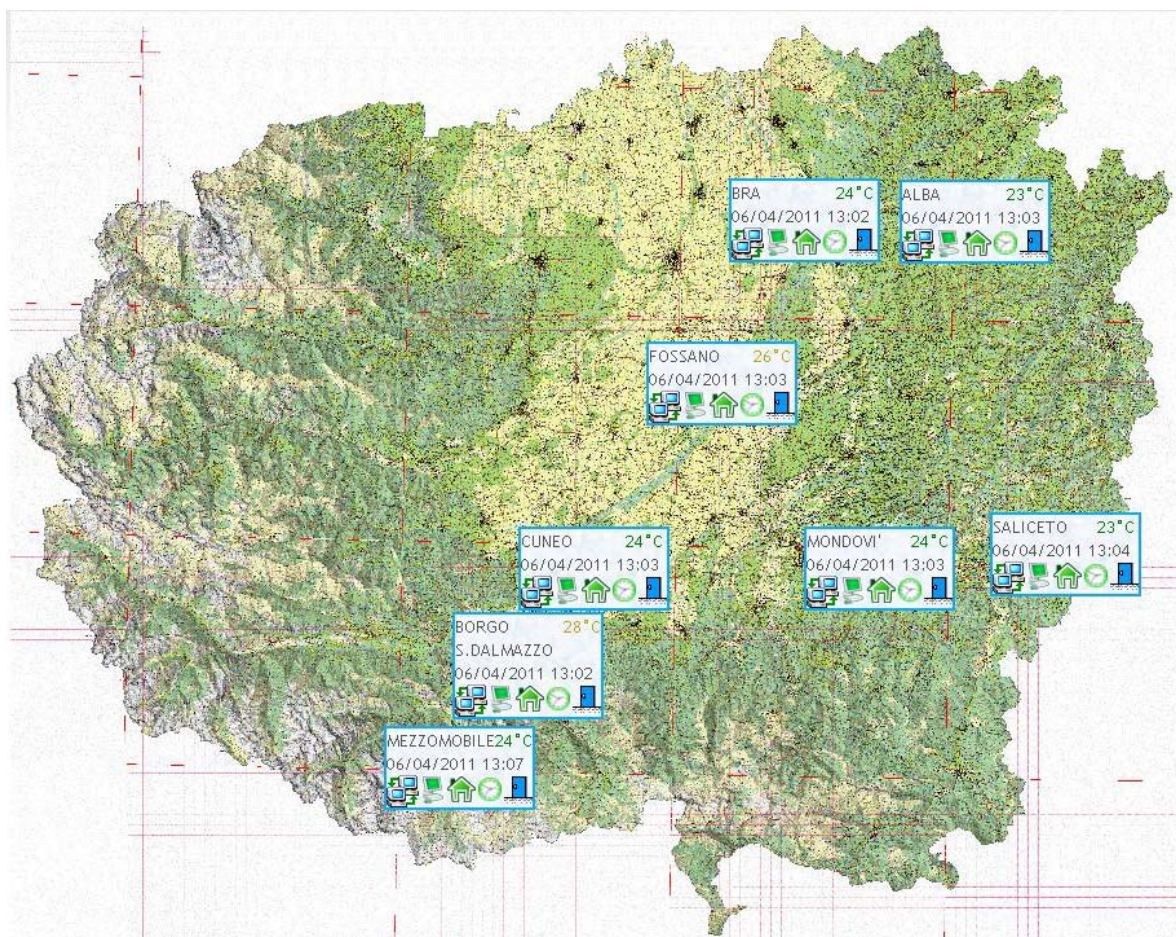


MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

ANNO 2010



PROVINCIA DI CUNEO

Prot. 39311 /10

Cuneo, 22 aprile 2011

Ill.mo Sig. Presidente della PROVINCIA di _____ CUNEO

Ill.mi Sig.ri Sindaci dei Comuni di

ALBA
BORGO SAN DALMAZZO
BRA
CUNEO
FOSSANO
LESEGNO
MONDOVI'
ROBILANTE
SAN MICHELE MONDOVI'
SALICETO
CARAMAGNA PIEMONTE
CERVERE
GOVONE
GRINZANE CAVOUR
GUARENE
MORETTA
PIOBESI D'ALBA
SALMOUR
SANTA VITTORIA D'ALBA
SOMMARIVA DEL BOSCO
TORRE SAN GIORGIO
VERZUOLO
CENTALLO
ROCCAIONE
SALUZZO
SAVIGLIANO
CHERASCO
GENOLA

Spett.le Regione Piemonte Assessorato Ambiente
Settore Risanamento Atmosferico e Acustico _____ TORINO

Spett.le Dipartimento di Prevenzione Azienda ASL CN1 Cuneo
Spett.le Dipartimento di Prevenzione Azienda ASL CN2 Alba

e p.c. al Responsabile SC Sistemi previsionali Arpa Piemonte

Oggetto: Resoconto annuale sulla qualità dell'aria della provincia di Cuneo per l'anno 2010.

A partire dal momento dell'attivazione della rete provinciale della qualità dell'aria nel suo assetto definitivo, avvenuta nel 2002, il Dipartimento provinciale Arpa di Cuneo ogni anno ha puntualmente messo a disposizione delle Amministrazioni locali e della popolazione un'analisi delle più significative evidenze che possono essere ricavate dalla non indifferente mole di dati che sono raccolti, nel territorio provinciale, dalla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.

Il documento "*Monitoraggio Della Qualità Dell'Aria – Anno 2010*", costituito da una corposa relazione tecnica redatta in forma divulgativa, assicurando nel contempo il rispetto dei fondamenti scientifici, è stato messo a disposizione di tutta l'utenza sul sito internet dell'Agenzia. Il tentativo di allargare a tutti i cittadini il recepimento di dati a volte nascosti da moltitudini di numeri è costituito dal fatto che ogni considerazione viene supportata dalla trasformazione dei dati acquisiti in grafici ed immagini. Sul sito internet troverà altresì collocazione l'appendice "*Reportistica dati analitici delle centraline della rete di monitoraggio – Anno 2010*".

Il percorso per accedere al materiale pubblicato è il seguente:

<http://www.arpa.piemonte.it> → Aria → Qualità → Documentazione e dati ambientali → Attività dipartimentale → Dipartimento di Cuneo.

A differenza degli scorsi anni si è scelto di pubblicare tutto questo materiale solamente in rete, non solo perché così si può raggiungere tutta la potenziale utenza, ma anche al fine di contribuire al risparmio del materiale cartaceo necessario alla stampa; qualora le Amministrazioni in indirizzo avessero delle difficoltà di accesso o fossero puramente interessate a disporre di copia del file su CD sarà sufficiente una richiesta ai Ns uffici e si provvederà ad esaudire alla richiesta.

In questa nota di presentazione del lavoro saranno evidenziate le specificità di quanto prodotto sottolineando le evidenze più rilevanti e, nella speranza di contribuire all'aumento della conoscenza sui fenomeni ambientali che investono il nostro territorio, si rimanda quindi alla lettura della relazione tecnica disponibile sul sito.

In sintesi la prima parte del lavoro di quest'anno, come di consueto, contiene per tutti gli inquinanti atmosferici previsti dalla normativa vigente un resoconto sull'andamento degli indicatori di riferimento normativi, confrontati con i risultati degli anni precedenti.

Seguono due approfondimenti tecnico-scientifici: il primo è dedicato al monitoraggio del biossido di carbonio (CO₂) ed il secondo alla valutazione statistica dei dati di PM₁₀ rilevati nel corso degli anni sul territorio della nostra provincia, che evidenziano una tendenza alla diminuzione delle concentrazioni, ed in conclusione del capitolo una interessante valutazione dell'influenza delle precipitazioni atmosferiche sull'abbattimento del particolato. Nell'elaborazione delle "settimane tipo", effettuate al fine di evidenziare eventuali variazioni ricorrenti in particolari giorni della settimana, è stata evidenziata in alcuni periodi stagionali una apparentemente illogica distribuzione dei valori di PM₁₀, con diminuzione delle concentrazioni nelle giornate centrali della settimana, ove in condizioni di normalità ci si attende un trend di crescita che si arresta nei giorni festivi per la riduzione di molte attività umane. Una successiva valutazione della distribuzione statistica delle precipitazioni atmosferiche ha evidenziato che proprio in quei giorni si concentravano questi fenomeni. L'influenza evidente delle precipitazioni atmosferiche sull'abbattimento dei PM₁₀ si allarga a tutti gli anni

precedenti, ove si paragonano i valori medi del particolato fine in aria con le precipitazioni annue; al rilevante aumento delle piogge registrate nell'ultimo triennio è corrisposta una chiara diminuzione dei PM₁₀ in aria.

Ritornando all'approfondimento sul biossido di carbonio si rimarca il fatto che per Arpa Piemonte l'unica stazione in funzione che misura il parametro in modo continuativo è appunto quella di Borgo San Dalmazzo, località peraltro in parte condizionata da forti emissioni specifiche locali; interessante evidenziare come la CO₂, che tutti noi emettiamo con il respiro, evidenzi anche a livello ambientale, negli andamenti giornalieri e stagionali, il "respiro" del nostro pianeta, con oscillazioni legate anche al consumo di questo gas nel ciclo biologico vegetale.

Per quel che riguarda i capitoli specifici dedicati al monitoraggio delle sostanze inquinanti per la prima volta abbiamo inserito i dati rilevati sul Materiale Particolato fine PM_{2,5}, identificata con il termine di "frazione respirabile", in ragione del maggior rischio sanitario derivato dalla maggior capacità di penetrazione nelle profondità dell'apparato respiratorio.

Il recente Decreto Legislativo n°155/10 ha introdotto la valutazione di tale inquinante individuando un valore limite per anno civile pari a 25 µg/m³. Tale limite dovrà essere rispettato a partire dal 1° gennaio 2015.

A seguito della revisione della rete regionale, a partire da 1° maggio 2010, la misura del PM_{2,5} viene effettuata in due centraline di monitoraggio della rete provinciale, Cuneo e Saliceto.

Gli altri capitoli vedono come di consueto vedono considerazioni su:

Materiale Particolato - PM₁₀

Biossido di azoto - NO₂

Ozono - O₃

Biossido di zolfo - SO₂

Benzene

Monossido di carbonio - CO

Metalli pesanti: Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel

Benzo (A) pirene

Sui principali parametri monitorati, dopo aver analizzato in modo puntuale i dati rilevati dalla rete provinciale e dato che l'atmosfera che ci circonda non si arresta ai confini amministrativi del territorio, si è ritenuto di allargare lo sguardo all'intera realtà regionale paragonando graficamente le diverse realtà.

Venendo al commento dei dati rilevati si può osservare che complessivamente la situazione riscontrata per la qualità dell'aria della nostra provincia nel 2010 si può ritenere ancora migliorata rispetto all'anno precedente, che era stato individuato come il migliore dal 2002, cioè da quando ha avuto inizio la nostra azione di monitoraggio.

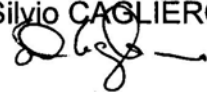
Nel panorama provinciale del 2010 per la prima volta da quando è in funzione la rete di monitoraggio della qualità dell'aria per il parametro PM₁₀ il limite sulla concentrazione media annua (pari a 40 µg/m³) è stato rispettato in tutte le postazioni di monitoraggio site in provincia di Cuneo, anche nel sito di Bra Piumati, da sempre il più problematico per questo specifico aspetto.

E sempre per la prima volta per il PM₁₀ in due postazioni, Cuneo e Borgo San Dalmazzo, è stato rispettato l'altro limite normativo fissato (limite giornaliero di 50 µg/m³, da non superare più di 35 volte nell'anno civile); in entrambe le postazioni sono stati infatti 31 i giorni di superamento del limite. Ci si augura che il risultato, purtroppo altresì legato alla crisi economica che ha determinato tagli significativi alla produzione industriale, possa essere mantenuto anche nel caso del ritorno a livelli produttivi elevati, grazie agli interventi migliorativi realizzati sui sistemi di abbattimento delle emissioni produttive mantenute.

Il miglioramento registrato non significa che si possa abbassare la guardia, anzi, il percorso virtuoso intrapreso nel contenimento delle emissioni non dovrà essere interrotto. Infatti, oltre al fatto che non ancora tutte le direttive comunitarie sono ottemperate, si ricorda, ancora una volta, che al miglioramento della qualità dell'aria consegue una diminuzione del rischio sanitario-ambientale.

In conclusione a questa nota introduttiva alla relazione della qualità dell'aria si rivolge un sentito e necessario ringraziamento a tutti i Colleghi, non solo del Dipartimento di Cuneo, che hanno collaborato per la gestione degli apparati di rilevamento, per le indagini analitiche di laboratorio e per la verifica e la successiva elaborazione dei dati.

Dipartimento Provinciale Arpa di Cuneo
Il Dirigente Responsabile
Dr. Silvio CAGLIERO



ARPA Piemonte Dipartimento Provinciale di Cuneo - Responsabile Silvio Cagliero

Testi ed elaborazioni a cura di:

Luisella Bardi, Cinzia Bianchi, Sara Martini

Per la gestione tecnica della rete di monitoraggio hanno collaborato:

Luisella Bardi, Cinzia Bianchi, Raffaello Bruno, Flavio Corino, Sara Martini, Luca Pascucci,
Marco Tosco

Aprile 2011

Indice

INTRODUZIONE	2
CONFRONTO DEI VALORI DEL PERIODO 2002 ÷ 2010	6
MATERIALE PARTICOLATO – PM ₁₀	6
MATERIALE PARTICOLATO – PM _{2,5}	10
BIOSSIDO DI AZOTO – NO ₂	11
OZONO – O ₃	18
BIOSSIDO DI ZOLFO – SO ₂	24
BENZENE	26
MONOSSIDO DI CARBONIO – CO	27
I METALLI PESANTI : PIOMBO, ARSENICO, CADMIO E NICHEL	28
BENZO(A)PIRENE	32
SUPERAMENTI NELL'ANNO 2010	35
APPROFONDIMENTI	36
BIOSSIDO DI CARBONIO (ANIDRIDE CARBONICA) – CO ₂	36
MATERIALE PARTICOLATO – PM ₁₀	42

Introduzione

Il monitoraggio degli inquinanti nell'aria ambiente è individuato, a livello comunitario, come strumento di conoscenza e "sorveglianza" della qualità dell'aria, al fine della prevenzione dell'inquinamento atmosferico a tutela della salute umana e dell'ambiente nel suo complesso. Esso risulta indispensabile strumento conoscitivo utile all'individuazione degli interventi prioritariamente necessari per il risanamento, nonché quale mezzo per monitorare gli effetti delle azioni di miglioramento intraprese dalle amministrazioni.

La Regione Piemonte con la L.R 43/2000, indicante le disposizioni *"finalizzate al controllo della qualità dell'aria, per il miglioramento della qualità della vita, per la salvaguardia dell'ambiente e delle forme di vita in esso contenute sul territorio regionale"*, ha disposto l'istituzione del *"sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria"* a cui appartengono le stazioni di monitoraggio site nel nostro territorio provinciale.

La collocazione territoriale delle stazioni di misura e la tipologia di parametri monitorati in ognuna di esse discende dai criteri indicati dalle norme nazionali, in recepimento di direttive comunitarie, finalizzati ad ottenere informazioni sufficienti e rilevanti, ma non ridondanti, tali da garantire la rappresentatività dei dati rilevati in ordine alle diverse condizioni di qualità dell'aria riscontrabili sull'intero territorio monitorato.

La tabella sottostante indica la localizzazione delle stazioni e le caratteristiche del sito che rappresentano.

Comune	Tipologia stazione	Caratteristiche zona	Tipo emissioni	località	
Alba	fondo	urbana	residenziale commerciale industriale	Via Tanaro (nei pressi del mercato ortofrutticolo)	
Borgo San Dalmazzo	traffico	urbana	residenziale commerciale industriale	Via Giovanni XXIII	
Bra	traffico	urbana	residenziale industriale	Via Piumati	

Cuneo	fondo	urbana	residenziale commerciale	Piazza II°Reggimento Alpini	
Fossano	traffico	urbana	residenziale commerciale	Viale Regina Elena	
Mondovì	fondo	urbana	residenziale	Largo Marinai d'Italia	
Saliceto	fondo	rurale	residenziale	Via Monsignor G. Moizo	

Tabella 1) Rete fissa provinciale della qualità dell'aria: le centraline

Con l'inizio del 2010 è stata data attuazione al "Piano di revisione del sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria" sviluppato dalla Regione Piemonte sulla base delle indicazioni contenute nella Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 Maggio 2008 "relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

La revisione del sistema regionale ha determinato, per ciò che riguarda le centraline poste sul territorio della provincia di Cuneo, alcune modifiche della dotazione strumentale. In particolare sono stati eliminati gli strumenti di misura del Monossido di Carbonio nelle stazioni di rilevamento di Saliceto, Borgo San Dalmazzo, Fossano e Mondovì e gli strumenti di misura del Biossido di Zolfo in quelle di Saliceto e Alba. Nelle centraline di Cuneo e Saliceto sono entrati in funzione, a partire dal 1 maggio 2010, i campionatori per le polveri sottili PM 2,5.

La Direttiva europea 2008/50/CE è stata recepita dalla normativa italiana, nel corso del 2010, con il Decreto Legislativo 13 Agosto 2010 n°155 che, sostituendo le disposizioni attuative della Direttiva 2004/107/CE (recepita nel D.Lgs.152/07) e abrogando i riferimenti

normativi precedenti, diviene la norma unica, cogente, per la valutazione dei dati della qualità dell'aria.

