di sabato, domenica e una qualunque delle giornate dal lunedì al venerdì.

Tabella 1: Percentuale giornaliera di consumo di metano nei centri urbani. Il 100% corrisponde al valore medio infrasettimanale (giornate da lunedì a venerdì)

%	Lun-Ven	Sab	Dom
Consumo	100	90	85

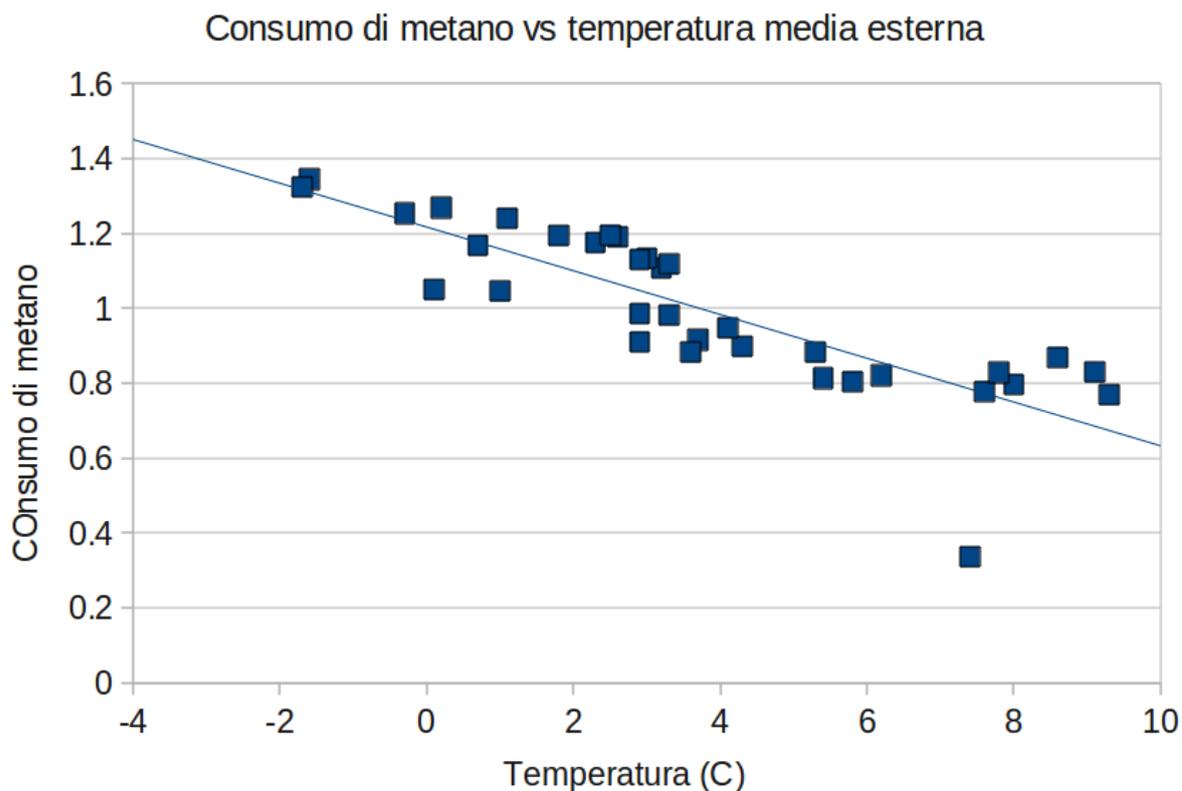


Figura 9: Variazione dei consumi medi giornalieri invernali di metano (normalizzati ad uno) in funzione della temperatura media esterna. Il grafico riporta sia i valori ottenuti per la città di Udine che per la città di Trieste.

6.1.2 Traffico urbano

L'andamento giornaliero e settimanale del traffico urbano di autovetture, veicoli commerciali leggeri (peso inferiore ai 3500 kg) e veicoli commerciali pesanti viene mostrato nelle figure sottostanti. Da tali figure si evince chiaramente che il grande cambiamento nel regime del traffico si ha passando dall'infrasettimanale (da lunedì al venerdì) alla domenica, mentre il sabato ha un andamento intermedio ma più prossimo all'infrasettimanale che alla domenica. Come mostrato in Tabella 2 assumendo uguale al 100% il numero totale di vetture che attraversano una città nelle giornate di sabato, domenica e in una qualunque delle giornate infrasettimanali, la domenica presenta una diminuzione di circa il 10% rispetto al traffico complessivo infrasettimanale, mentre il sabato solo del 2-3%. Maggiori differenze si osservano nel traffico dei mezzi commerciali leggeri e pesanti che diminuiscono di più del 10% passando dall'infrasettimanale, al sabato e alla domenica.

L'andamento diurno nell'utilizzo delle autovetture mostra un chiaro spostamento del traffico mattutino verso la parte centrale della giornata passando dall'infrasettimanale, al sabato e alla domenica. Sia al sabato che alla domenica è evidente una maggior presenza di traffico nelle primissime ore della giornata, verosimilmente legato alla frequentazione dei locali notturni.

Tabella 2: Percentuale giornaliera di veicoli che transitano nei centri urbani. Il 100% corrisponde alla media dei veicoli sulle giornate dal Lunedì al Venerdì.

%	Lun-Ven	Sab	Dom
Autovetture	100	96	74
Veicoli com. leggeri	100	74	47
Veicoli com. pesanti	100	76	32

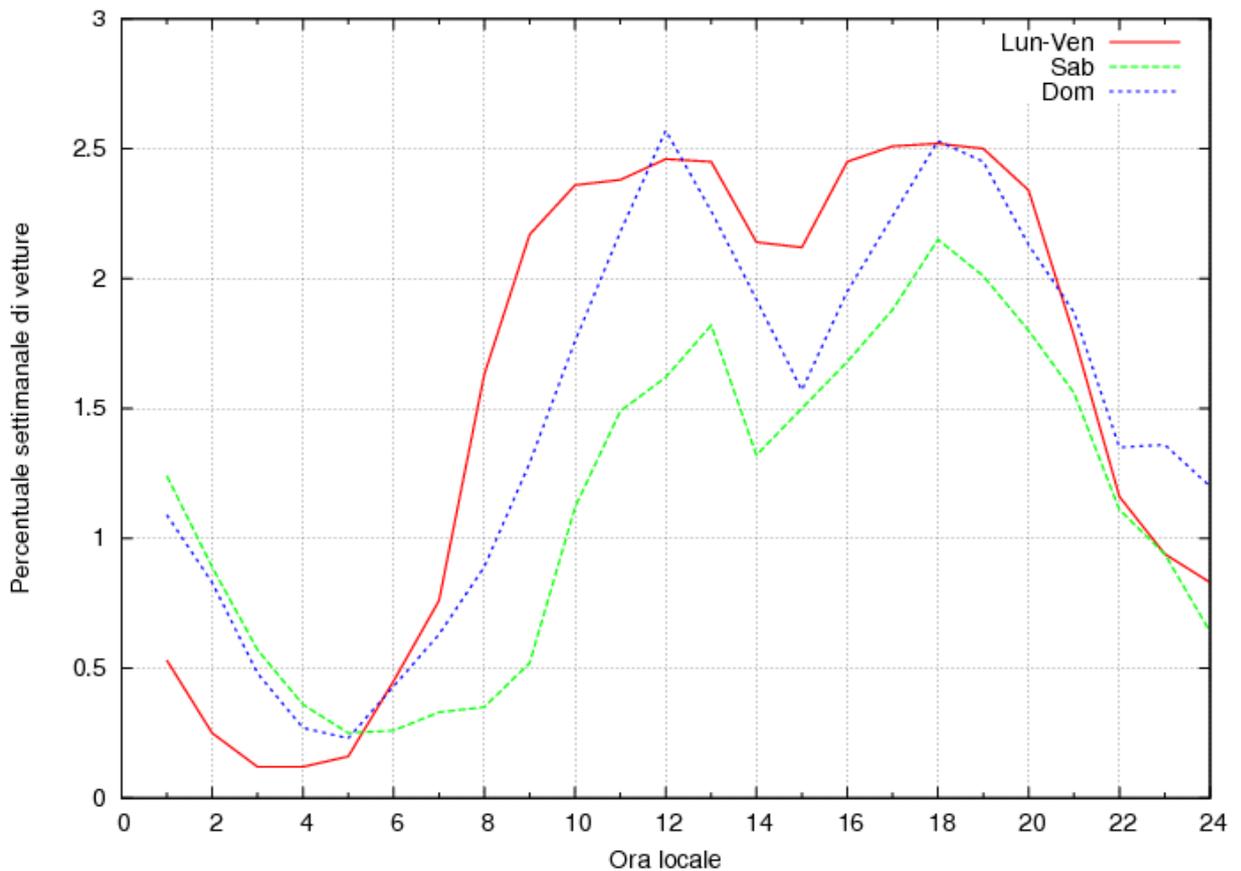


Figura 10: Andamento giornaliero e settimanale del traffico urbano di autovetture. Il 100% delle vetture si ottiene sommando le vetture di sabato, domenica e di una qualsiasi delle giornate dal lunedì al venerdì.