In sintesi, il nuovo decreto conferma i limiti precedentemente in essere per i PM₁₀, gli ossidi di azoto e di zolfo, l'ozono, il benzene, il monossido di carbonio e il piombo. Recepisce i "valori obiettivo" per l'Ozono di 120 µg/m³ calcolato come media su 8 ore da non superare per più di 25 giorni l'anno (previsto dalla direttiva sull'ozono), confermando l'entrata in vigore il 1 gennaio 2010, ma con valutazione del raggiungimento dell'obiettivo nel 2013. Per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene prevede il raggiungimento del "valore obiettivo" entro il 31/12/2012. Introduce poi il monitoraggio del parametro PM_{2,5}, il cui valore limite annuale dovrà essere raggiunto entro il 2015.

Il Decreto definisce inoltre i criteri per la zonizzazione del territorio, regola la classificazione delle zone e degli agglomerati sulla base delle soglie di valutazione superiore ed inferiore e stabilisce le modalità da applicarsi per la valutazione della qualità dell'aria ambiente. Da ciò consegue che le precedenti zonizzazioni e classificazioni del territorio effettuate dalle regioni dovranno essere riviste, così come le reti di misura precedentemente individuate, i piani e le misure di qualità dell'aria che dovranno così essere adeguati ai nuovi criteri comunitari. Ciò comporterà, presumibilmente, ulteriori modifiche anche alla rete regionale piemontese.

Per il 2010 la dotazione strumentale delle stazioni di monitoraggio è riassunta nella tabella sottostante:

	Ozono O₃	Ossidi di azoto NO_x	Monossido di carbonio CO	Biossido di zolfo SO₂	Benzene Toluene Xileni BTX	Materiale particolato PM₁₀	Materiale particolato PM_{2,5}
Alba	X	X	X		X	X (a)	
Borgo S.Dalmazzo	-	X	-	X	-	X (a)	
Bra	-	X	X	-	-	X (a)	
Cuneo	X	X	X	X	X	X (a + b)	X*
Fossano	-	X	-	-	-	-	
Mondovi	-	X	-	-	-	-	
Saliceto	X	X	-	-	-	X (a)	X*

- (a) determinazione effettuata mediante tecnica gravimetrica
 (b) determinazione effettuata mediante sorgente di raggi beta
 * a partire dal 1 maggio 2010

Tabella 2) Rete fissa provinciale della qualità dell'aria: inquinanti campionati (indicati con X)

La determinazione del materiale particolato, effettuata ai fini delle valutazioni previste dalla norma con tecnica gravimetrica, viene eseguita in laboratorio sui filtri campionati giornalmente in modo automatico; sugli stessi campioni di particolato analisi successive consentono la quantificazione delle concentrazioni dei metalli pesanti (piombo, nichel, arsenico e cadmio) e del benzo(a)pirene (IPA). La stazione di Cuneo è caratterizzata dalla presenza di due strumenti per la determinazione dei PM₁₀: i dati di concentrazione del particolato sono ottenuti sia con il sistema gravimetrico, i cui filtri vengono utilizzati anche nelle successive determinazioni analitiche, sia con uno strumento automatico a sorgente beta, che garantisce una disponibilità giornaliera dell'informazione, ma i cui dati devono

essere considerati indicativi in quanto determinati con metodica, certificata come equivalente, ma non ufficiale.

Le misure di tutti gli altri inquinanti sono prodotte da strumentazioni a funzionamento continuo basate su principi chimico-fisici, interfacciate con sistemi di acquisizione, elaborazione e trasmissione dati.

I dati rilevati sul territorio confluiscono ad un centro informatico di raccolta, denominato Centro Operativo Provinciale (C.O.P.), avente sede presso il Dipartimento Provinciale A.R.P.A. di Cuneo. Sottoposti a procedure di validazione di diverso livello, vengono quindi inseriti in una base dati regionale dove confluiscono i risultati ottenuti da tutte le centraline fisse del Piemonte.

L'accesso al pubblico di tali informazioni è possibile sul sito internet di indirizzo: <http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa>.

In questo documento sono presentati, per ogni inquinante previsto dalla normativa della qualità dell'aria, i valori degli indicatori di riferimento ottenuti dalla rete di monitoraggio dipartimentale per l'anno 2010 confrontati con i risultati degli anni precedenti.

Le sintesi dei dati del 2010 di ogni centralina della rete provinciale, prodotte dal Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria dell'Arpa Piemonte, è contenuta nel documento "*Reportistica dati analitici delle centraline della rete di monitoraggio – Anno 2010*" scaricabile dal sito dell'Agenzia <http://www.arpa.piemonte.it> nella sezione Aria, Qualità, Documentazione, Dati ambientali, Attività dipartimentale, Dipartimento di Cuneo.

Confronto dei valori del periodo 2002 ÷ 2010

Materiale particolato – PM₁₀

Il materiale particolato presente nell'aria viene generato da processi naturali (azione del vento sulla polvere e sul terreno, incendi boschivi...) ma è principalmente prodotto dall'attività dell'uomo (industrie e traffico veicolare - gas di scarico, usura di pneumatici e componenti meccanici, risollevarimento delle polveri depositate sulle strade).

Il particolato atmosferico è in parte di tipo primario, immesso direttamente in atmosfera, ed in parte di tipo secondario, prodotto cioè da trasformazioni chimico-fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO₂, NO_x, COVs, NH₃.

Questo inquinante risulta ubiquitario su vasta scala a causa del lungo tempo di permanenza nell'aria (da giorni a settimane) che ne consente il trasporto su grandi distanze. Questo fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. In particolare, inverni con lunghi periodi di situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, sono caratterizzati da concentrazioni di polveri atmosferiche elevate. Il particolato atmosferico è formato da particelle di diametro compreso tra pochi millesimi e qualche centinaia di micron (µm). Il rischio sanitario legato al particolato sospeso nell'aria dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalla dimensione delle particelle. Le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio.

Da tempo l'interesse legislativo e scientifico per gli effetti sulla salute umana si è concentrata sulla frazione inalabile, in grado di penetrare a livello toracico, caratterizzata da un diametro inferiore a 10 µm (PM₁₀).

Il D.Lgs 155/10 riprende i limiti precedentemente vigenti imponendo, per la protezione della salute umana, un limite sulla concentrazione media annua pari a 40 µg/m³ ed un limite giornaliero di 50 µg/m³, da non superare più di 35 volte nell'anno civile.

Nelle pagine seguenti sono riassunti, in relazione ai limiti normativi, i risultati ottenuti per il PM₁₀ dalla rete provinciale nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Nel capitolo degli approfondimenti sono state inserite ulteriori informazioni e considerazioni tra cui le "settimane tipo" di ogni centralina, che consentono di valutare l'esistenza di variabilità delle concentrazioni in funzione dei giorni della settimana, e, visto il carattere di ubiquarietà delle polveri sottili, alcuni dati relativi all'intera regione.

Le concentrazioni medie di ogni centralina sono rappresentate anno per anno nella figura 1; si può osservare come nel 2010 per ogni centralina le medie siano state le più basse dall'inizio delle rilevazioni (ad esclusione del valore trovato a Cuneo, per altro il più basso della provincia, già ottenuto nel 2008) e come, per la prima volta dall'inizio delle rilevazioni, anche i dati della centralina di Bra – Piumati abbiano rispettato il limite sulla media annuale di 40 µg/m³.

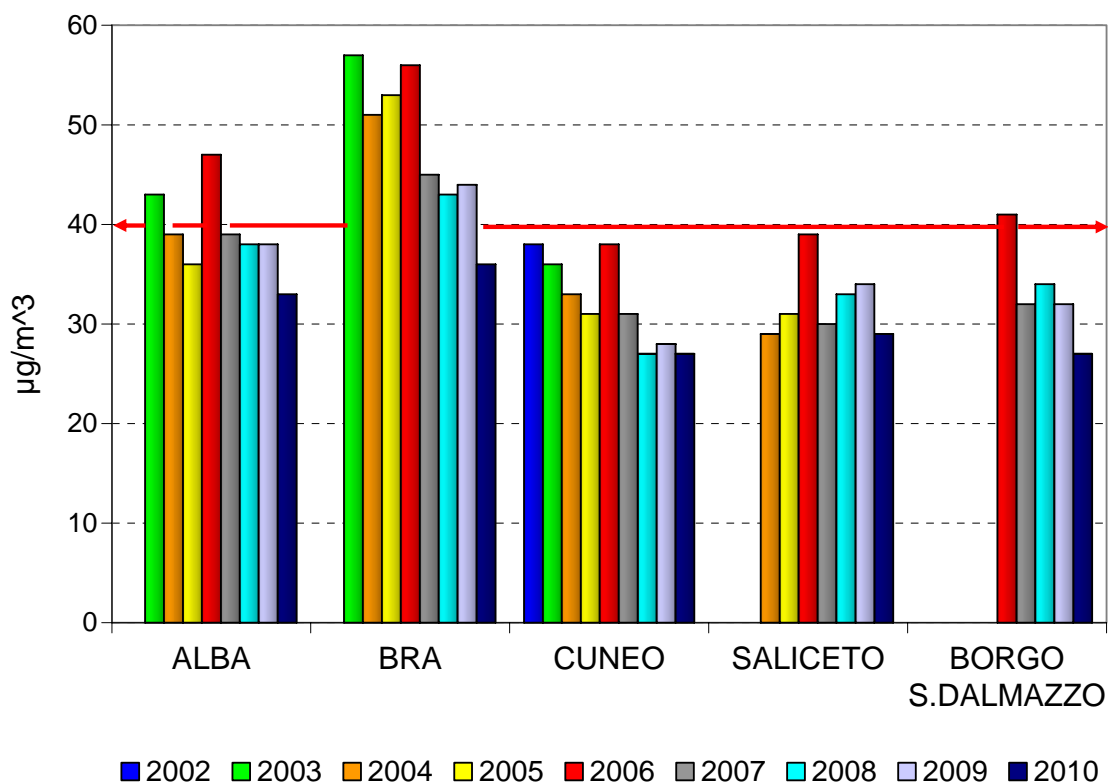


Figura 1) PM₁₀: confronto medie annue (anni con disponibilità dei dati >=90%).

La banda azzurra di figura 2 rappresenta il range di valori all'interno del quale si trovano le medie annue rilevate dalle centraline e che si ritiene sia rappresentativo di tutto il territorio provinciale. Non è stato inserito il 2002 poiché, essendo l'anno di attivazione della rete, ai fini statistici risente della mancanza dei dati relativi ai primi giorni dell'anno, generalmente caratterizzati da concentrazioni più elevate. Dalla figura si può vedere come la situazione sia effettivamente migliorata nel tempo, il 2006 emerge come "anomalo" rispetto agli altri ed il rispetto del limite annuale sia stato verificato nell'ultimo anno in tutta la provincia.

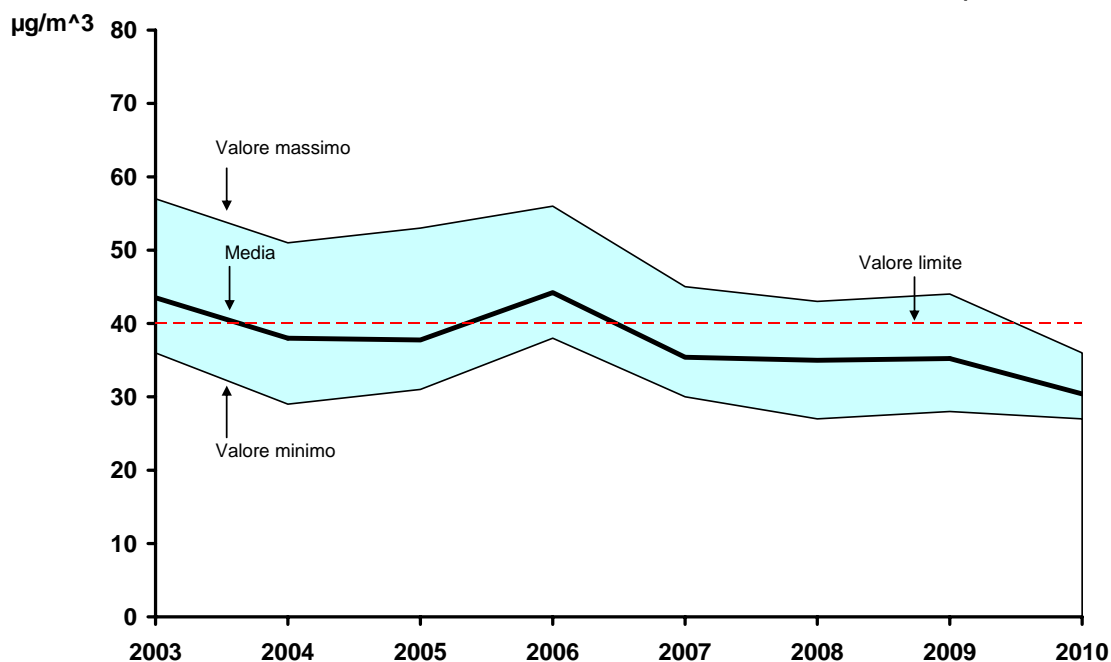


Figura 2) PM₁₀: Valore massimo, medio e minimo delle concentrazioni medie annue rilevate dalle centraline della provincia.

Dal grafico di figura 3 si può osservare come nel 2010 anche la situazione dei superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sia nettamente migliorata e, per la prima volta dall'inizio delle misure, in due siti della provincia (Cuneo e Borgo San Dalmazzo) il numero di superamenti sia stato inferiore a 35, numero massimo consentito per anno civile dalla norma.

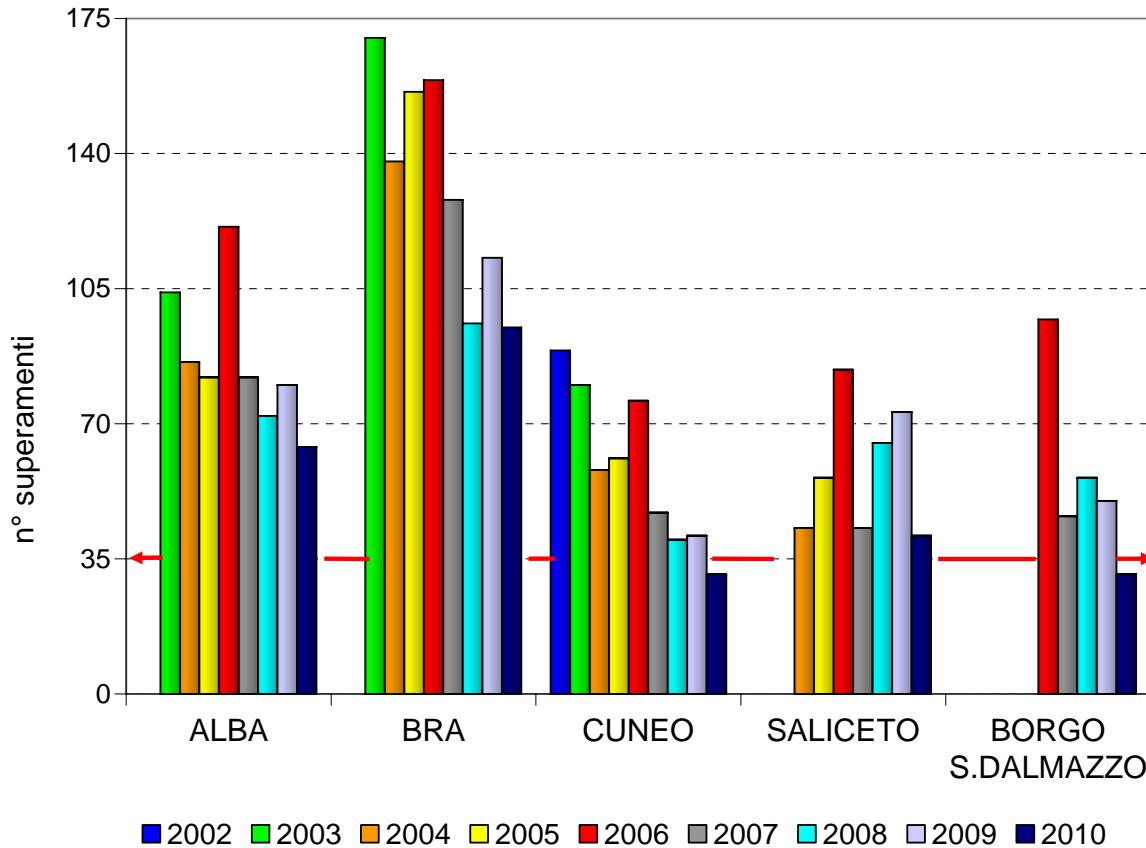


Figura 3) PM_{10} : numero di superamenti del limite giornaliero (anni con disponibilità dei dati $\geq 90\%$).

A partire dai valori di ogni centralina è stata calcolata per ogni anno la media dei numeri di superamenti della rete provinciale e, la figura 4, mostra come la situazione stia progressivamente e complessivamente tendendo al miglioramento (a parte l'evidente anomalia del 2006), con una riduzione nel 2010 del numero medio di superamenti del 27% rispetto l'anno precedente.