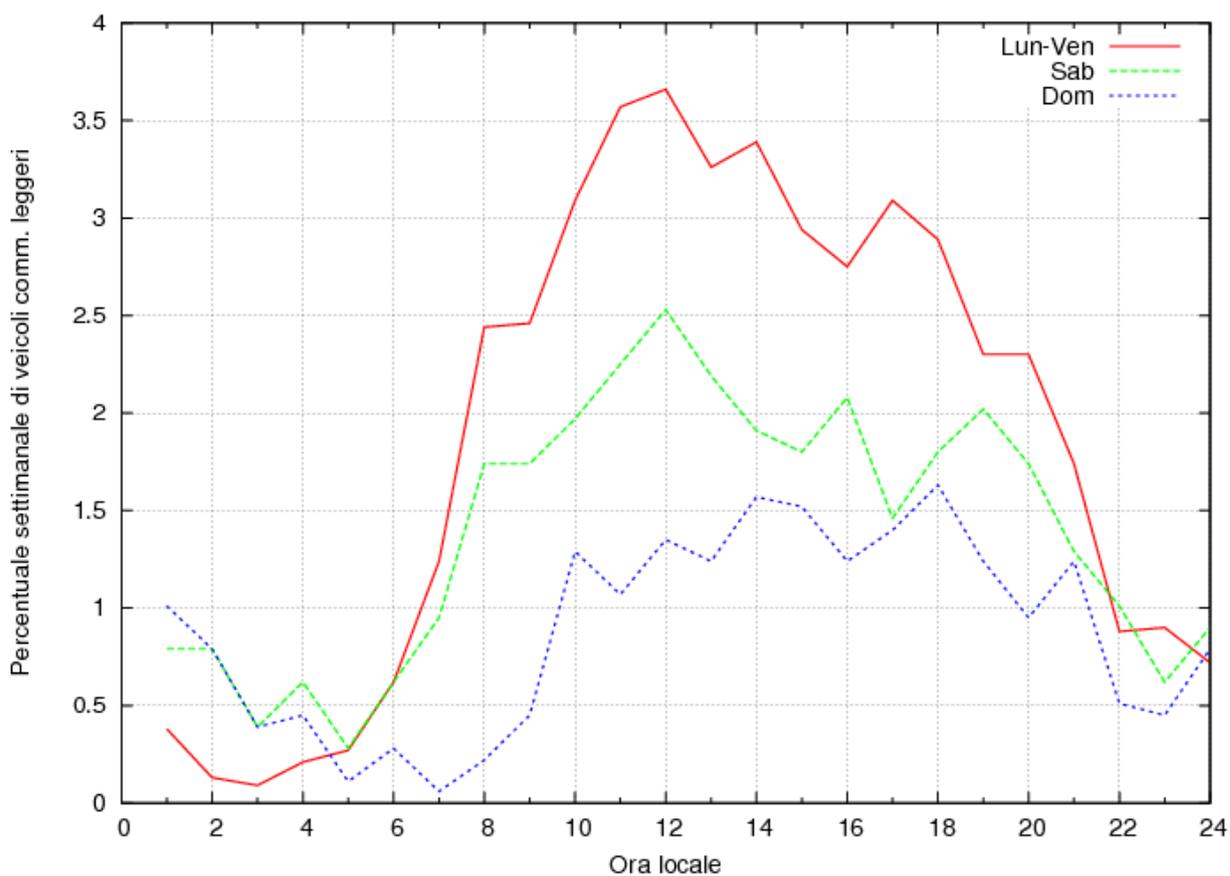


Figura 11 : Andamento giornaliero e settimanale del traffico urbano di veicoli commerciali leggeri. Il 100% dei veicoli si ottiene sommando le vetture di sabato, domenica e di una qualsiasi delle giornate dal lunedì al venerdì.

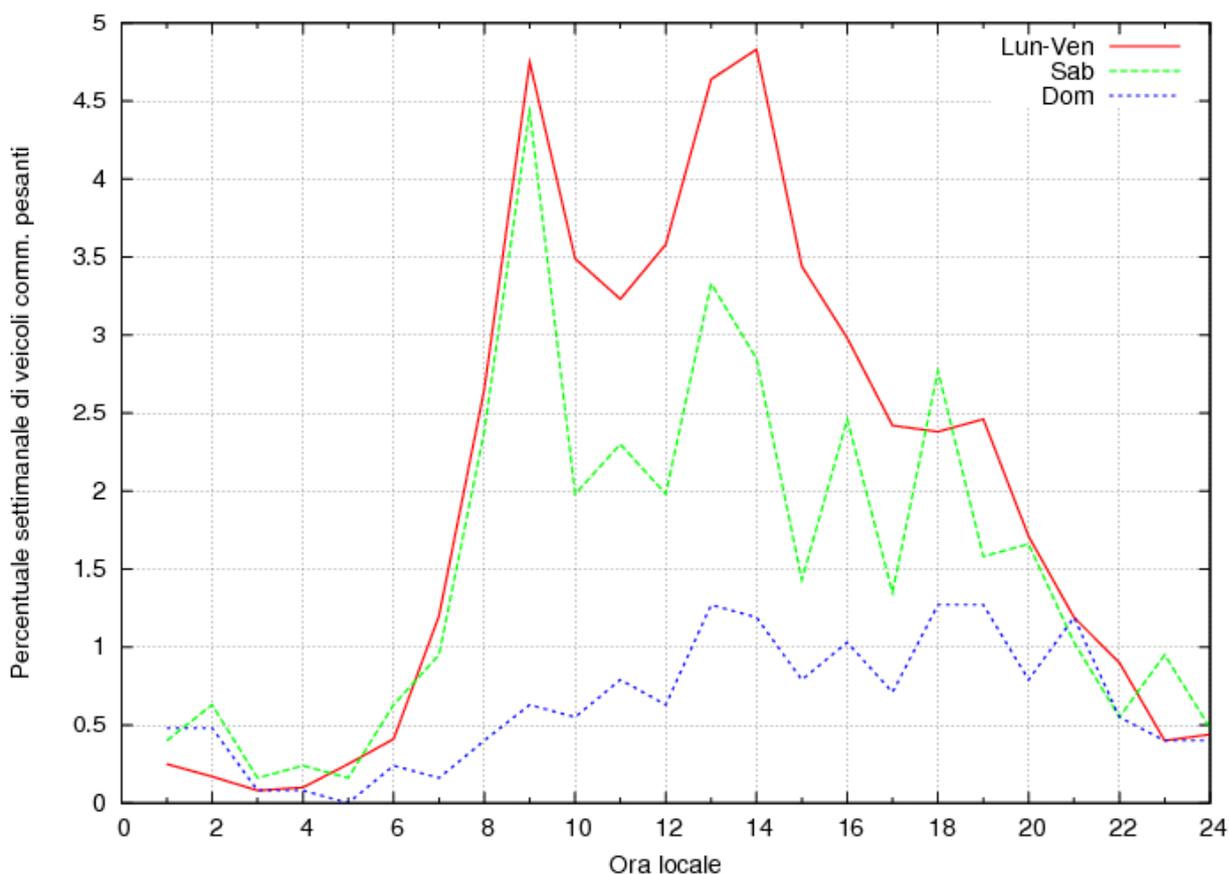


Figura 12 : Andamento giornaliero e settimanale del traffico urbano di veicoli commerciali pesanti. Il 100% dei veicoli si ottiene sommando le vetture di sabato, domenica e di una qualsiasi delle giornate dal lunedì al venerdì.