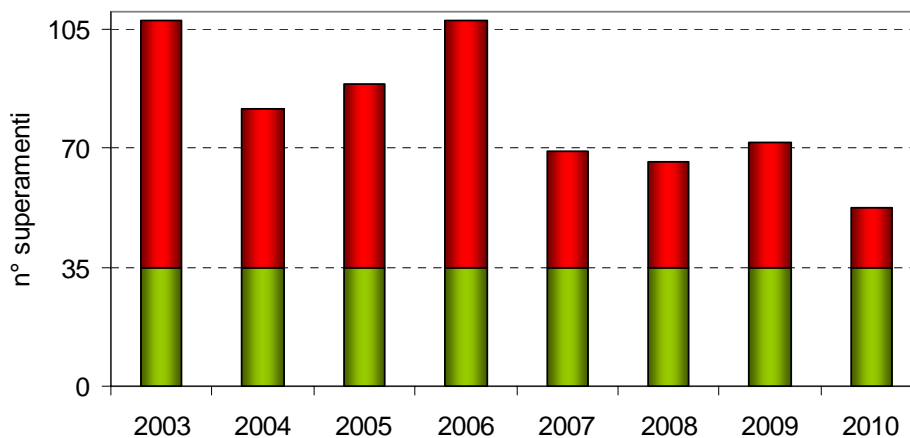


Figura 4) PM_{10} : numero medio di superamenti del limite giornaliero delle centraline della provincia (in rosso il numero di giorni che eccedono il massimo consentito).

Affinché sia rispettato questo limite, il 36° valore giornaliero più elevato registrato nel corso di un anno civile deve essere inferiore a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nella figura 5 sono rappresentati, per ogni anno, i 36ⁱ valori più elevati misurati dalle centraline della rete provinciale. Si osserva come, con il 2010, la situazione sia ulteriormente migliorata e il 36° valore sia sceso al di sotto della soglia dei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in parte della provincia.

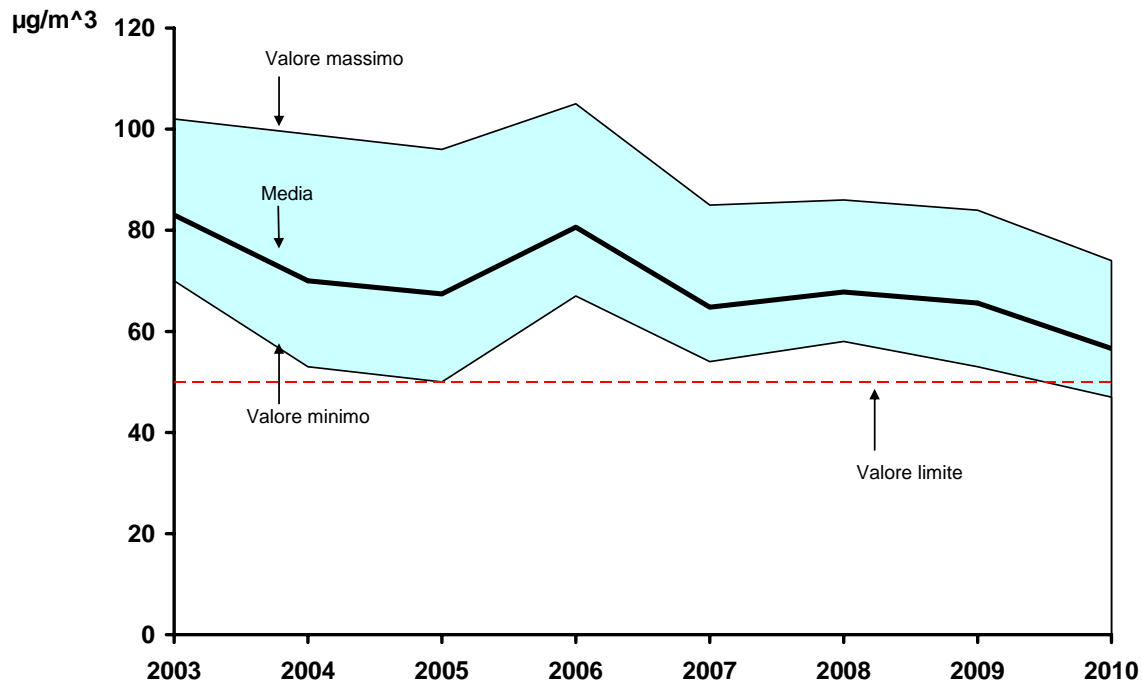


Figura 5) PM_{10} : Valore massimo, medio e minimo del 36° valore registrato dalle centraline della provincia per ogni anno.

Materiale particolato – PM_{2,5}

Negli ultimi anni l'attenzione scientifica relativa al materiale particolato si è spostata sulla porzione con diametro inferiore a 2,5 µm, identificata con il termine di “frazione respirabile” (PM_{2,5}), in ragione del maggior rischio sanitario derivato dalla maggior capacità di penetrazione nelle profondità dell'apparato respiratorio.

Il recente Decreto Legislativo n°155/10 ha introdotto la valutazione di tale inquinante individuando un valore limite per anno civile pari a 25 µg/m³. Tale limite dovrà essere rispettato a partire dal 1° gennaio 2015.

A seguito della revisione della rete regionale, a partire da 1° maggio 2010, la misura del PM_{2,5} viene effettuata in due centraline di monitoraggio della rete provinciale, Cuneo e Saliceto.

Non essendo disponibile l'intera annualità di misure 2010, ed essendo i limiti riferiti alla concentrazione media annua, i valori medi mensili registrati vengono presentati nelle figure 6 e 7 in confronto con i valori medi mensili dei PM₁₀, al solo scopo conoscitivo, senza l'espressione di valutazioni in merito.

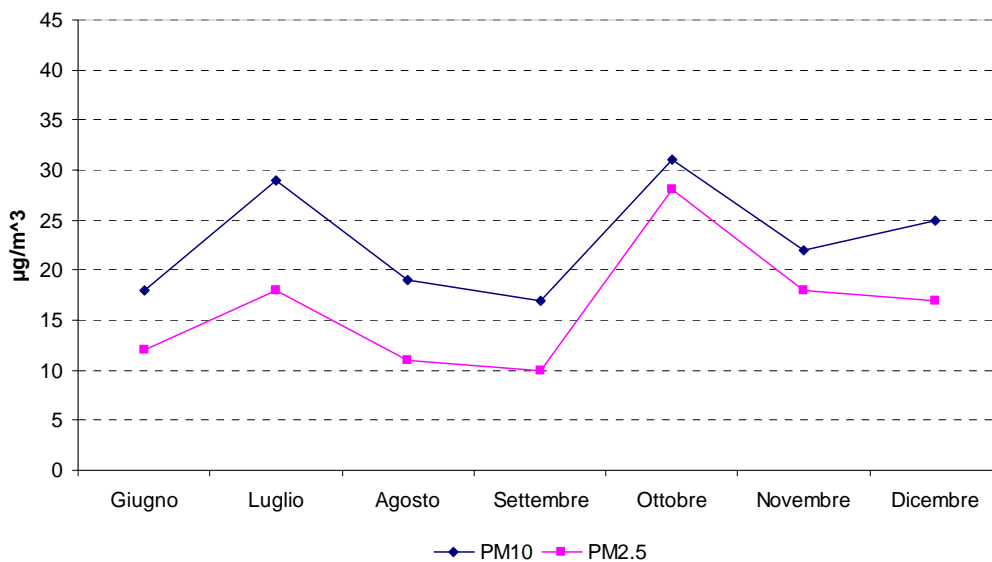


Figura 6) Confronto tra i valori medi mensili dell'anno 2010 di PM₁₀ e PM_{2,5} nella centralina di Cuneo

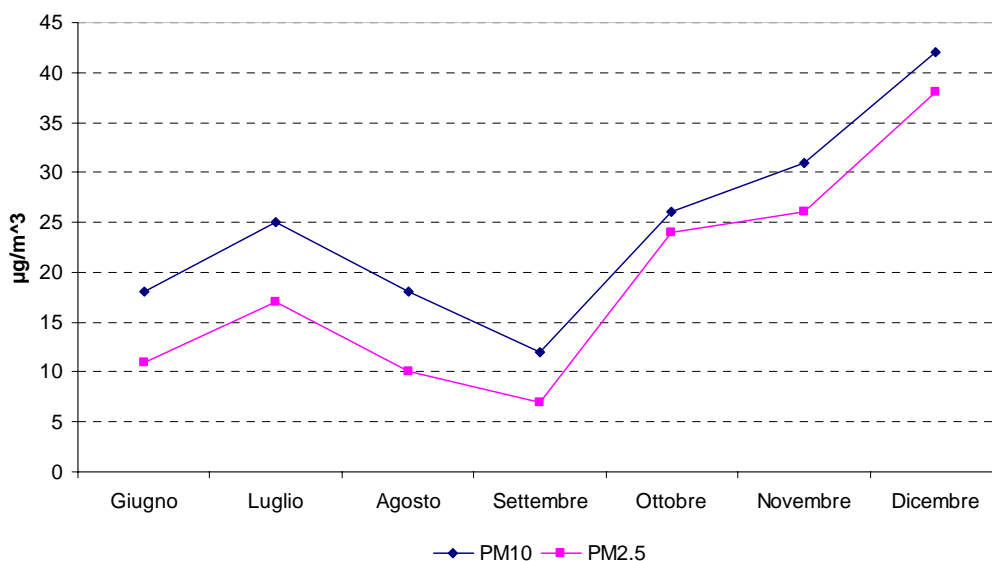


Figura 7) Confronto tra i valori medi mensili dell'anno 2010 di PM₁₀ e PM_{2,5} nella centralina di Saliceto

Biossido di azoto – NO₂

Gli ossidi di azoto (NO, N₂O, NO₂ ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione che utilizzano l'aria come comburente, qualsiasi sia il tipo di combustibile utilizzato. Il biossido di azoto viene generato inoltre dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto.

Gli ossidi di azoto sono da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, sia perché sono per loro natura irritanti, sia perché, in presenza di forte irraggiamento solare, danno inizio ad una serie di reazioni secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti, quali l'ozono, complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico", ed in quanto sono importanti precursori del PM₁₀.

La normativa per la qualità dell'aria stabilisce, ai fini della protezione della salute umana, dei limiti di concentrazione che, per gli ossidi di azoto, riguardano il biossido. L'attuale Decreto Legislativo 155/2010 riprende i due valori di riferimento già specificati dalla normativa precedente: uno relativo alla media annuale e l'altro alla media su un'ora, rispettivamente pari a 40 µg/m³ come media annua ed a 200 µg/m³ come media oraria, da non superare più di 18 volte per anno civile.

Dal confronto delle medie annue di biossido di azoto rilevate nelle centraline della provincia dall'inizio delle misurazioni (figura 8) si osserva come la situazione, nettamente migliorata nel 2008 (anno a partire dal quale non si sono più verificati superamenti del limite annuale), non presenti per questo inquinante variazioni sostanziali nel 2010 rispetto all'anno precedente.

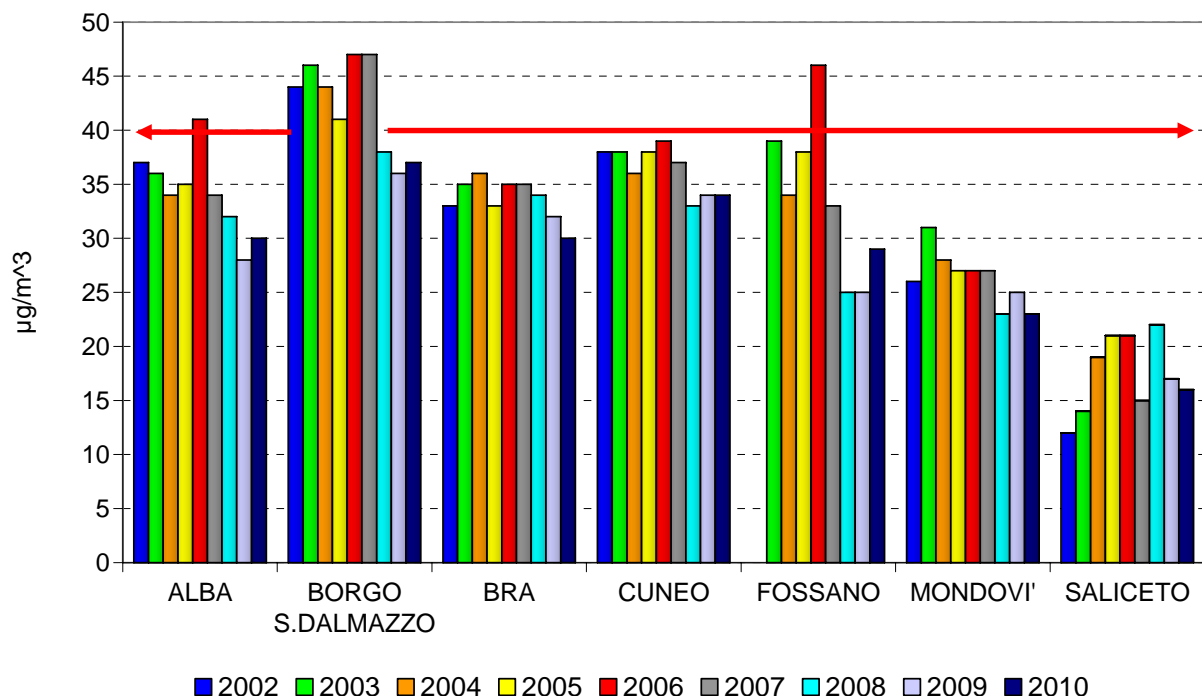


Figura 8) NO₂: concentrazione media annua.

Anche per questo parametro che, insieme al PM₁₀ risulta tra i più critici del periodo invernale, è stata rappresentata, con il grafico della figura successiva, la variazione nel tempo del range di valori all'interno del quale si trovano le medie annue rilevate dalle centraline, allo scopo di illustrare in modo più immediato la concentrazione di NO₂ incidente sul territorio

provinciale. Da questo grafico si vede bene come la situazione, nettamente migliorata nel 2008, si sia poi pressoché stabilizzata.

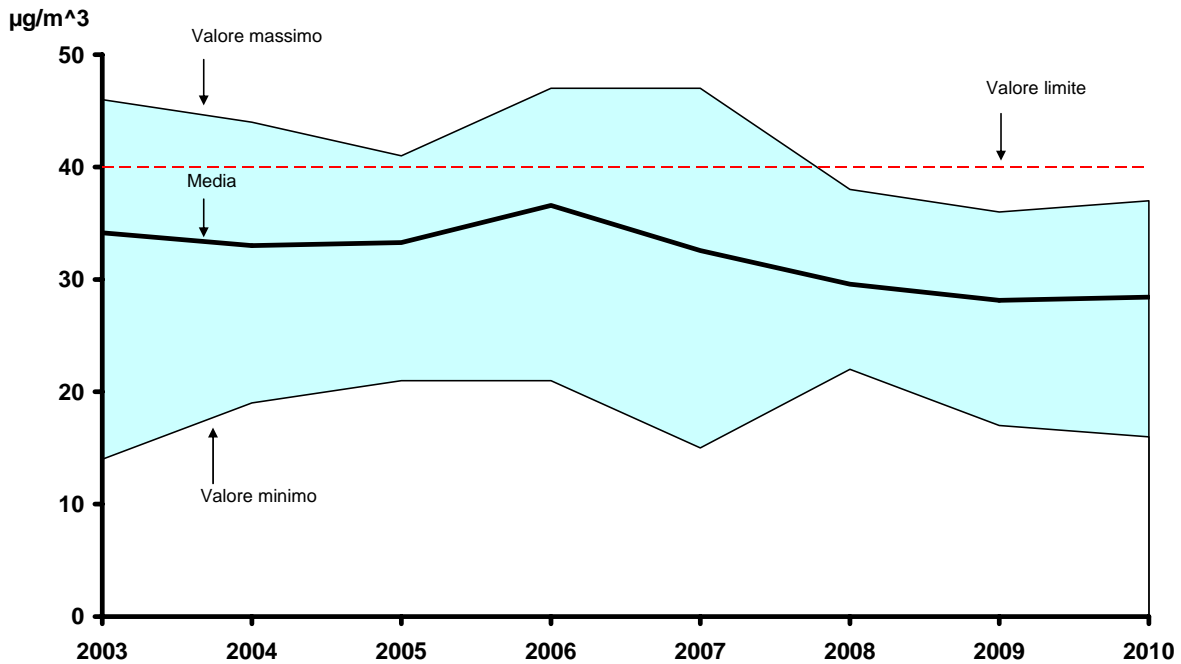


Figura 9) NO₂: Valore massimo, medio e minimo delle concentrazioni medie annue rilevate dalle centraline della provincia.

Nella figura 10 sono riportate le massime concentrazioni orarie registrate dal 2002, per le quali non si può parlare di trend poiché sono riferite a situazioni particolari e contingenti, si può comunque osservare che i valori, a parte un'anomalia di Fossano nel 2006, sono sempre rimasti inferiori al limite per tutte le centraline.

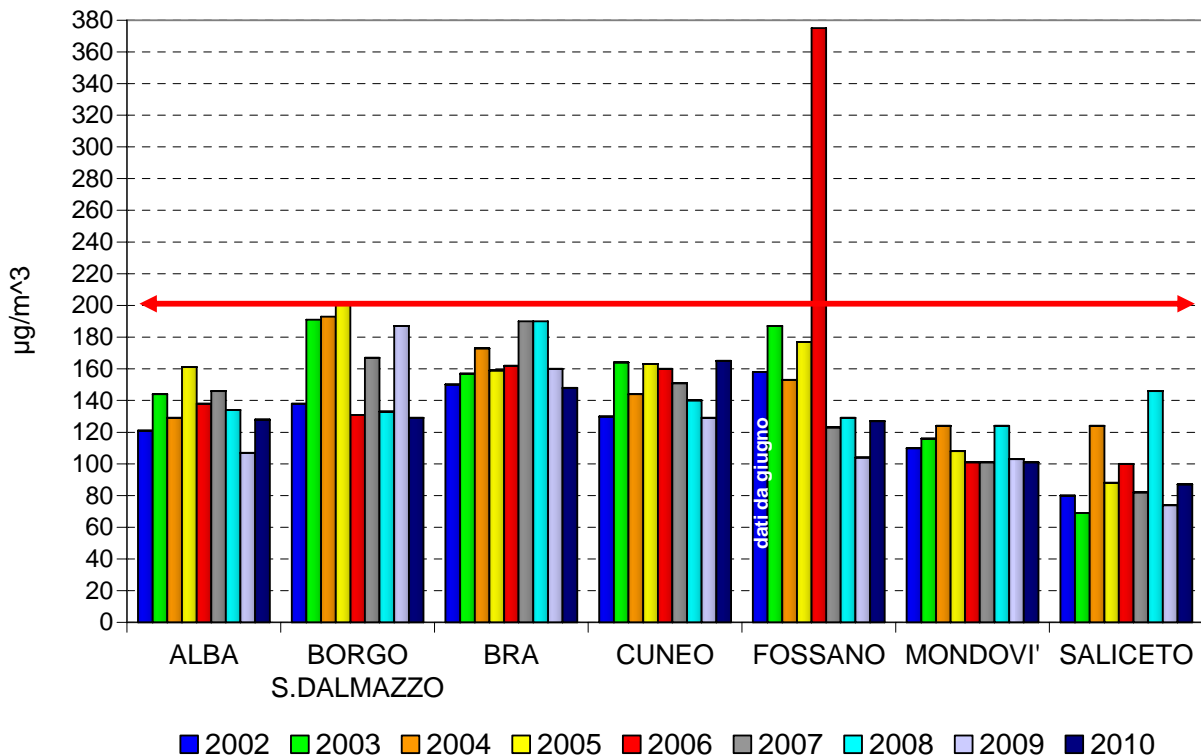


Figura 10) NO₂: massima concentrazione media oraria

Le medie mobili su 30 giorni delle concentrazioni medie giornaliere di NO₂, registrate dal 2002 ai primi mesi del 2011 dalle diverse centraline e rappresentate nel grafico di figura 11 mostrano, a partire dal 2009, un andamento comune a tutti i siti: valori massimi nei primi mesi dell'anno che diminuiscono nei mesi estivi per tornare a valori massimi nei mesi autunnali, con poche variabilità, che si ritiene possano indicare anche per il 2010 l'assenza di prolungati periodi caratterizzati da condizioni meteorologiche avverse alla dispersione e l'assenza di sorgenti locali particolarmente influenti.

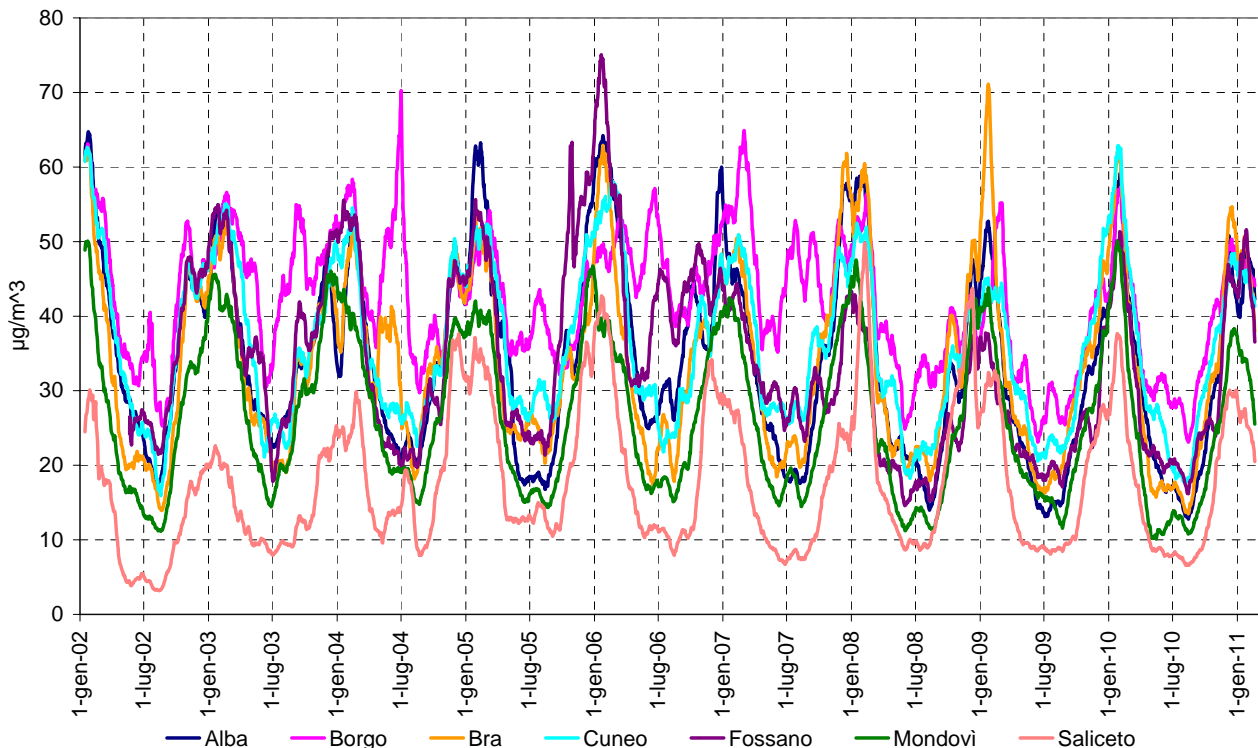
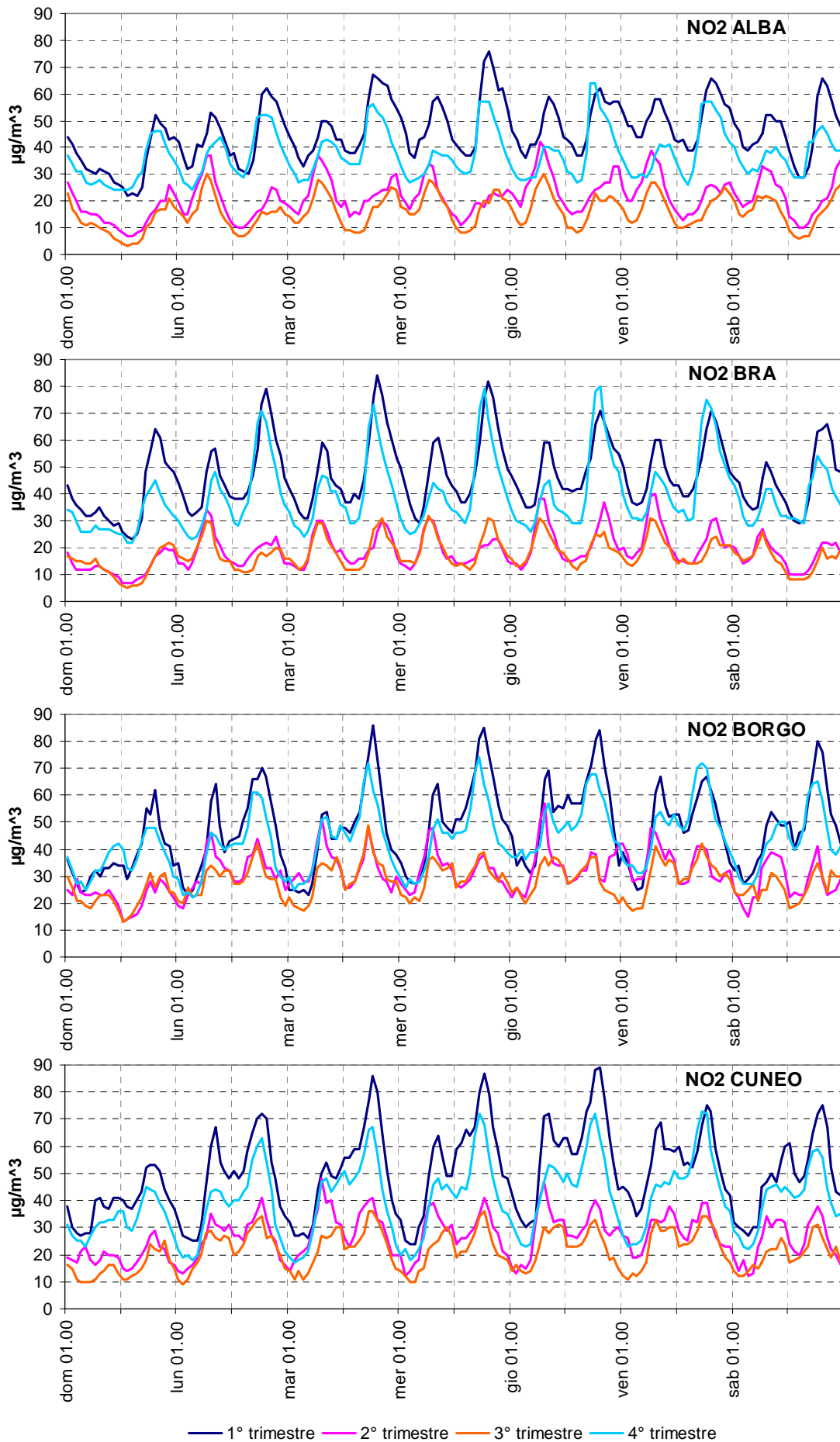


Figura 11) NO₂: medie mobili su 30 giorni delle concentrazioni giornaliere registrate nei diversi siti della provincia.

Siccome degli ossidi di azoto si dispone delle medie orarie, sono state calcolate le "settimane tipo" su base oraria di ogni stazione, suddividendo i dati del 2010 in trimestri e mediando i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno (figura 12). In tal modo è possibile individuare eventuali variazioni ricorrenti delle concentrazioni in particolari ore dei diversi giorni della settimana.

Nelle maggior parte delle stazioni le concentrazioni dei due trimestri più caldi, oltre ad essere decisamente inferiori a quelle invernali, sono tra loro maggiormente sovrapponibili.

Per questo inquinante sono ben visibili le modulazioni orarie delle concentrazioni legate direttamente alle attività antropiche, con picchi evidenti coincidenti con le ore di punta del traffico, concentrati generalmente intorno alle ore 8-9 del mattino e 19-20 di sera, ed in taluni casi anche intorno alle ore 12-13 (si noti che i grafici sono riferiti all'ora solare) e si evidenziano andamenti molto differenti durante le domeniche.



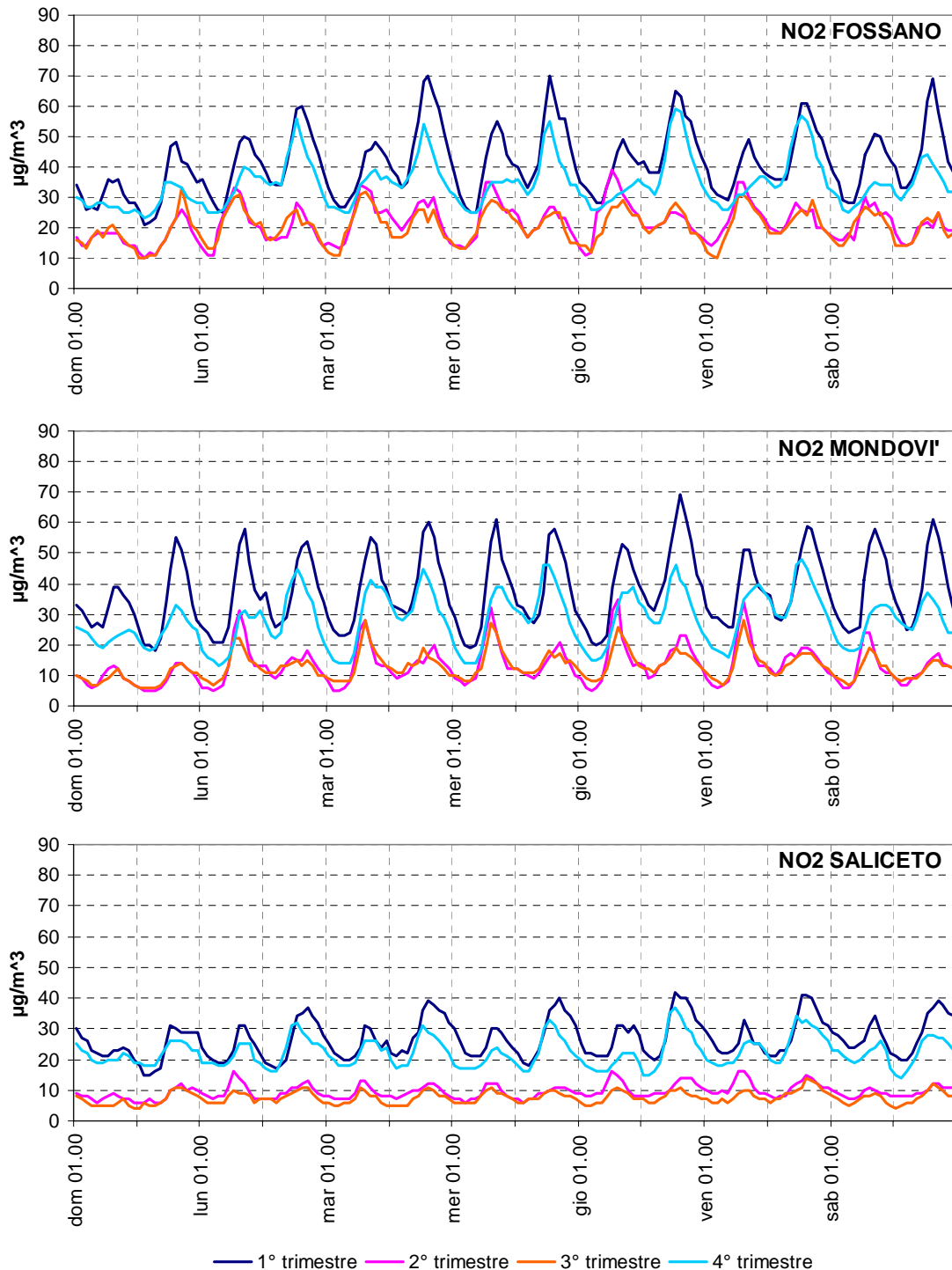


Figura 12) NO₂: media per ora per ogni giorno della settimana di ogni centralina di monitoraggio suddivise per i trimestri del 2010.

Le concentrazioni medie rilevate nel 2010 in tutte le stazioni delle rete regionale che hanno ottenuto più del 90% di dati validi sono rappresentate nella figura 13 in ordine decrescente. L'indicazione della tipologia di stazione e delle caratteristiche della zona in cui essa è posizionata, consente di osservare come le concentrazioni più elevate, e i superamenti del limite normativo, si siano verificate essenzialmente in stazioni di traffico poste in zona urbana.

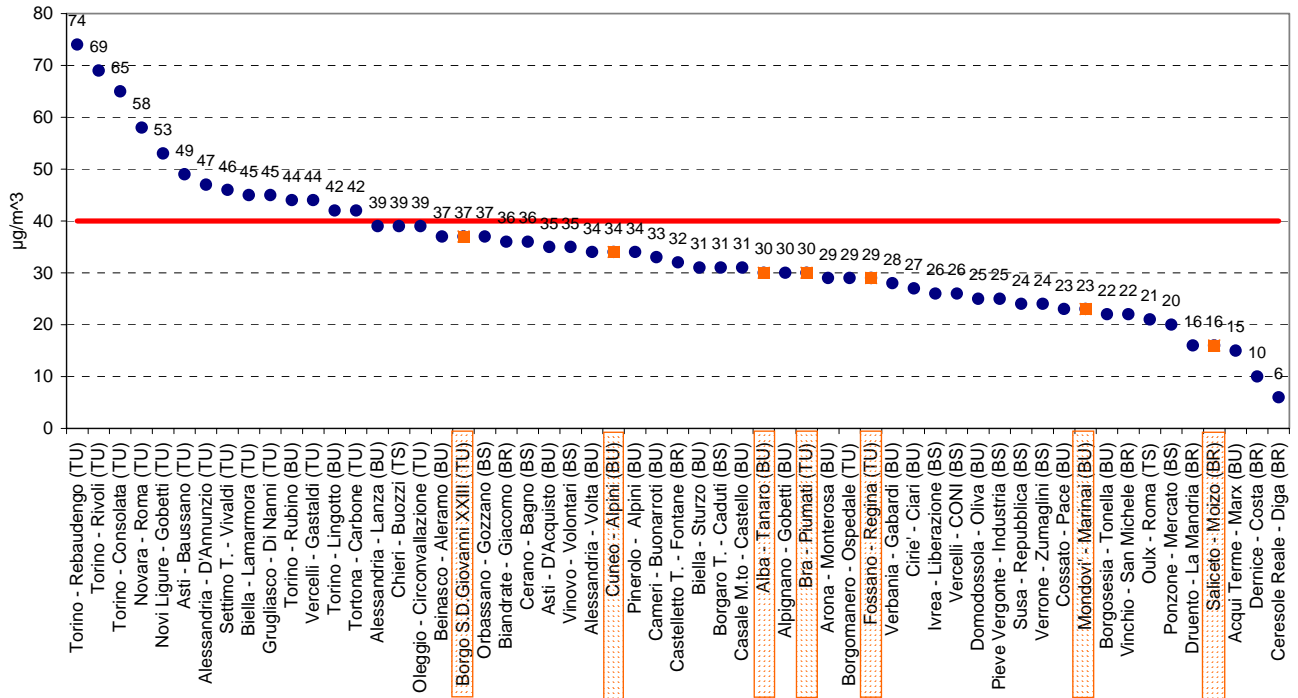


Figura 13) NO₂: concentrazioni medie nelle centraline della regione nel 2010 (in ordine decrescente - - evidenziate in arancione le centraline della provincia di Cuneo - sulle ascisse, tra parentesi, la tipologia della stazione e le caratteristiche della zona: TU=Traffico Urbana, BU=Background Urbana, TS=Traffico Suburbana, BS=Background Suburbana, BR= Background Rurale).