6.2 STIMA DELL'EFFICACIA DELLE AZIONI DEL PIANO

Mediante la modellistica numerica è in linea di principio possibile effettuare una stima dell'efficacia delle azioni espone nel capitolo 5.2 e riferite alla zonizzazione del territorio, riducendo le emissioni secondo la proporzione corrispondente sopra indicata e valutando gli effetti di questa riduzione sulla qualità dell'aria. Per effettuare questa stima sono di seguito riportate, nelle figure sottostanti, le riduzioni relative al 95° percentile orario (episodi acuti) delle concentrazioni di PM10 ottenute a seguito della:

- i) sostituzione nell'utilizzo della legna per il riscaldamento domestico (azione diffusa) sulla pianura e costa del Friuli Venezia Giulia;
- ii) riduzione della temperatura interna agli edifici (azione diffusa) sulla pianura e costa del Friuli Venezia Giulia;
- iii) riduzione delle principali emissioni industriali (azione puntuale).

Vengono anche riportate le riduzioni relative al 95° percentile orario (episodi acuti) delle concentrazioni di NO2 a seguito della:

- iv) limitazione delle emissioni diffuse su un quadrato di griglia (4x4 km) scelto in corrispondenza dei principali nuclei urbani (capoluoghi di Provincia).

Queste stime sono state effettuate per il gennaio 2005, mese per il quale sono disponibili sia la migliore stima delle emissioni atmosferiche antropiche, sia una meteorologia completa.

In base a questi risultati, qualora le azioni venissero adottate compiutamente e in chiave preventiva, è ragionevole aspettarsi durante gli episodi di inquinamento una riduzione significativa delle concentrazioni del PM10 sulla pianura e costa della nostra Regione compresa tra 10 e 20 ug/m3.

Come accennato per fornire una stima della pressione delle diverse tipologie emmissive anche negli episodi acuti di inquinamento e non solo nel loro apporto alle concentrazioni medie, nell'ambito delle simulazioni numeriche a supporto del PAR sono stati valutati anche gli effetti delle diverse classi emmissive sul valore del 95° percentile della media giornaliera. Il motivo per cui queste simulazioni sono state fatte per il solo mese di gennaio 2005 è legato al fatto che il mese di gennaio, solitamente, è favorevole al ristagno degli inquinanti. Inoltre, il 2005 è l'ultimo anno per il quale risulta essere predisposto l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera. Entro il 2011 verrà pubblicato l'aggiornamento dell'inventario al 2007 e, con tale occasione, sarà possibile ampliare il ventaglio delle simulazioni rendendo maggiormente robuste le stime.

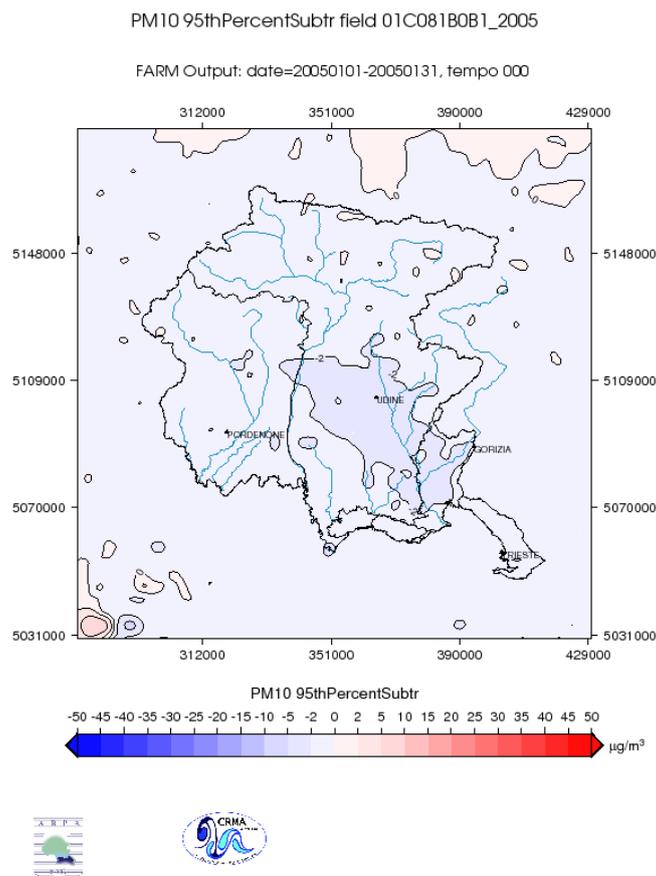


Figura 13: Stima della riduzione in ug/m3 del 95° percentile delle concentrazioni orarie (episodi intensi) del PM10 a seguito della riduzione del riscaldamento domestico da 20 a 18 °C nella pianura e costa del Friuli Venezia Giulia

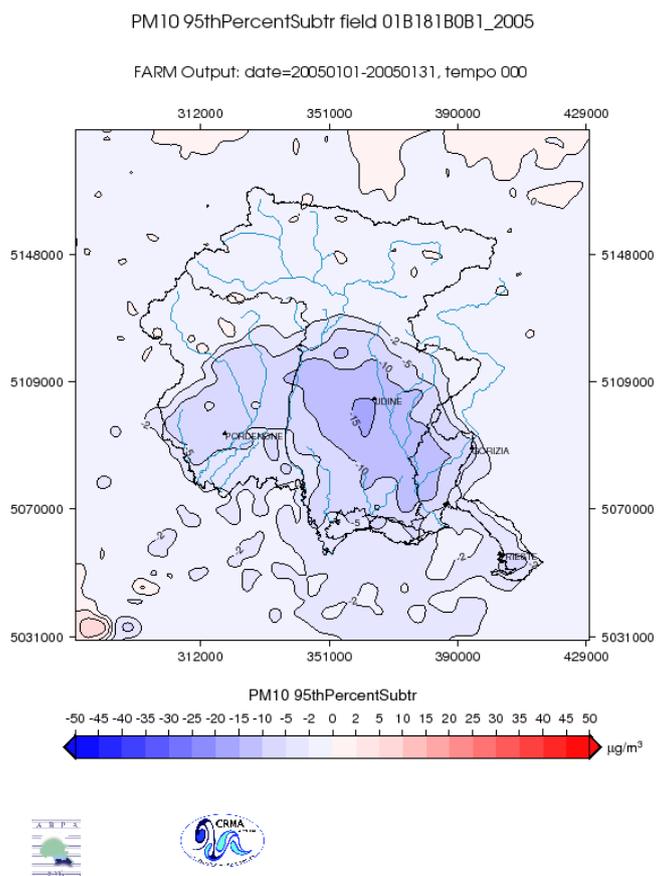


Figura 14: Stima della riduzione in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del 95° percentile delle concentrazioni orarie (episodi intensi) di PM10 a seguito della riduzione del riscaldamento domestico a legna nella pianura e costa del Friuli Venezia Giulia

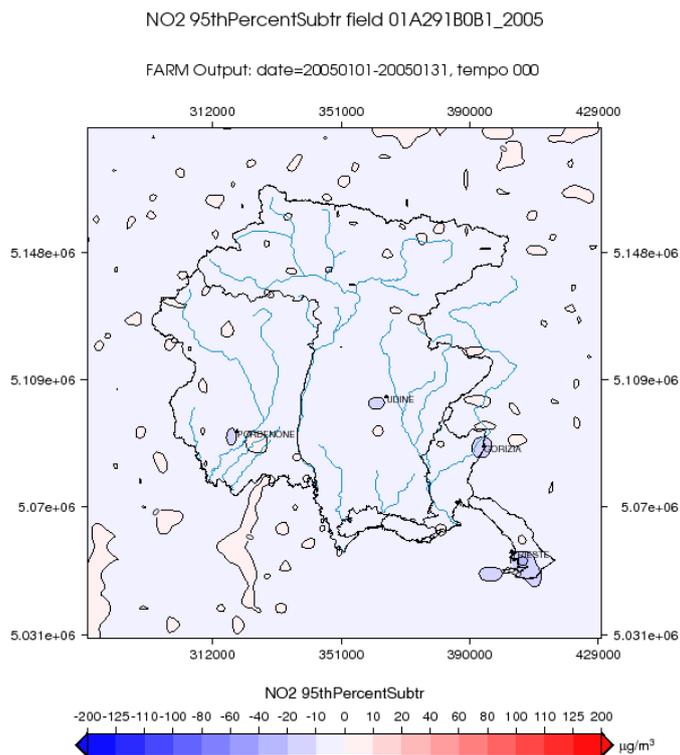


Figura 15: Stima della riduzione in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del 95° percentile delle concentrazioni orarie (episodi intensi) di NO_2 a seguito della soppressione delle emissioni diffuse all'interno di un elemento di griglia (massimo dettaglio possibile) del modello numerico