La distribuzione spaziale di questi valori, rappresentata nella figura 14, permette di verificare come, a differenza delle polveri sottili (si veda l'approfondimento relativo), gli ossidi di azoto siano inquinanti locali, in quanto a causa della loro vita media breve subiscono processi di trasporto a scala spaziale limitata.

Ozono – O₃

L'ozono è un inquinante "secondario" prodotto, nella parte più bassa dell'atmosfera, la troposfera, da complessi processi fotochimici che coinvolgono precursori come ossidi di azoto e composti organici volatili. L'ozono è un potente agente ossidante ed è uno degli inquinanti dell'aria che maggiormente preoccupa la Comunità Europea. Le sue concentrazioni presenti in Europa sono influenzate anche dalle emissioni degli altri paesi dell'emisfero nord, pertanto, l'inquinamento da ozono non può essere considerato un problema della qualità dell'aria locale, ma una questione globale.

Le concentrazioni di questo inquinante diventano particolarmente elevate nelle zone prossime a emissioni importanti dei suoi precursori durante episodi estivi caratterizzati da condizioni meteorologiche stagnanti, quando persistono forte insolazione ed elevate temperature.

Il Decreto Legislativo 155/2010, che istituisce un quadro normativo unitario in materia di gestione e valutazione dell'aria ambiente, conferma le soglie di informazione e di allarme stabilite dalla precedente normativa per le concentrazioni medie orarie, pari rispettivamente a 180 µg/m³ e 240 µg/m³, che indicano il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata da parte di gruppi più sensibili della popolazione (informazione) e di tutta la popolazione (allarme – soglia che nella nostra provincia non è mai stata raggiunta dall'inizio dei monitoraggi).

Nella provincia di Cuneo la situazione, che, analogamente a quanto avvenuto in Europa, è nettamente migliorata a partire dal 2008, nel corso del 2010 ha visto un'ulteriore miglioramento: non è stato registrato infatti nessun superamento della soglia di informazione (figura 15).

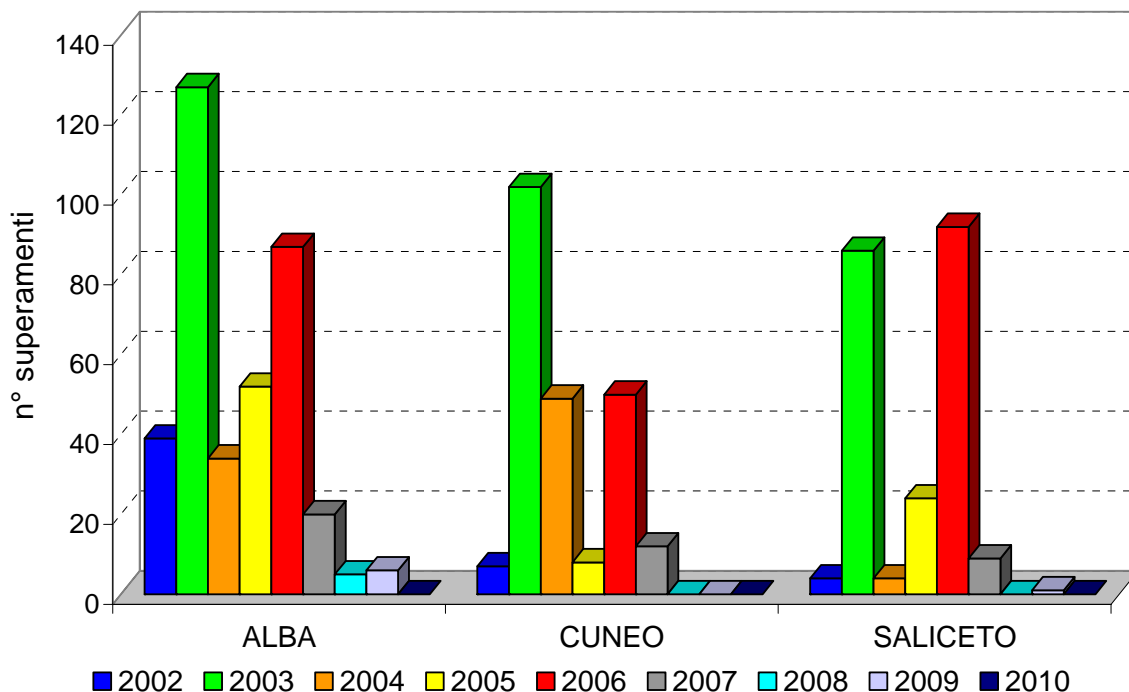


Figura 15) O₃: numero di superamenti della soglia di informazione (180 µg/m³) in provincia di Cuneo.

Oltre a queste soglie per gli episodi acuti, il Decreto Legislativo 155/2010 recepisce il valore obiettivo per la protezione della salute umana, che fa riferimento ad una media su 8 ore massima giornaliera, pari a 120 µg/m³ da non superare per più di 25 volte per anno civile

come media su 3 anni. Stabilisce inoltre che il raggiungimento di tale obiettivo dovrà essere valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012.

Nella figura seguente sono riassunti, per i diversi anni, i numeri di giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana. Nel 2010 tale valore si è decisamente ridotto presso la stazione di Saliceto, mentre è rimasto sostanzialmente invariato ad Alba e Cuneo. Si tratta comunque di valori decisamente contenuti in confronto al periodo 2002-2007.

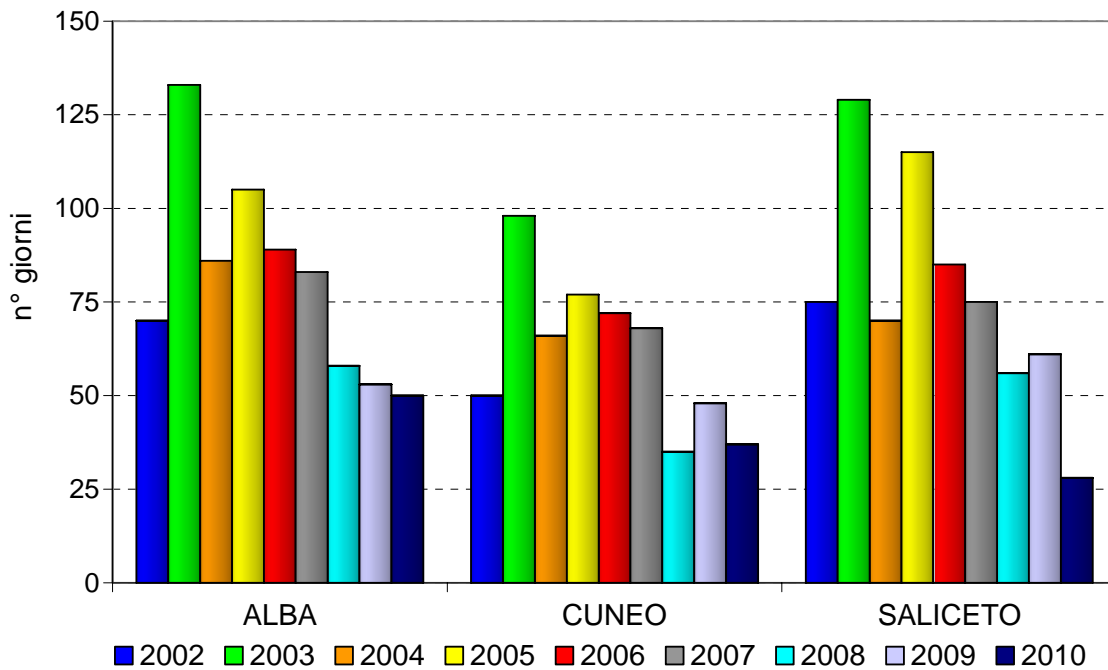


Figura 16) O₃: numero di giorni con superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m³ come media massima giornaliera su 8 ore)

Nonostante la notevole riduzione delle concentrazioni di ozono riscontrate a partire dal 2008, la media degli ultimi tre anni dei giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana è ancora superiore ai 25 consentiti. Tale considerazione è comunque solamente indicativa in quanto il raggiungimento di tale obiettivo dovrà essere valutato nel 2013.

Nella mappa della figura seguente sono rappresentati i numeri dei superamenti del valore obiettivo in tutte le stazioni della rete regionale che hanno ottenuto più del 90% di dati validi nel corso del 2010. Sebbene anche a livello regionale le concentrazioni di ozono siano state generalmente più contenute nel 2010 e, per la prima volta dall'attivazione della rete, non si sia registrato alcun superamento della soglia di allarme, si può vedere come il raggiungimento del valore obiettivo sia ancora lontano su tutto il territorio regionale.

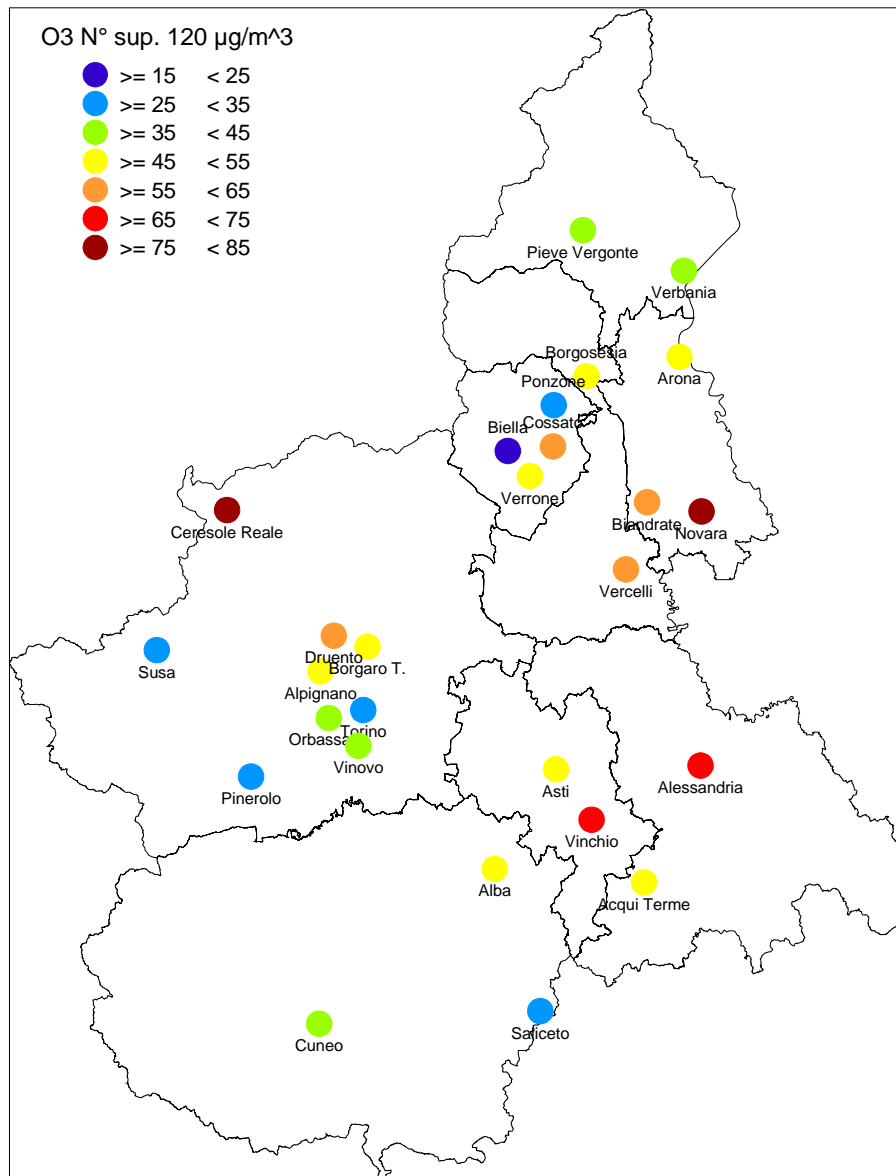


Figura 17) O₃: numero di giorni con superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m³ come media massima giornaliera su 8 ore) del 2010

Gli episodi con livelli di ozono più elevati si registrano nei periodi caldi e soleggiati caratterizzati da sistemi anticiclonici di alta pressione; nelle aree in cui prevalgono tali condizioni stagnanti si ha una limitata dispersione dei precursori dell'ozono e si instaurano le reazioni chimiche che determinano la sua formazione.

Nella figura 18 si possono osservare gli andamenti negli anni delle concentrazioni medie dell'inquinante nella nostra provincia in relazione alla radiazione solare¹.

¹ I dati di radiazione solare sono quelli registrati dalla stazione meteorologica di Fossano, scelta in quanto in posizione centrale nella provincia.

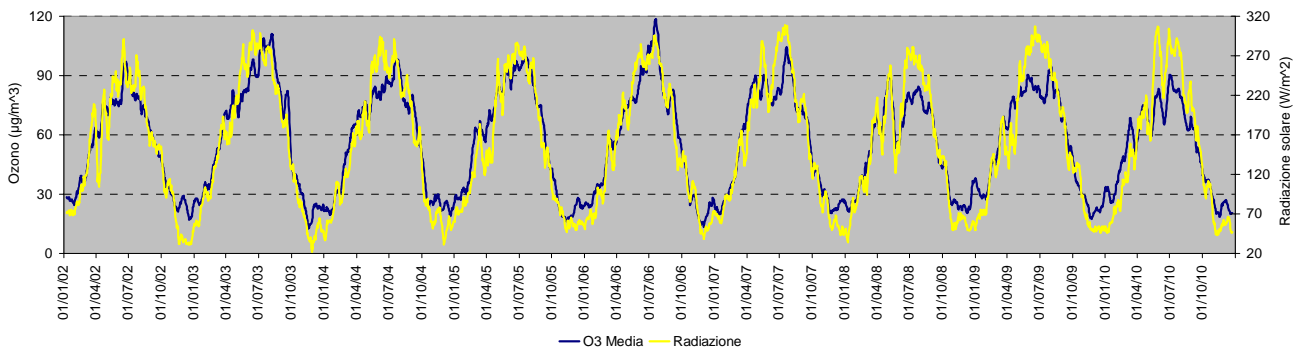


Figura 18) Medie mobili su 15 giorni della media delle concentrazioni giornaliere di ozono registrate a Cuneo, Alba e Saliceto dal 2002 al 2010 e della radiazione solare.

Fermando l'attenzione al solo anno 2010 (figura 19), si possono individuare diversi periodi con "picchi" di concentrazioni di ozono, in particolare, a partire dall'inizio dell'anno, si evidenzia un evento centrato intorno al 12 marzo, uno verso il 20 aprile, un evento alla fine di maggio, il massimo assoluto intorno al 3 luglio e ancora un picco di durata limitata ma alta intensità (che con la media mobile si smorza ma rimane visibile) nei primi giorni di settembre. Come si può osservare nella stessa figura tutti questi eventi sono caratterizzati da un'elevata radiazione solare.

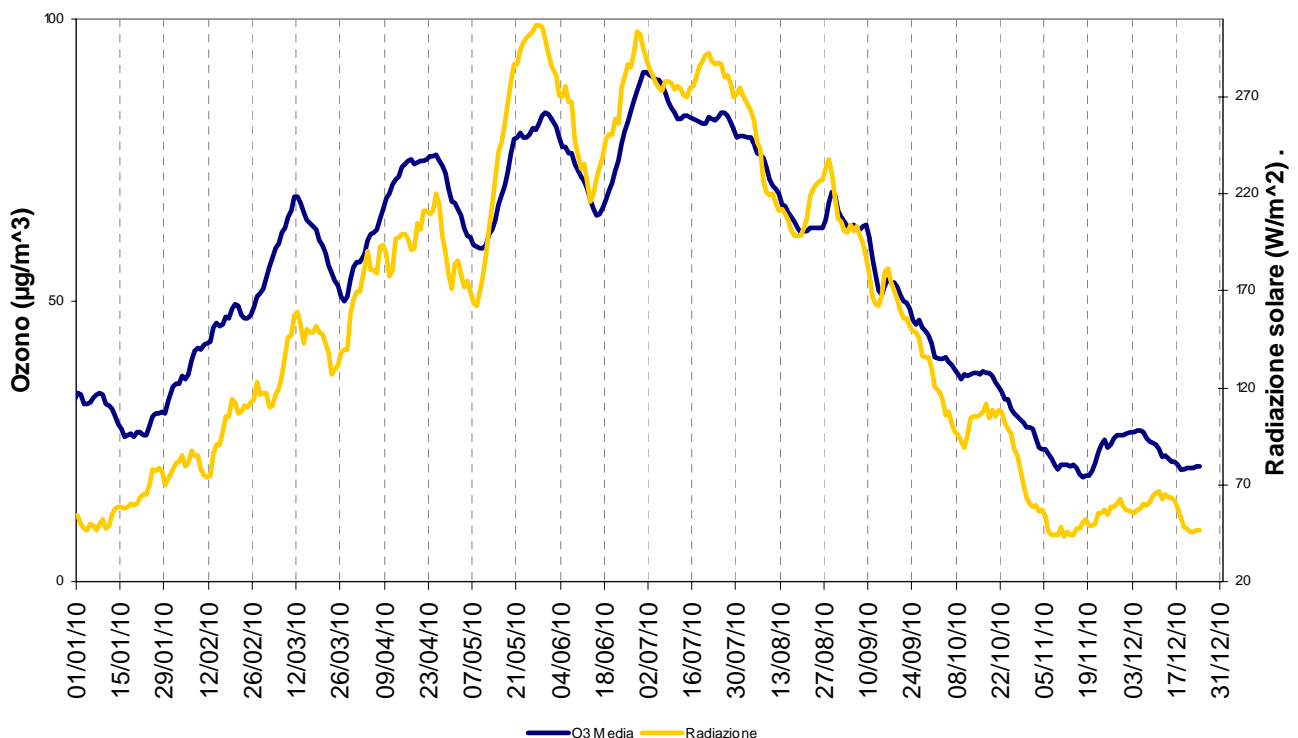


Figura 19) Medie mobili su 15 giorni della media delle concentrazioni giornaliere di ozono registrate a Cuneo, Alba e Saliceto nel 2010 e della radiazione solare.