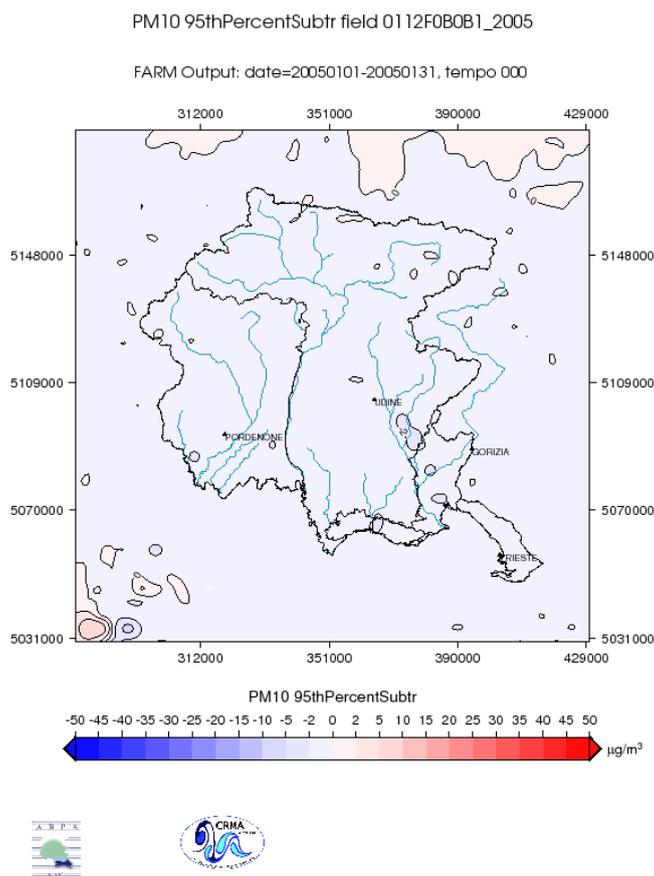


Figura 16: Stima della riduzione in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del 95° percentile delle concentrazioni orarie (episodi intensi) di PM10 a seguito della riduzione del 10% delle emissioni delle industrie maggiormente emissive all'interno delle zone

6.3 STIMA DELLA FREQUENZA DI APPLICAZIONE DELLE AZIONI

Una corretta pianificazione non può prescindere da una stima della possibile frequenza di applicazione futura sia di applicazione del Piano (quanto spesso il Piano verrà attivato) sia di quanto spesso le azioni del Piano potranno rimanere attive (per quanti giorni complessivi le azioni risulteranno messe in atto), con i relativi effetti positivi sulla qualità dell'aria, ma anche con le limitazioni che, necessariamente, le azioni imporranno al tessuto socio-economico della Regione. La stima della frequenza di applicazione e durata del Piano è stata effettuata mediante un'analisi dei dati di qualità raccolti nei cinque anni che vanno dal 2005 al 2009, relativamente all'ozono e alle polveri sottili. Visto l'accorpamento delle azioni per le polveri sottili e per il biossido di azoto, questi ultimi due inquinanti sono stati trattati alla medesima stregua.

6.3.1 Ozono

Per quanto riguarda l'ozono, la stima della frequenza di applicazione del Piano di azione regionale è stata fatta calcolando il numero medio di giornate con il superamento dei limiti di legge (valore bersaglio, $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media trascinata sulle otto ore) nelle diverse stazioni di monitoraggio

della qualità dell'aria. A titolo cautelativo, è stata utilizzata la stazione con il maggior numero medio di superamenti che, nell'ultimo triennio 2007 al 2009 sono comunque inferiori a 80. È pertanto ragionevole aspettarsi che il Piano di azione regionale per l'ozono debba attivarsi (informazione relativa ai superamenti futuri) per **un numero di giorni mediamente non superiore a 80**. Di seguito si riportano le tabelle riepilogative dei superamenti riferiti all'ozono registrati nel periodo 2005-2009.

Numero di superamenti del valore obiettivo (120 ug/m³ come media trascinata su otto ore)

		2005	2006	2007	2008	2009	media ultimo triennio
GO	AOS	42	65	55	42	37	45
	DOB	6	39	78	49	86	71
	LUC	2	27	51	13	8	24
	MON	49	45	57	17	40	38
PN	CLA	56	58	31	26	55	37
	MAR	34	47	41	25	23	30
	POR	36	56	47	39	43	43
TS	BAT	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	LIB	7	13	7	1	0	3
	MSP	46	60	45	12	2	20
UD	CAI	85	87	57	43	50	50
	CAS	n.d.	n.d.	78	57	32	56
	EDI	n.d.	n.d.	62	33	28	41
	LIG	25	27	28	1	3	11
	MAL	n.d.	n.d.	66	6	40	37
	MAN	22	15	23	0	n.d.	12
	OPP	20	53	40	10	34	28
	OSV	44	68	67	19	44	43
	SGN	52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	SGV	50	49	61	45	29	45
	TAR	42	36	21	17	14	17
	TOL	39	55	44	17	10	24
TRI	24	62	42	25	21	29	
TRV	37	72	52	27	39	39	

Numero di superamenti della Soglia di Informazione (S.I.: 180 ug/m3 orari) e della Soglia di Allarme (S.A.: 240 ug/m3 come media su tre ore consecutive)											
		sup.SI	sup.SA								
	stazione	2005	2005	2006	2006	2007	2007	2008	2008	2009	2009
GO	AOS	32	0	33	0	33	0	0	0	0	0
	DOB	0	0	11	0	48	0	3	0	1	0
	LUC	0	0	27	0	14	0	0	0	0	0
	MON	9	0	20	0	24	0	0	0	0	0
PN	CLA	31	0	36	0	4	0	8	0	17	0
	MAR	16	0	24	0	12	0	0	0	0	0
	POR	17	0	35	0	21	0	4	0	1	0
TS	BAT	n.d.									
	LIB	n.d.	n.d.	1	0	1	0	0	0	0	0
	MSP	0	0	41	1	10	3	0	0	0	0
UD	CAI	95	0	106	0	16	0	5	0	2	0
	CAS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	26	0	0	0	0	0
	EDI	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	14	0	0	0	0	0
	LIG	2	0	14	0	5	0	0	0	0	0
	MAL	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	26	0	n.d.	n.d.	0	n.d.
	MAN	0	0	0	0	6	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	OPP	0	0	44	1	4	0	0	0	0	0
	OSV	21	0	65	0	17	0	0	0	0	0
	SGN	n.d.									
	SGV	14	0	11	0	40	0	4	0	0	0
	TAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOL	20	0	38	0	2	0	0	0	0	0
	TRI	1	0	19	0	7	0	0	0	0	0
	TRV	4	0	23	0	14	0	0	0	0	0

6.3.2 Polveri sottili e biossido di azoto

Per poter valutare la frequenza di applicazione del Piano di azione regionale relativamente alle polveri sottili, quindi al biossido di azoto, si è provveduto a stimare le seguenti grandezze (vedi figure sottostanti):

- i) la distribuzione di sequenze continuative di superamenti (quanti sono gli episodi con giorni consecutivi di superamento dei limiti di legge per le diverse durate delle sequenze);
- ii) il numero di sequenze di giorni nei quali i limiti di legge per i diversi inquinanti sono stati superati a partire dal 2005 sino al 2009;
- iii) il numero di giorni consecutivi di superamento associati alle diverse durate delle sequenze (quanti sono i giorni di superamento consecutivi associati a sequenze di durata maggiore o uguale ad un valore prefissato).

In base alle quantità sopra indicate, utilizzando i dati raccolti dal 2005 al 2009, emerge come, supponendo di mettere in atto il Piano di azione regionale solo quando è previsto un numero di superamenti consecutivi dei limiti di legge per il PM10 maggiore o uguale a tre, sia ragionevole aspettarsi mediamente non più di **6 attivazioni del Piano all'anno**. Nel periodo che va dal 2005 al 2009, infatti, ci sono state circa 30 sequenze ininterrotte con giorni di superamento maggiori o uguali a tre. Queste 30 sequenze hanno interessato circa 170 giornate in cinque anni, che corrispondono ad approssimativamente a **34 giorni all'anno di applicazione delle azioni**.

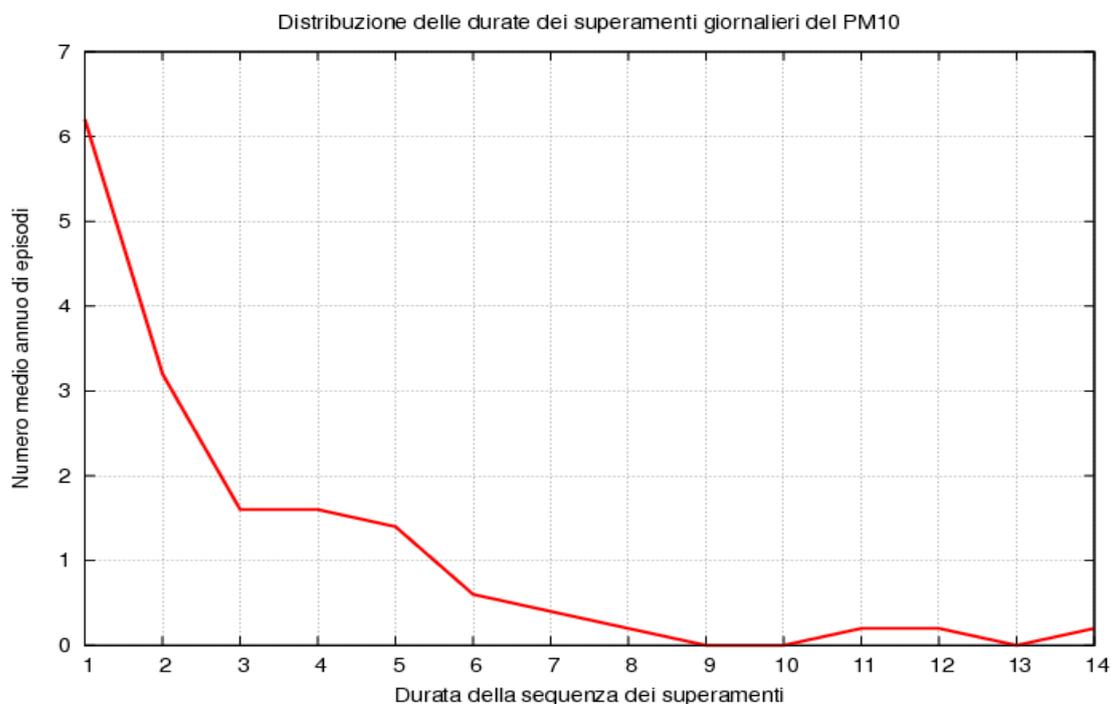


Figura 17: Distribuzione del numero medio di giorni consecutivi di superamento del limite giornaliero per il PM10. In ascissa la durata caratteristica della sequenza espressa in giorni. Questa distribuzione media è stata ottenuta considerando la stazione di Porcia (PN), situata in una delle aree con il maggior numero complessivo di superamenti, e gli anni che vanno dal 2005 al 2009.

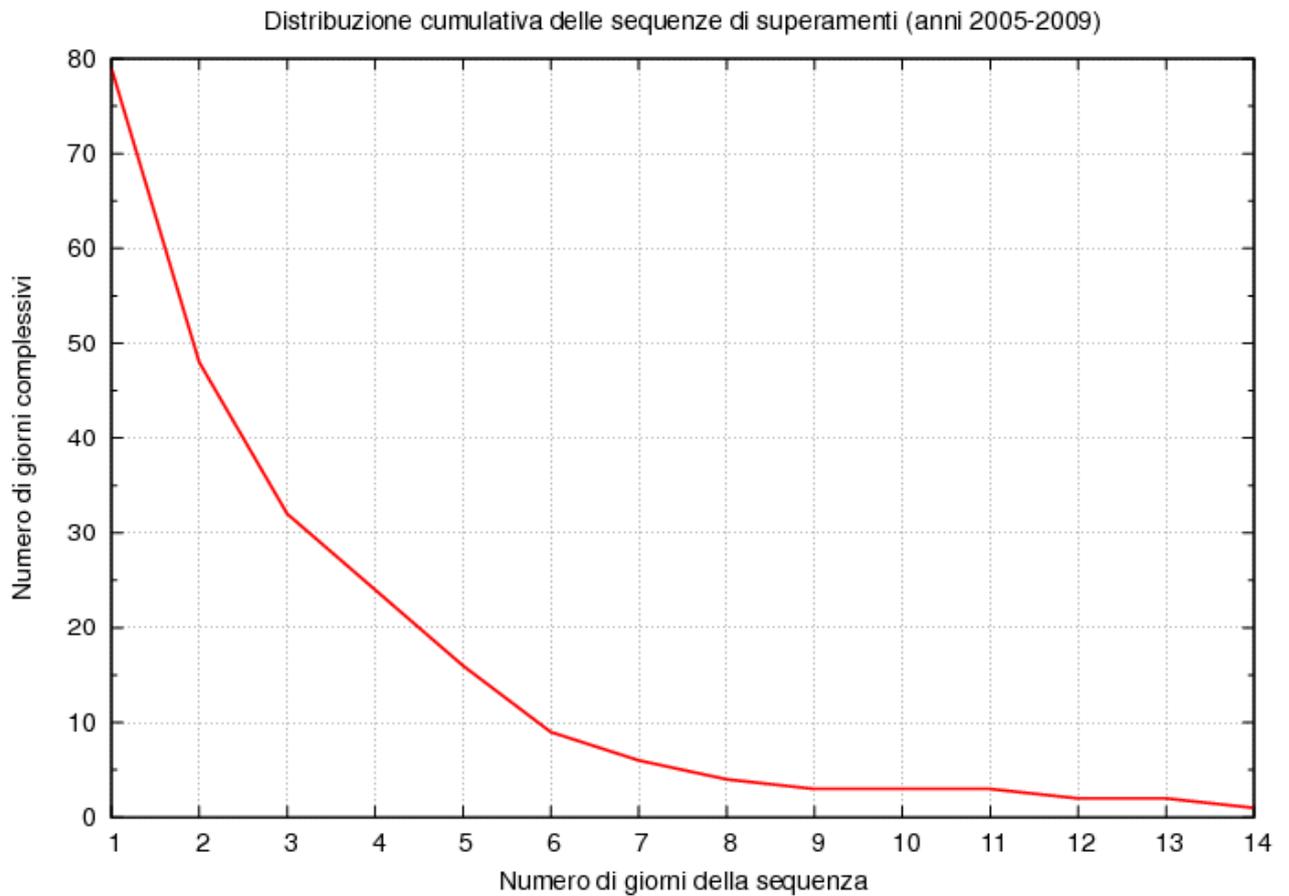


Figura 18: Distribuzione del numero complessivo di sequenze di superamenti del limite giornaliero per il PM10 nel periodo che va dal 2005 al 2009. In ascissa il numero di giorni della sequenza presa in considerazione, in ordinata il numero di episodi con durata della sequenza maggiore o uguale a quella considerata. A titolo cautelativo è stata scelta la stazione di monitoraggio di Porcia (PN) che è una delle aree con il maggior numero complessivo di superamenti per il PM10.