L'episodio di inquinamento da ozono più rilevante dell'estate 2010 si è verificato in Piemonte all'inizio di luglio; in particolare il 3 luglio diverse centraline della regione hanno registrato la massima concentrazione oraria di tutto l'anno 2010.

Nella pagina seguente sono riportate, relativamente a questa giornata, una mappa con le concentrazioni massime orarie di ozono in Europa², una con i campi di pressione e temperatura al suolo³ e una terza con le concentrazioni massime orarie di ozono registrate in Piemonte, insieme alla situazione meteorologica nella Regione Piemonte estratta dal bollettino di analisi dell'Arpa.

A livello europeo si può osservare la corrispondenza tra le aree con elevata concentrazione di ozono e le zone con temperature più alte. A livello regionale, oltre all'accordo con la situazione europea, si rilevano concentrazioni che, sebbene la giornata sia relativa all'episodio più importante di inquinamento da ozono dello scorso anno, determinano, oltre al superamento del valore obiettivo in quasi tutta la regione, solamente alcuni superamenti della soglia di informazione.

² PREV'AIR Concentrazioni massime orarie previste. www.prevair.org

³ Fonte: <http://www.eurad.uni-koeln.de/>

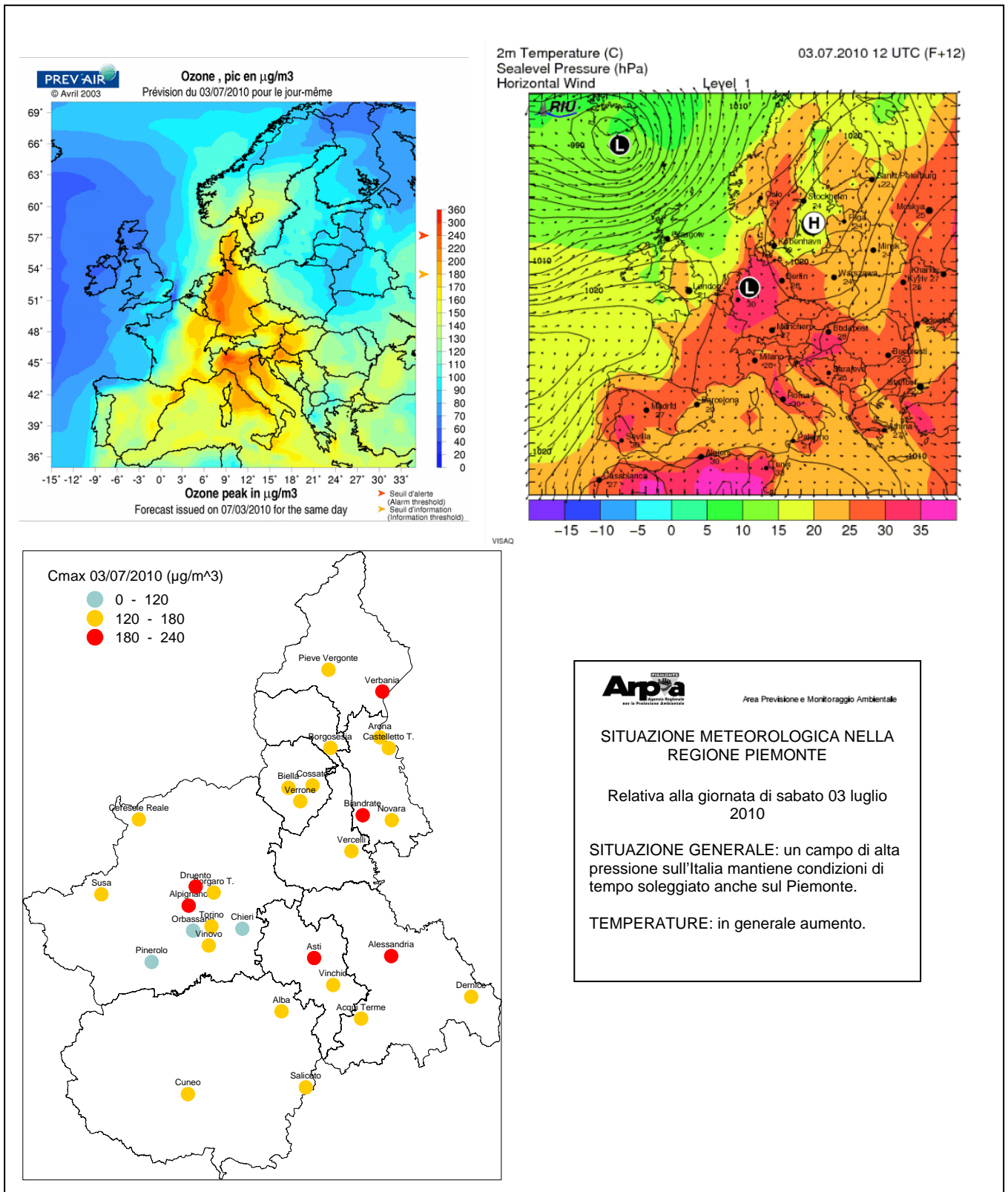


Figura 20) 3 luglio 2010:

- Concentrazioni massime orarie di ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Europa (in alto a sinistra). Fonte: PREV' AIR www.prevail.org
- Carta al suolo di pressione, temperature, vento (in alto a destra). Fonte: Rhenish Insitute for Environmental Research at the University of Cologne
- Estratto dal bollettino di analisi per la Regione Piemonte (in basso a destra) dell'Arpa Piemonte
- Concentrazioni massime orarie di ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) rilevate in Piemonte (in basso a sinistra)

Biossido di zolfo – SO₂

Il biossido di zolfo fino agli ultimi decenni del novecento era ritenuto, nei paesi occidentali, il principale inquinante atmosferico; con il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili dovuto al minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffineria, ed il sempre più diffuso uso del gas metano, è diminuita sensibilmente la presenza di SO₂ nell'aria.

Nella nostra provincia, nonostante il miglioramento complessivo, permanevano, ancora nel 2004, emissioni puntuali non completamente controllate che condizionavano i livelli di concentrazione misurati nei siti di Cuneo e Borgo San Dalmazzo. Ora questa situazione locale si può considerare risolta infatti, oltre a rispettare ampiamente i limiti previsti dalla normativa, i valori riscontrati a partire dal 2009 dalla centralina di Borgo San Dalmazzo non presentano differenze sostanziali da quelli delle altre centraline della provincia.

Ricordiamo che le locali emissioni dell'industria estrattivo-cementiera, già ridotte negli ultimi anni grazie a innovazioni impiantistiche, nel 2009, a causa della chiusura dei forni di produzione di una delle due principali aziende, avevano subito un'ulteriore contrazione.

Il Decreto Legislativo 155/2010 conferma per il biossido di zolfo i due limiti per la protezione della salute umana già in vigore dal 2005: uno, relativo alla media oraria, pari a 350 µg/m³ da non superare più di 24 volte per anno civile e l'altro, per la media giornaliera, di 125 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile. I confronti tra questi limiti normativi ed i valori della massime concentrazioni medie orarie e giornaliere registrate nella due stazioni della provincia dove si è mantenuta la misura di questo inquinante anche nel 2010 (Cuneo e Borgo San Dalmazzo), sono rappresentati nei due grafici seguenti, insieme ai valori ottenuti negli anni precedenti nelle stazioni di Alba e Saliceto, dove ora la misura non è più attiva. Si può osservare come i valori del 2010 nei siti di Cuneo e Borgo San Dalmazzo siano ormai scesi a valori molto bassi e del tutto analoghi a quelli sempre riscontrati ad Alba e Saliceto.

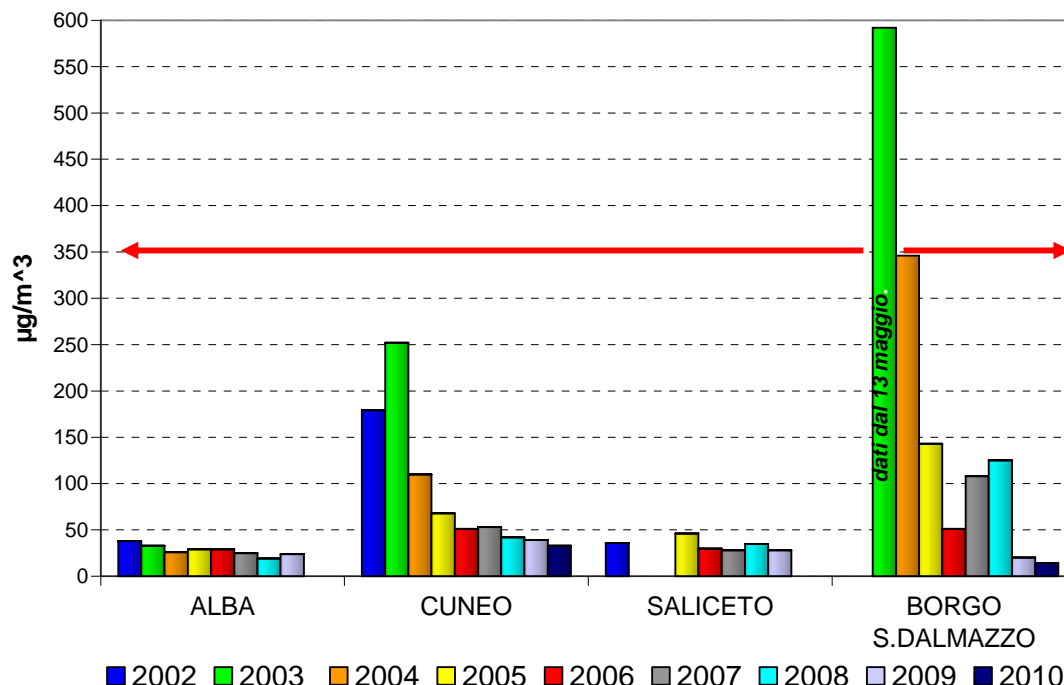


Figura 21) SO₂: valori della massima concentrazione media oraria di ogni anno di monitoraggio. Non sono presenti i dati di Saliceto degli anni 2003-2004 poiché l'analizzatore era stato spostato a Borgo San Dalmazzo.

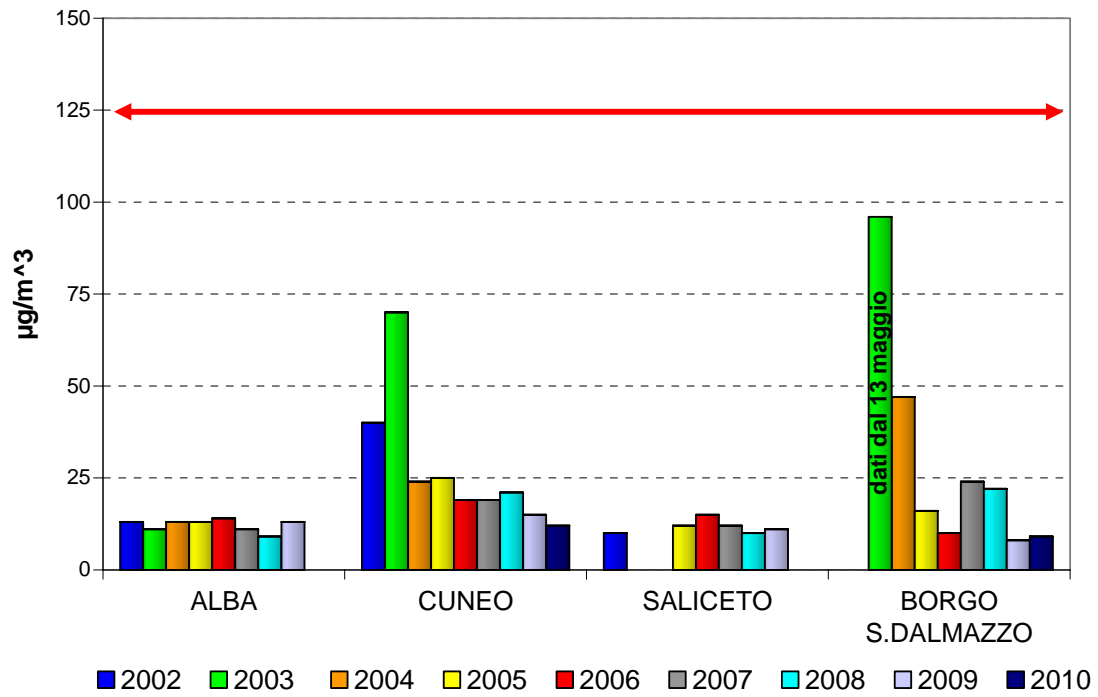


Figura 22) SO₂: valori della massima concentrazione media giornaliera di ogni anno di monitoraggio.

Benzene

Il benzene è una sostanza che viene ampiamente utilizzata come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta impiegati per produrre plastiche, resine, detergenti, pesticidi, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina: stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene. Nelle benzine infatti, insieme ad altri composti aromatici, il benzene è un additivo che serve a conferire proprietà antidetonanti in sostituzione dei composti del piombo.

L'introduzione, dal luglio 1998, del limite dell'1% del tenore massimo di benzene nelle benzine, insieme all'aumento dei veicoli catalizzati, hanno determinato una notevole riduzione dei livelli in atmosfera di questo inquinante, che in provincia di Torino si sono stabilizzati su valori poco superiori a $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In provincia di Cuneo il benzene è monitorato nelle centraline delle due città più densamente abitate: Alba e Cuneo. Il grafico 23 raffigura i valori medi delle due centraline per i diversi anni di monitoraggio. Le due centraline sono localizzate in prossimità e di arterie stradali urbane e di postazioni di parcheggio autoveicoli; ad Alba inoltre non lontano è localizzato un distributore di carburanti e storicamente, ancora ad Alba, sono stati registrati valori anomali di altri idrocarburi aromatici di derivazione industriale (solventi per inchiostri). Ciò può giustificare un andamento che nel tempo presenta oscillazioni altrimenti non giustificabili.

In definitiva si può ragionevolmente sostenere che le differenze tra i valori medi ottenuti negli anni non siano particolarmente significative, in quanto il limite annuale per la protezione della salute umana di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ribadito dal Decreto Legislativo 155/2010, si mantiene sempre ampiamente rispettato nella nostra provincia.

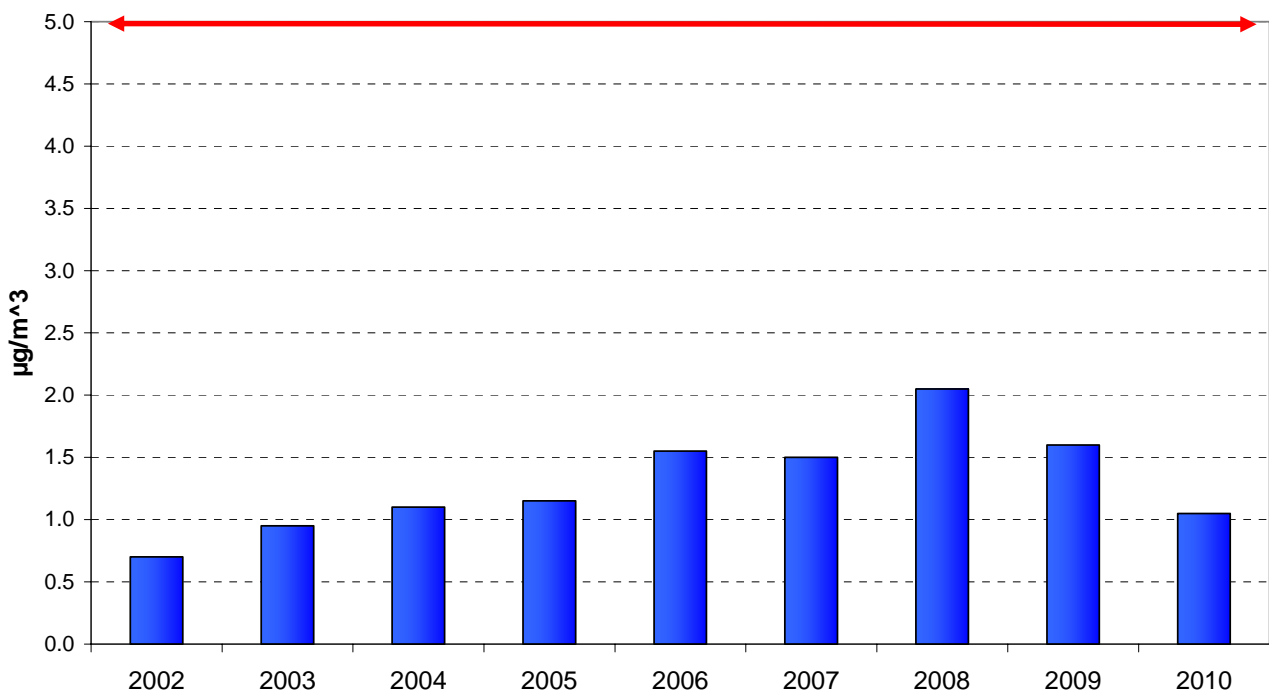


Figura 23) Benzene: media delle concentrazioni medie annuali di Cuneo e Alba.