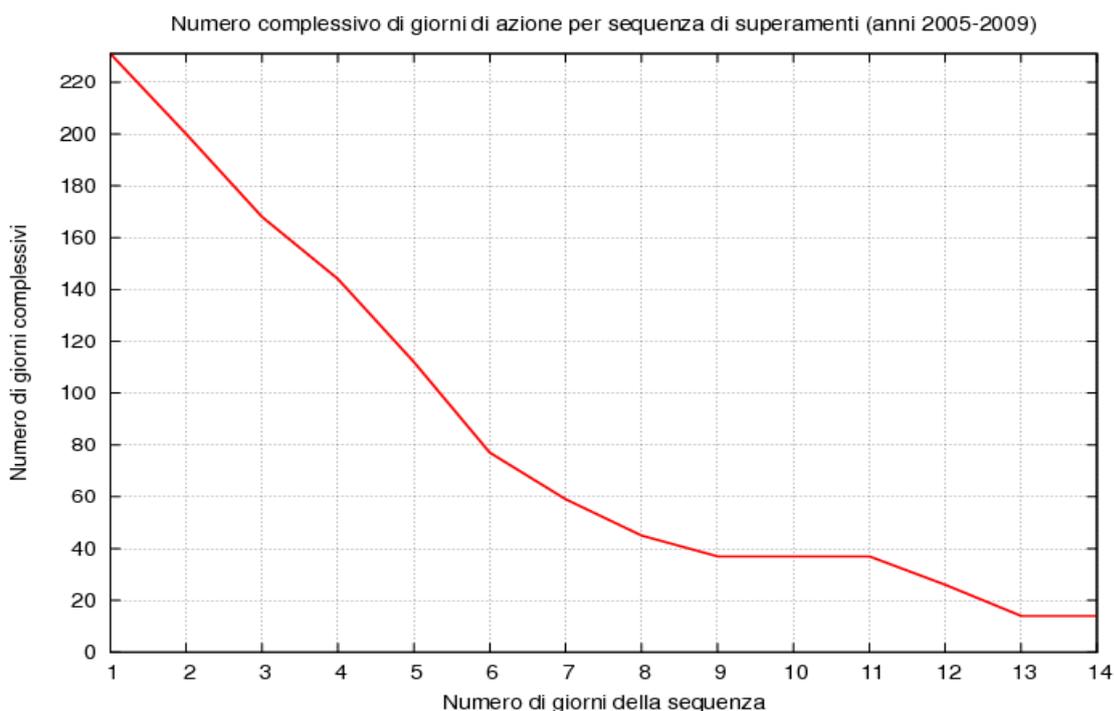


Figura 19: Distribuzione del numero complessivo di superamenti consecutivi del limite giornaliero per il PM10 nel periodo che va dal 2005 al 2009. In ascissa viene riportata la durata minima della sequenza considerata espressa in giorni, in ordinata viene riportato il numero complessivo di giorni associato alle sequenze di durata maggiore o uguale a quella considerata. A titolo cautelativo è stata scelta la stazione di monitoraggio di Porcia (PN) che è relativa ad una delle aree con il maggior numero complessivo di superamenti per il PM10.

6.4 MODALITÀ DI ATTIVAZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO

Per poter essere efficaci, il Piano di azione regionale deve necessariamente poter agire in chiave preventiva, cioè mediante previsioni future della qualità dell'aria. Per quanto riguarda l'ozono, le previsioni della qualità dell'aria dovranno essere disponibili almeno nel giorno precedente a quello del superamento della soglia di informazione, allarme o del valore obiettivo (Figura 20) su qualsiasi porzione del territorio regionale. Le previsioni dovranno anche indicare, in maniera cautelativa, l'estensione della zona di superamento dei limiti di legge e loro durata in termini di giorni.

Anche per quanto riguarda il PM10 e il NO2, le previsioni della qualità dell'aria dovranno essere disponibili almeno il giorno precedente a quello dei possibili superamenti dei limiti di legge per il PM10.

Tali dati saranno resi disponibili sul sito web della regione .

L'attivazione delle azioni previste dal Piano dovrà avvenire a seguito di una sequenza contigua di superamenti che interessino una parte rilevante del territorio regionale, indicativamente il 20% della pianura e costa del Friuli Venezia Giulia, cioè dell'area di applicazione delle azioni diffuse (Figura 6). Questa previsione dovrà far partire le azioni diffuse, locali e puntuali in concomitanza con il giorno di inizio della prevista sequenza di superamenti. Le informazioni dovranno essere

fatte pervenire a tutta la popolazione, indipendentemente dal fatto che sia residente o meno nell'area del previsto superamento, e agli amministratori locali delle zone di applicazione delle azioni diffuse, locali e puntuali. La previsione dovrà anche fornire una stima della durata presunta della sequenza di superamenti (Figura 21). Qualora la sequenza di superamenti sopra indicata non sia continua, l'attivazione del Piano dovrà comunque comprendere anche le giornate successive alla sequenza di attivazione se separate da questa da un solo giorno (Figura 22). Qualora le previsioni di superamento relative al PM10 e NO2 interessassero una possibile sequenza di superamenti uguale o maggiore di quella di attivazione su un'area diversa da quella indicata in Figura 6, allora la comunicazione dovrà essere fatta agli amministratori locali dell'area in questione, i quali dovranno mettere in atto le azioni diffuse, locali e puntuali sul territorio di loro pertinenza.

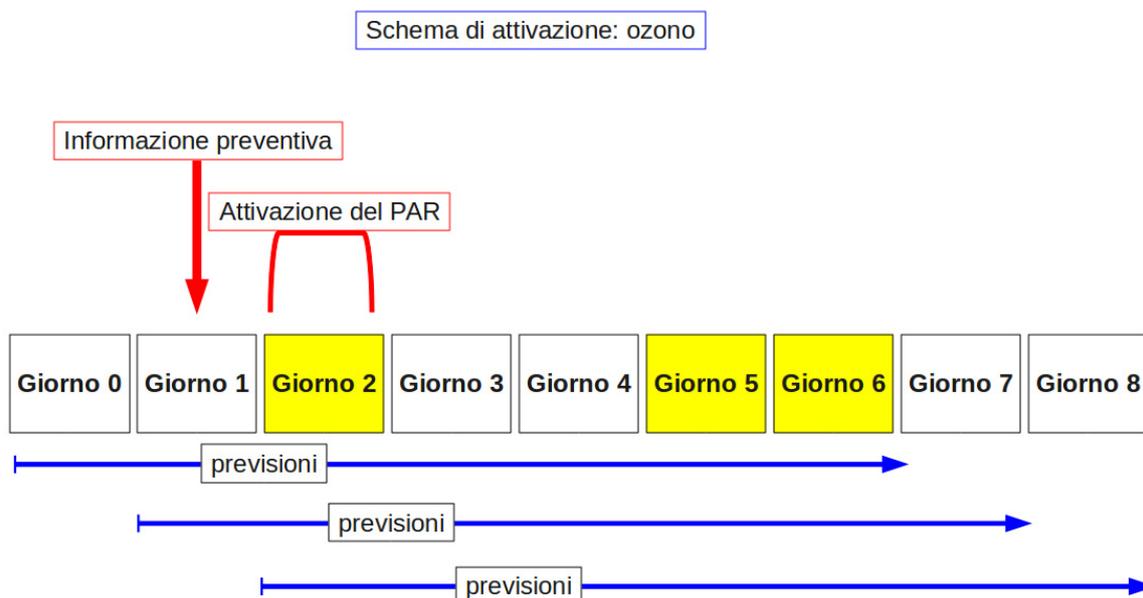


Figura 20: Schema della sequenza di attivazione dell'e azioni previste dal Piano di azione regionale. Caso dell'ozono

I Comuni limitrofi dovranno coordinarsi nell'attivare le misure di limitazione del traffico con procedure definite all'interno dei singoli PAC

La competenza di rendere pubblica la previsione del verificarsi degli episodi acuti di inquinamento è della Regione che si avvale di ARPA FVG per la pubblicazione di tale informazione attraverso i mezzi tecnologici più idonei (sito web della Regione e di ARPA).