Monossido di carbonio – CO

Il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera, l'unico la cui concentrazione venga espressa in milligrammi al metro cubo (mg/m^3). Viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. La principale sorgente di CO è rappresentata dal traffico veicolare, in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo, ed in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato. Altre fonti di emissione sono le centrali termoelettriche, gli impianti di riscaldamento, gli inceneritori e alcune attività industriali (impianti siderurgici e raffinerie).

Il Decreto Legislativo 155/2010 conferma per il monossido di carbonio il valore limite di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ da confrontarsi con la media massima giornaliera calcolata su 8 ore.

Nel grafico di figura 24 sono confrontate con il limite normativo (in rosso) le medie dei valori massimi raggiunti da questo indicatore nei siti dove è rimasta attiva la misura di questo inquinante. Si osserva come i valori siano molto al di sotto del limite sin dall'inizio delle rilevazioni e con variazioni tra gli anni irrilevanti.

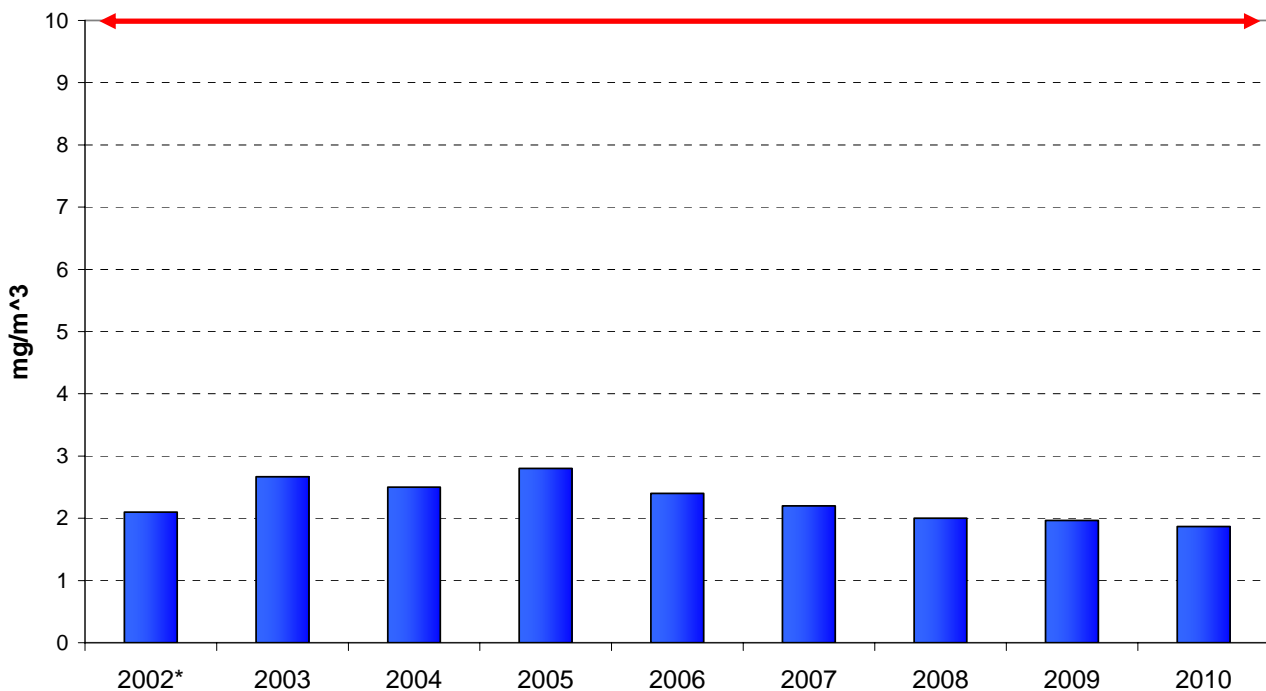


Figura 24) CO: media delle concentrazioni medie massime su 8 ore delle centraline di Alba, Bra, Cuneo (*anno non completo di dati).

Considerando anche l'evoluzione delle concentrazioni medie annue di monossido di carbonio registrate a Torino dal 1980 al 2009⁴, che mostrano una riduzione da valori prossimi a $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ a valori di circa $1 \text{ mg}/\text{m}^3$, si può sostenere che il monossido di carbonio in atmosfera non sia più una criticità ambientale per il nostro territorio.

⁴ Uno sguardo all'aria – 2009 - Provincia di Torino, Arpa Piemonte

I metalli pesanti : Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel

I metalli pesanti sono costituenti naturali della crosta terrestre e molti di essi, in determinate forme e a concentrazioni opportune, sono essenziali alla vita. A renderli pericolosi è la loro tendenza ad accumularsi in alcuni tessuti degli esseri viventi provocando effetti negativi sulla salute umana e sull'ambiente in generale.

I metalli pesanti rappresentano un gruppo di inquinanti particolarmente diffuso nella biosfera, legato sia a fenomeni naturali (eruzioni vulcaniche, fenomeni di erosione) sia all'attività antropica; nell'atmosfera le sorgenti antropiche di questi inquinanti sono rappresentate principalmente dalle combustioni e dai processi industriali.

In atmosfera sono rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso pertanto la loro determinazione avviene sulla frazione di materiale particolato PM₁₀ campionata.

La scelta normativa di monitorare il piombo, il cadmio, il nichel e l'arsenico discende dall'evidente rilevanza che questi metalli manifestano sotto il profilo tossicologico.

Il **Piombo** è un metallo presente in natura sia in forma inorganica che organica.

Negli ultimi decenni, le concentrazioni di piombo nelle aree industriali e nelle zone di grande traffico sono significativamente diminuite grazie all'eliminazione del piombo tetraetile (antidetonante) dalle benzine, al miglioramento delle emissioni industriali e al miglioramento dei sistemi di raccolta e riciclaggio delle batterie per autoveicoli. Il piombo trova comunque ancora largo utilizzo in medicina, nell'industria siderurgica e in quella delle vernici speciali.

Il piombo interferisce con numerosi sistemi enzimatici provocando un ampio spettro di effetti tossici.

Il Decreto Legislativo 155/10 riprende il valore limite annuale per la protezione della salute individuato dalla precedente normativa, pari a 0.5 µg/m³.

Il grafico di figura 25, dove sono raffigurate le concentrazioni degli anni con percentuale di dati validi superiore al'90%, mostra come le medie annuali del piombo si mantengano ampiamente sotto i limiti normativi.

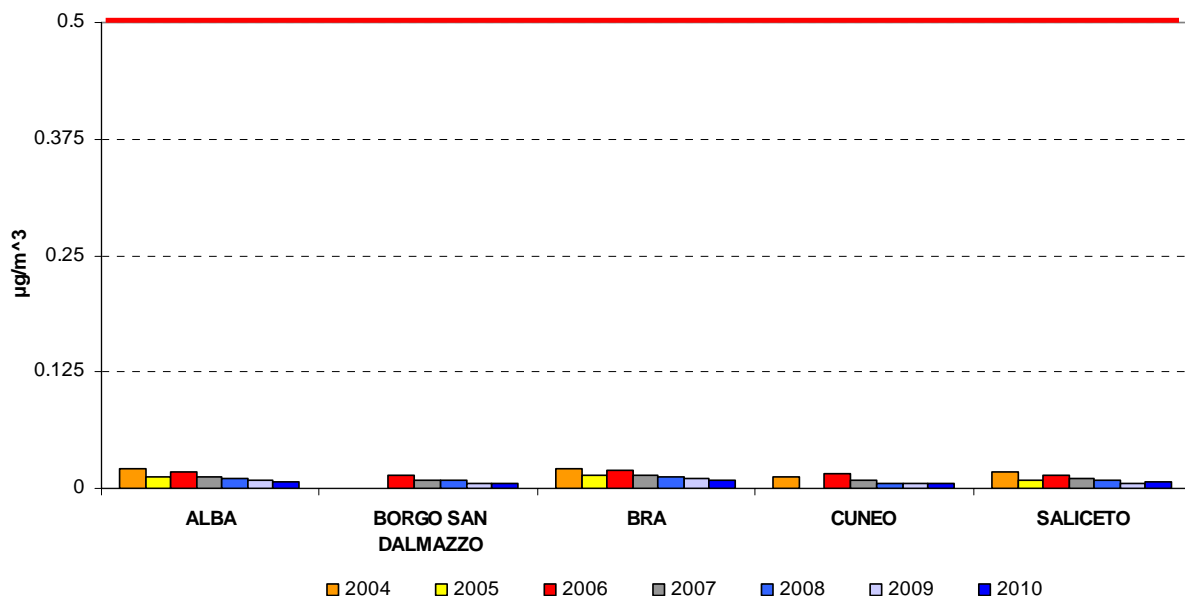


Figura 25) Piombo: medie annuali

L'**Arsenico** è un metallo che ha come sorgenti naturali l'attività vulcanica e gli incendi boschivi mentre il contributo antropico è rappresentato da prodotti per il trattamento del legno, dalla combustione di carbone e di lignite di bassa qualità, dai processi di fusione dei metalli nonché, in misura minore, dal fumo di sigaretta.

Il **Cadmio** in natura è molto raro e presente, in genere, insieme allo zinco. La sua principale sorgente naturale è costituita dalle eruzioni vulcaniche. La fusione e il raffinamento dei metalli non ferrosi rappresenta la principale fonte antropica di questo inquinante, che è prodotto inoltre nelle attività di incenerimento dei rifiuti urbani e nelle combustione di combustibili fossili. Negli ultimi anni questo metallo trova un impiego crescente nella fabbricazione di batterie ricaricabili negli accumulatori, nonché nell'industria elettronica e aerospaziale.

Il **Nichel** è un metallo molto utilizzato nell'industria dell'acciaio e nella preparazione di leghe. Trova largo utilizzo per il rivestimento di altri metalli e per la fabbricazione di parti di dispositivi elettronici, nonché nella produzione di elettrodomestici. E' molto diffuso il suo impiego nell'industria chimica, aerospaziale e numismatica. Come il cadmio è utilizzato nella produzione di batterie ricaricabili e nell'aria ambiente la presenza di questo inquinante deriva dall'incenerimento dei rifiuti urbani e dal fumo di sigaretta.

Le stime indicano che, considerando una concentrazione in aria ambiente di circa 5-40 ng/m³, in media si inalano da 0.1 a 0.8 µg/giorno di nichel. La quantità di nichel liberata in ambiente dal fumo di una sigaretta è pari a 0.04 -0.58 µg e fumare 40 sigarette al giorno può condurre ad una inalazione di 2-23 µg di nichel⁵.

La normativa vigente D.Lgs. 155/10, riprende le indicazioni del D.Lgs. 152/07, fissando per questi tre metalli pesanti dei valori obiettivo che dovranno essere rispettati a partire dal 31 dicembre 2012.

parametro	Valore obiettivo	Periodo di mediazione
Arsenico	6.0 ng/m ³	Anno civile
Cadmio	5.0 ng/m ³	Anno civile
Nichel	20.0 ng/m ³	Anno civile

Tabella 3) Valori obiettivo fissati dalla norma

Le figure successive mostrano i valori di concentrazione registrati nell'anno 2010.

⁵ Uno sguardo all'aria – 2008 - Provincia di Torino, Arpa Piemonte

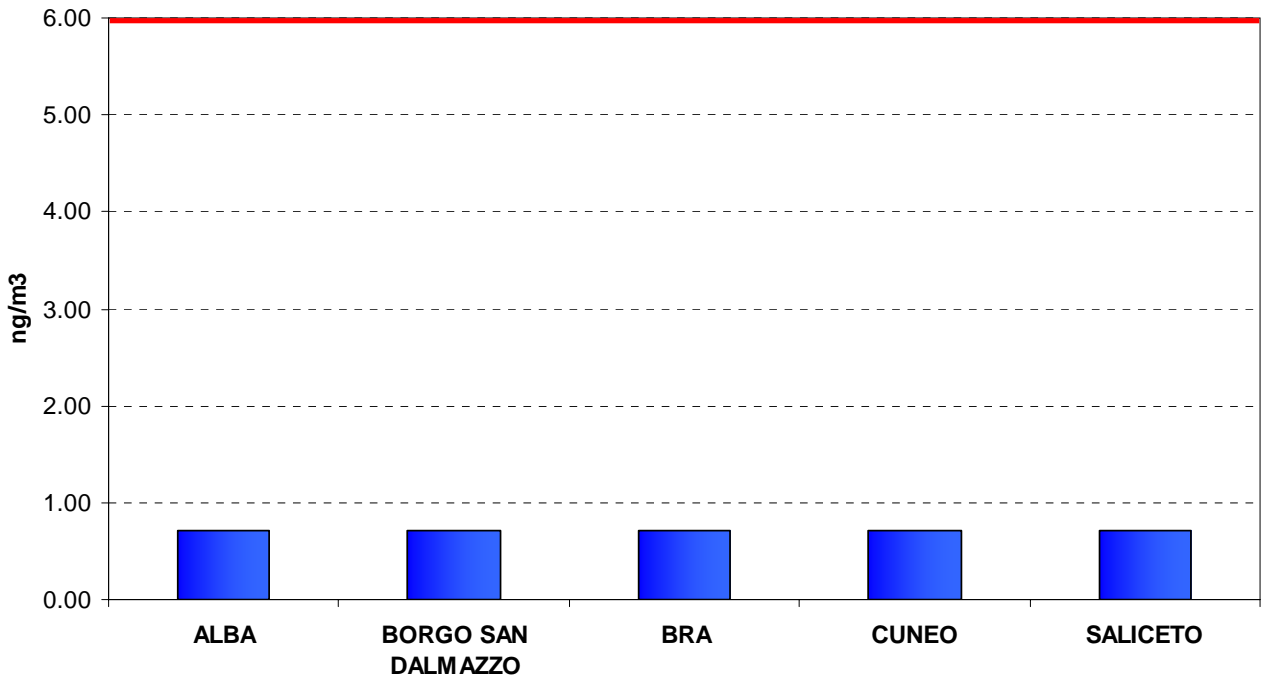


Figura 26) Arsenico: media annuale 2010.

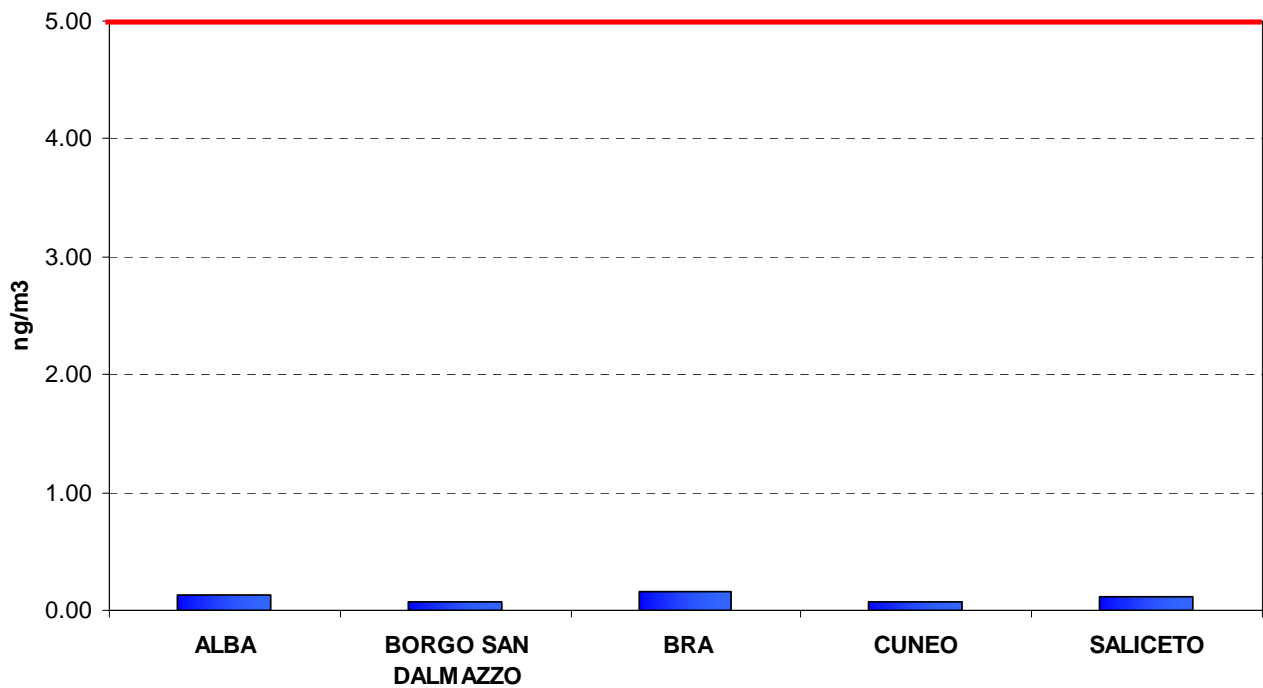


Figura 27) Cadmio: media annuale 2010.