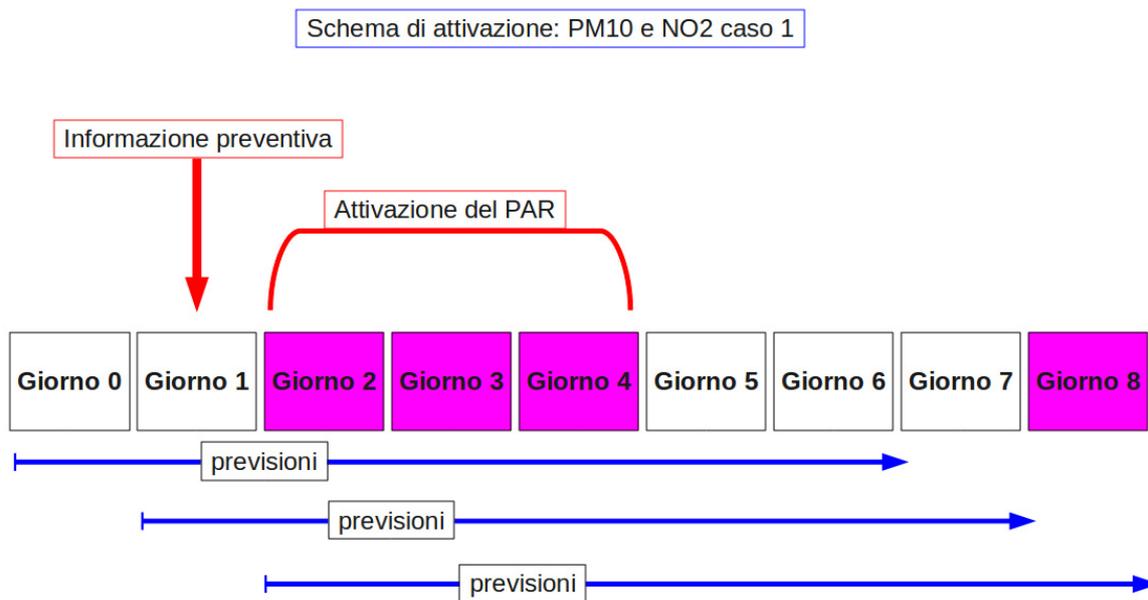


Figura 21: Schema della sequenza di attivazione del Piano di azione regionale. Caso del PM10 e NO2 con giornate di superamento contigue.

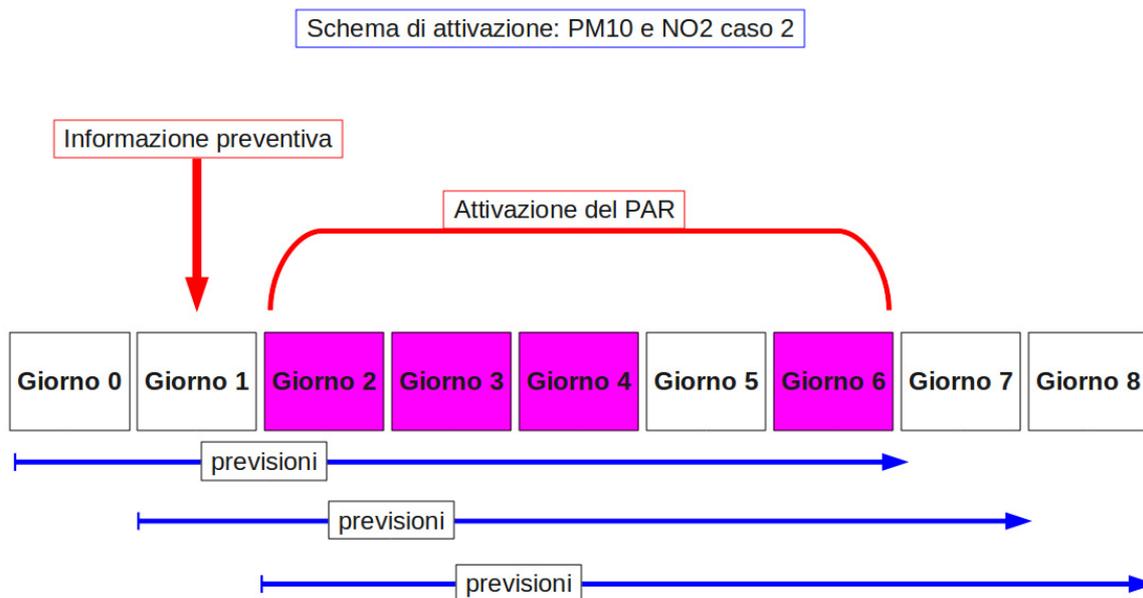


Figura 22: Schema della sequenza di attivazione del Piano di azione regionale. Caso del PM10 e NO2 con giornate di superamento non contigue.

6.5 IL MONITORAGGIO DEL PIANO

Il monitoraggio del Piano di azione regionale può avvenire attraverso:

- la valutazione dell'efficienza nell'applicazione delle azioni (quanto bene sono messe in atto);
- la valutazione dell'efficacia delle azioni (quale è l'effetto sulla qualità dell'aria delle azioni adottate).

6.5.1 L'informazione

Per quanto riguarda l'efficienza nell'applicazione delle azioni e la valutazione della loro efficacia, l'aspetto relativo all'informazione potrà avvenire sia in maniera attiva, cioè mediante dei sondaggi d'opinione, che in maniera passiva, stimando il numero di persone che vengono in contatto con l'informazione.

I sondaggi di opinione, in linea di principio, sono gli unici in grado di stimare sia quanto capillare e diffusa sia l'informazione (efficienza), se questa viene compresa e messa in atto (efficacia). Il vantaggio dei sondaggi d'opinione, inoltre, è quello di rappresentare, di per se stessi, un ulteriore canale di informazione. Sondaggi di opinione condotti all'interno delle scuole, a titolo di esempio, possono diventare un utile veicolo anche per promuovere la consapevolezza relativa all'inquinamento atmosferico e alle attività virtuose che possono essere messe in atto per

contenerlo. La gestione dei sondaggi d'opinione, però, è un'attività molto dispendiosa in termini di risorse umane ed economiche.

La verifica passiva dell'efficacia della informazione può essere fatta mediante semplici accorgimenti, quali ad esempio i contatori di visite posti sulle pagine internet dedicate alle previsioni di qualità dell'aria e ai relativi avvisi. Benché la verifica dell'efficienza passiva dell'informazione non sia di per se una verifica dall'effettivo raggiungimento dello scopo (efficacia), ha il vantaggio di essere molto economica in termini di risorse umane ed economiche e, potendo protrarsi a lungo nel tempo, permette di mettere in luce le tendenze relative ad un aumento o diminuzione dell'interesse connesso alla qualità dell'aria e in particolare all'applicazione del Piano di Azione.

6.5.2 Le azioni dirette volte al contenimento degli episodi acuti di inquinamento atmosferico

Per quanto riguarda la valutazione dell'efficienza nell'applicazione delle azioni dirette volte al contenimento degli episodi di inquinamento atmosferico, questa potrà essere condotta adottando degli indicatori relativi alle singole azioni del piano, quali ad esempio:

- l'effettiva riduzione del traffico nelle ore ed aree individuate dai Piani di Azione Comunali;
- l'effettiva riduzione nei consumi dei combustibili per il riscaldamento domestico e della legna nelle giornate di applicazione di tali misure;
- l'effettiva riduzione delle emissioni industriali nell'elenco degli impianti maggiormente impattanti.

I dati relativi al traffico potranno essere desunti utilizzando i dati dei conta-traffico installati all'interno dei centri abitati dove saranno messe in atto le restrizioni alla mobilità. Da questo punto di vista, si mette in evidenza l'opportunità per i Comuni che ospitano un'area di restrizione alla mobilità di dotarsi di tali dispositivi, per monitorare i flussi di traffico durante l'intero anno o, per lo meno, per il periodo di maggior frequenza dei superamenti relativi ai limiti per le polveri sottili e per il biossido di azoto. Contemporaneamente si mette in luce la necessità di far pervenire i dati relativi alle giornate di applicazione della riduzione del traffico veicolare e la connessa stima dell'efficacia nella riduzione, entro il 30 giugno di ogni anno, presso il Punto Focale Regionale per i Dati Ambientali.

L'efficienza delle azioni relative al riscaldamento domestico e alla riduzione della combustione della legna potranno essere valutate recuperando i dati sui consumi di gas metano dai Gestori Locali o dal Gestore della Rete Nazionale. Anche questi dati dovranno essere fatti confluire presso il Punto Focale Regionale per i Dati Ambientali.

Discorso analogo può essere fatto per i dati relativi alle emissioni industriali, la riduzione delle quali nei periodi di applicazione del Piano, può essere stimata o direttamente mediante i dispositivi di tipo SME (Sistema di Monitoraggio delle Emissioni a camino) o mediante i dati di produzione industriale. Anche questi dati dovrebbero essere fatti confluire presso il Punto Focale Regionale per i Dati Ambientali.

Se la valutazione dell'efficienza nell'applicazione delle azioni del Piano è un'attività importante, fondamentale diventa anche l'attività di verifica dell'effettiva riduzione delle concentrazioni degli inquinanti (efficacia delle azioni). Questa potrà essere condotta sia mediante le misure automatiche effettuate dalle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria appartenenti alla Rete Regionale, sia mediante misure di laboratorio che tramite delle simulazioni numeriche condotte ad alta risoluzione. Nel caso delle polveri, in particolare, mediante analisi di laboratorio è possibile stimare quali siano le diverse componenti chimiche del particolato, quindi quali siano i contributi

relativi delle varie sorgenti che hanno concorso a formare le concentrazioni osservate di particolato atmosferico (legna, particolato secondario, etc.). Al fine di determinare l'efficienza delle azioni proposte, pertanto, si renderà opportuno predisporre dei protocolli per delle campagne osservative che consentano di effettuare delle stime del contributo relativo alle polveri per cercare di mettere in luce l'eventuale cambiamento dei pesi relativi delle sorgenti nei periodi di applicazione e non applicazione delle azioni del Piano.

Infine, considerato anche che l'aspetto saliente del Piano di azione regionale è quello relativo all'attivazione delle azioni in funzione delle previsioni di qualità dell'aria, sarà di fondamentale importanza predisporre dei protocolli di verifica sia delle previsioni di qualità dell'aria che delle previsioni meteorologiche, che sono alla base delle proiezioni future delle concentrazioni degli inquinanti. Da questo punto di vista si ritiene opportuno che i tavoli intercomunali, di cui al paragrafo 5.2.1 a proposito della trattazione delle azioni locali, valutino la possibilità di effettuare delle simulazioni numeriche ad alta risoluzione nel relativo ambito territoriale allo scopo di poter stimare l'efficacia delle azioni locali messe in atto.

Inoltre i Comuni dovranno trasmettere entro il 30 giugno di ogni anno alla struttura regionale competente un rapporto che contenga il resoconto di tutti gli interventi realizzati per fronteggiare le situazioni di rischio di superamento dei valori limite per i parametri biossido d'azoto e polveri sottili nel periodo invernale precedente e delle soglie d'allarme per il parametro ozono relativo al periodo aprile-settembre dell'anno precedente.

6.6 NORME DI ATTUAZIONE

art. 1

Piano di azione regionale

Il presente Piano di azione regionale è predisposto in attuazione degli articoli 2 e 8 della legge regionale 18 giugno 2007, n. 16.

art. 2

Obiettivi

Il presente Piano, ai sensi dell'articolo 8, comma 1, della legge regionale 18 giugno 2007, n. 16, persegue l'obiettivo di conseguire sull'intero territorio regionale la prevenzione, il contenimento ed il controllo, nel breve periodo, del rischio di superamento dei valori limite degli inquinanti e delle soglie di allarme dei livelli di ozono.

art. 3

Zonizzazione

Ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera c), n. 1 della legge regionale 18 giugno 2007, n. 16, il Piano individua, per gli inquinanti indicati dalla normativa, le zone in cui è necessario porre in atto interventi volti alla prevenzione al contenimento ed al controllo del rischio di superamento al fine del raggiungimento degli obiettivi di cui all'articolo 2.

art. 4
Azioni

Le prescrizioni del Piano, riferite alle zone di cui all'articolo 3, sono definite nel capitolo 5.2 "Tipologia delle azioni e zone di applicazione". L'attuazione delle misure è prevista sulla base delle modalità descritte nel capitolo 6.4 "Modalità di attivazione degli interventi previsti dal Piano".

art. 5
Piani d'azione comunali

I Comuni appartenenti alle zone di cui all'articolo 3 predispongono i Piani d'azione comunali coordinandosi con i comuni limitrofi e la provincia di appartenenza per quanto attiene alle azioni di limitazione del traffico veicolare, entro sei mesi dalla data di approvazione del Piano d'azione regionale.

art. 6
Raccordo con la pianificazione degli Enti locali

I Comuni appartenenti alle zone di cui all'articolo 3 attuano gli interventi previsti nel rispettivo Piano di azione comunale ai sensi dell'articolo 13 della legge regionale 18 giugno 2007, n. 16, come descritto nell'articolo 4.

art. 7
Monitoraggio e coordinamento

I Comuni trasmettono entro il 30 giugno di ogni anno alla struttura regionale competente una relazione relativa agli interventi previsti dai Piani di azione comunali comprensiva di un resoconto di tutti gli interventi realizzati per fronteggiare le situazioni di rischio di superamento dei valori limite per i parametri biossido d'azoto e polveri sottili nel periodo invernale precedente e delle soglie d'allarme per il parametro ozono relativo al periodo aprile-settembre dell'anno precedente.

art. 8
Durata

Il Piano di azione regionale ha efficacia a tempo indeterminato ed è sottoposto a revisione almeno ogni cinque anni.

art. 9
Varianti

Il Piano è modificato con la medesima procedura prevista per la sua approvazione, ai sensi dell'articolo 9, comma 9 della legge regionale 18 giugno 2007, n. 16.

7 ELENCO DEI DOCUMENTI UTILIZZATI A SUPPORTO DEL DOCUMENTO DI PIANO

A mass closure and PMF source apportionment study on the sub-micron sized aerosol fraction at urban sites in Italy. *Vecchi R., Chiari M., D'Alessandro A., Fermo P., Lucarelli F., Mazzei F., Nava S., Piazzalunga A., Prati P., Silvani F., Valli G.*, 2008. *Atmospheric Environment*, 42, pp. 2240-2253.

APAT, *Annuario dei dati ambientali /2004*

Characterization of particles from wood combustion with respect to health relevance and electrostatic precipitation. *Nussbaumer T.*, 2011. *Atti dell'International workshop on aerols from small scale biomass combustion plants*. Technical University Graz.

Direttiva Europea 2008/50/CE, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

EEA, *Air pollution in Europe 1990–2004; EEA Report No 2/2007*

EPA, *Terms of Environment. Glossary, Abbreviations and Acronyms.* (revised December 1997). Tratto da: <<http://www.epa.gov/ocepa111/OCEPAterms/>>

Il contributo all'inquinamento atmosferico derivante dalla combustione del legno ed altre tipologie di biomassa. *Della Donna E., Delli Quadri F., Stel F., Turollo F., Daris F.* 2011. ARPA Friuli Venezia Giulia. In "VII rapporto sulla qualità dell'ambiente Urbano". Pubblicazione ISPRA. ISBN 978-88-448-0490-9

Jakobi G., Fabian P., 2007. Indoor/outdoor concentrations of ozone and peroxyacetyl nitrate (PAN). *International Journal of Biometeorology*, 40, pp. 162-165.

Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria, 2010. Regione Friuli Venezia Giulia.

Seinfeld J. H. and Pandis S., 2006. *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*. John Wiley & Sons Inc. New York.

WHO, *Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition*. WHO Regional publications, European Series, No. 91

WHO, *Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*. WHO Regional Office for Europe, 2006.

WHO Regional Office for Europe, *Health impact of PM10 and ozone in 13 Italian cities*. 2006.

Xing L. and Chameides W. L., 1990. Model simulations of rainout and washout from a warm stratiform cloud. *J. Atmos. Chem.*

8 RAPPORTO AMBIENTALE

Nell'Allegato 1 viene riportato il Rapporto ambientale per la Valutazione Ambientale Strategica (VAS) del Piano di azione regionale.

9 ALLEGATI

Elenco degli allegati al Piano:

1. Rapporto ambientale per la VAS.