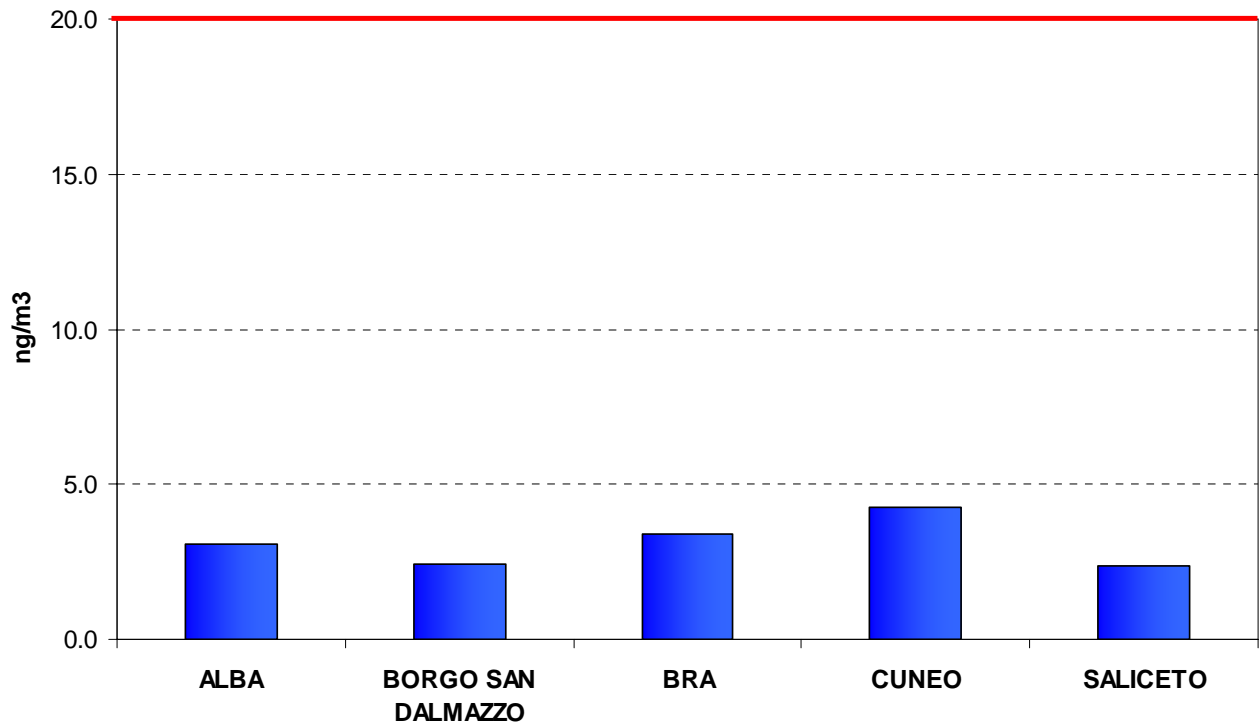


Figura 28) Nichel: media annuale 2010.

Anche per l'anno 2010, i grafici evidenziano la presenza di concentrazioni significativamente inferiori ai valori obiettivo indicati dalla normativa, confermando che le concentrazioni di metalli pesanti nel particolato aereo-disperso, riscontrabili nella provincia di Cuneo, non evidenziano condizioni di criticità.

Benzo(a)pirene

Il benzo(a)pirene - B(a)P- è stato scelto come marker per il rischio cancerogeno degli IPA nell'aria ambiente. Il termine IPA è l'acronimo di Idrocarburi Policiclici Aromatici, una classe numerosa di composti organici tutti caratterizzati strutturalmente dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati fra loro. Gli IPA costituiti da tre a cinque anelli possono essere presenti sia come gas che come particolato, mentre quelli caratterizzati da cinque o più anelli tendono a presentarsi per lo più in forma solida.

Queste sostanze possono avere sorgenti naturali, come eruzioni vulcaniche ed incendi boschivi, ma in quantità significative gli IPA si formano in tutti i processi che vedono una combustione incompleta dei materiali a base di carbonio come ad esempio carbone, petrolio e legno. Anche l'utilizzo dei vari carburanti produce una notevole quantità di queste sostanze. Le emissioni dovute al traffico stradale sono infatti una componente dominante nella emissione di IPA e di B(a)P nelle aree urbane.

In genere gli idrocarburi policiclici aromatici presenti nell'aria possono degradarsi reagendo con la luce del sole e con altri composti chimici nel giro di qualche giorno o settimana; quelli di massa maggiore aderiscono al particolato aerodisperso. Per questa loro relativa stabilità gli IPA si possono riscontrare anche a grandi distanze in località remote e molto lontane dalle zone di produzione.

Gli IPA sono comunque presenti nell'atmosfera in quantità relativamente basse e la loro concentrazione si è notevolmente ridotta nel corso di questi ultimi trent'anni. Il declino è stato attribuito all'utilizzo dei convertitori catalitici negli autoveicoli, alla riduzione dell'utilizzo del legno e del carbone come fonti energetiche ed al miglioramento della tecnologia della combustione. Si è inoltre ridotta di molto la pratica delle combustioni all'aria aperta, soprattutto di tipo agricolo.

Gli studi condotti sulla pericolosità degli IPA sembrano dimostrare che l'esposizione a concentrazioni significative di queste sostanze comporti vari danni a livello ematico, immunosoppressione e problemi al sistema polmonare; essendo altresì dotate di effetto mutageno e pertanto cancerogeno l'organo legislativo ha stabilito obiettivi di qualità del tutto cautelativi per il benzo(a)pirene (peraltro l'unico IPA che finora è stato studiato approfonditamente).

La normativa prevede la determinazione di tali sostanze sul materiale particolato PM₁₀, fissando il valore giornaliero medio annuale di 1.0 ng/m³ (nanogrammo al metro cubo) in riferimento al benzo(a)pirene, che è quello che contribuisce maggiormente alla tossicità totale. Il D.Lgs 155/10, che ha sostituito le disposizioni attuative della Direttiva 2004/107/CE "concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente" recepite nel D.Lgs.152/07 (aggiornato con D.Lgs. 120/08), definisce, per tutti questi inquinanti, il 31/12/2012 quale termine per il raggiungimento del valore obiettivo.

La figura seguente riporta le medie annuali registrate in tutte le centraline nelle quali questo inquinante viene monitorato. Le medie annuali del 2005 riferite ai siti di prelievo di Borgo San Dalmazzo e Cuneo non sono state riportate in quanto la disponibilità dei dati era inferiore all'90%. In generale le concentrazioni rilevate risultano essere inferiori ai limiti normativi. Fa eccezione la centralina di Saliceto che, seppur confermando il trend decrescente, supera ancora il valore obiettivo previsto dalla norma.

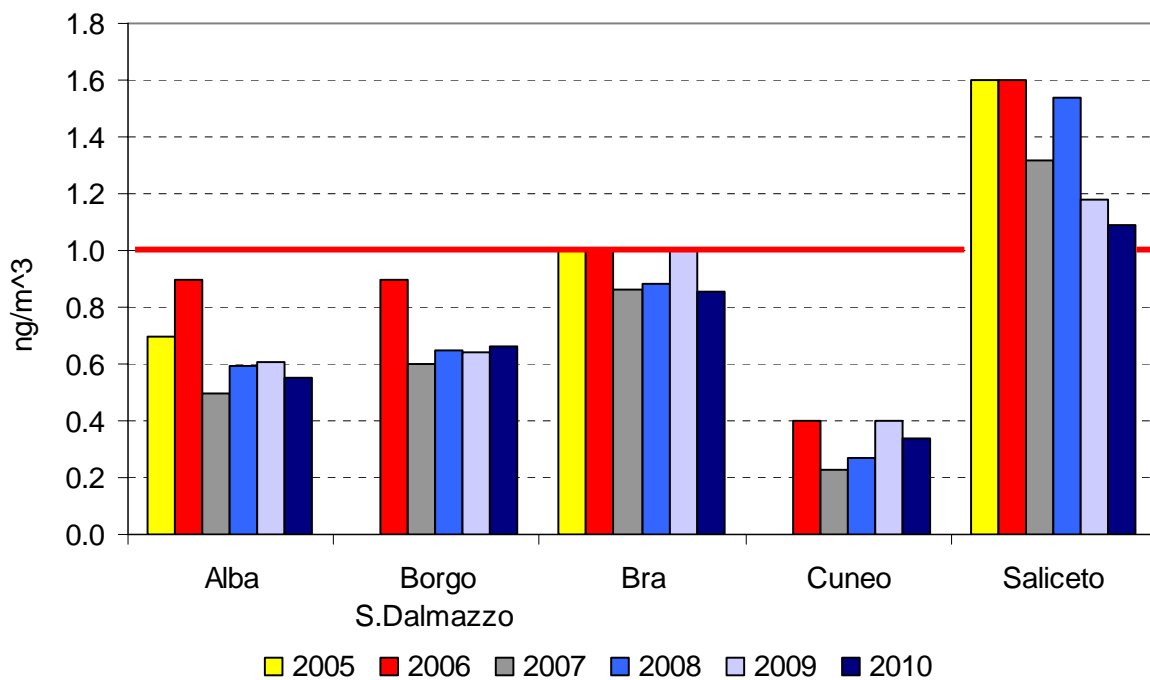


Figura 29) Benzo(a)pirene: medie annuali.

La figura sottostante, indicante le concentrazioni medie mensili del 2010, evidenzia un marcato andamento stagionale con valori minori in primavera ed estate, e concentrazioni più elevate in autunno e inverno.

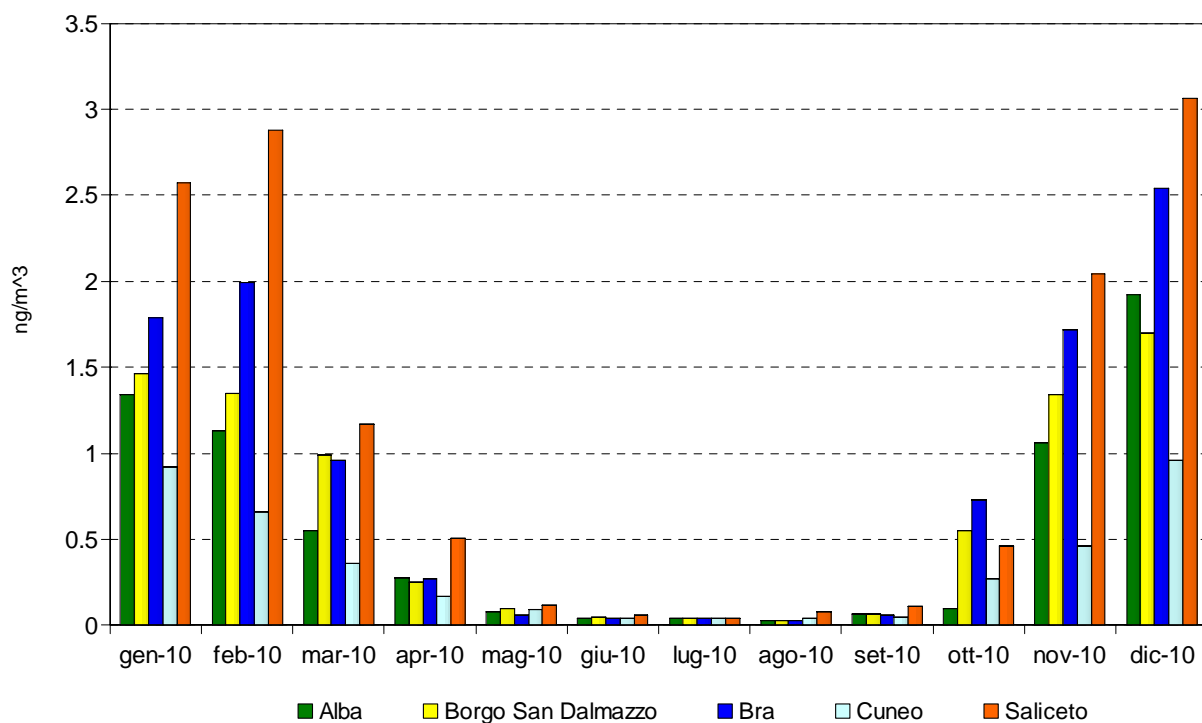


Figura 30) Benzo(a)pirene: medie mensili dell'anno 2010.

I fattori che determinano tale andamento sono molteplici. Essendo l'origine antropica di questo inquinante legata significativamente ai processi di combustione dei materiali a base di carbonio, l'utilizzo degli impianti di riscaldamento nei periodi freddi apporta un significativo contributo all'innalzamento delle concentrazioni autunno-invernali. L'aumento della radiazione solare e della temperatura ambiente nei periodi primaverili ed estivi, aumenta l'effetto di rimozione degli IPA dall'atmosfera dovuta ad una maggiore velocità di reazione per fotolisi diretta; la crescita dello strato di rimescolamento nel periodo estivo determina altresì, come per tutti gli altri inquinanti, una diminuzione delle concentrazioni.

Superamenti nell'anno 2010

Nella tabella seguente si riassumono i superamenti dei limiti normativi per la protezione della salute umana registrati nell'anno 2010, in riferimento ai valori previsti dal Decreto Legislativo 13 Agosto 2010 n°155.

INQUINANTE	VALORE LIMITE E PERIODO DI MEDIAZIONE	SUPERAMENTI CONCESSI	2010: NUMERO DI SUPERAMENTI RILEVATI						
			Alba	Borgo S. Dalmazzo	Bra	Cuneo	Fossano	Mondovì	Saliceto
SO ₂	350 µg/m ³ media oraria	24 volte / anno civile	0	0	-	0	-	-	0
	125 µg/m ³ media 24 ore	3 volte / anno civile	0	0	-	0	-	-	0
NO ₂	200 µg/m ³ media oraria	18 volte / anno civile	0	0	0	0	0	0	0
	40 µg/m ³ media annuale	-	0	0	0		0	0	0
PM ₁₀	40 µg/m ³ media annuale	-	0	0	0	0			
	50 µg/m ³ media 24 ore	35 volte / anno civile Data del 35simo superamento	64 24 mar	31	95 14 feb	31	-	-	41 6 dic
CO	10 mg/m ³ media mobile su 8 ore	-	0	0	0	0	0	0	0
Benzene	5 µg/m ³ media annuale	-	0	-	-	0	-	-	-
Pb	0.5 µg/m ³ media annuale	-	0	0	0	0	-	-	0
O ₃	120 µg/m ³ media mobile su 8 ore (valore obiettivo)	25 giorni / anno civile	50 gg	-	-	37 gg	-	-	28 gg
	180 µg/m ³ media oraria (soglia di informazione)	-	0	-	-	0	-	-	0
	240 µg/m ³ media oraria (soglia di allarme)	Fino a 3 ore consecutive	0	-	-	0	-	-	0
Benzo(a) Pirene	1.0 ng/m ³ media annuale (valore obiettivo)	-	0	0	0	0	-	-	1
As	6.0 ng/m ³ media annuale (valore obiettivo)	-	0	0	0	0	-	-	
Cd	5.0 ng/m ³ media annuale (valore obiettivo)	-	0	0	0	0	-	-	
Ni	20.0 ng/m ³ media annuale (valore obiettivo)	-	0	0	0	0	-	-	

Tabella 4) Superamenti dei limiti normativi nell'anno 2010

Approfondimenti

Biossido di carbonio (anidride carbonica) – CO₂

L'anidride carbonica a temperatura e pressione ambiente è un gas inodore ed incolore. Viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno è tale da consentire una combustione completa. E' una sostanza fondamentale nei processi vitali degli animali, quale sottoprodotto della respirazione; le piante la utilizzano nel processo di fotosintesi nel quale combinandosi con l'acqua, per azione della luce e della clorofilla, viene trasformata in glucosio e viene liberato ossigeno. Nell'atmosfera terrestre, insieme al vapore acqueo ed al metano l'anidride carbonica è uno dei principali gas responsabili dell'effetto serra, fenomeno senza il quale la vita come la conosciamo adesso non sarebbe possibile. Questo processo consiste in un riscaldamento naturale del pianeta per effetto dell'azione dei cosiddetti gas serra, composti presenti nell'aria a concentrazioni relativamente basse. Tali gas, permettendo alle radiazioni solari di passare attraverso l'atmosfera ed impedendo il passaggio verso lo spazio di parte delle radiazioni infrarosse provenienti dalla superficie della Terra e dalla bassa atmosfera (il calore riemesso), favoriscono la regolazione ed il mantenimento della temperatura terrestre. Le attività umane stanno alterando la normale composizione chimica dell'atmosfera; l'utilizzo dei combustibili fossili e la deforestazione sono tra le principali cause dell'aumento dei gas serra responsabili quindi di un aumento eccessivo e graduale della temperatura terrestre cui si ritiene facciano seguito cambiamenti climatici a livello planetario. A partire dal 1958 la concentrazione di CO₂ è costantemente misurata con strumenti di alta precisione nell'osservatorio di Mauna Loa nelle Hawaii, scelto quale sito remoto che risente minimamente delle influenze dell'attività umane e della vegetazione, e ritenuto pertanto indicatore dell'andamento globale della concentrazione di CO₂ in atmosfera. Dal 1958 ad oggi la concentrazione media annua di CO₂ misurata a Mauna Loa è passata da circa 315 ppm a circa 390 ppm; proprio questo aumento fa' sì che la CO₂ che, come detto è un gas naturalmente presente in atmosfera in percentuale minima, stia incominciando ad essere considerato un vero e proprio inquinante. La normativa vigente relativa agli inquinanti della qualità dell'aria non fissa limiti per l'anidride carbonica; per tale sostanza infatti esistono limiti specifici direttamente sulle emissioni nei diversi settori, da quello industriale a quello dei trasporti ecc...

L'analizzatore di CO₂ è stato installato nella centralina di Borgo San Dalmazzo con lo scopo di monitorare la concentrazione di tale sostanza in un sito che, oltre ad essere classificato di traffico urbano, è caratterizzato in particolare dalla presenza dell'industria cementiera con un conseguente elevato impatto nell'emissione di questo inquinante. La crisi industriale dell'ultimo biennio ha portato alla fermata dei forni di una delle due aziende presenti in loco ma, considerando i dati progettuali dei camini del cementificio attualmente in funzione in Valle Vermenagna, si può stimare un'emissione oraria in atmosfera che può superare ampiamente 200 tonnellate di CO₂. Pur trattandosi di impianti con un ciclo produttivo non costante, ma condizionato dalle esigenze del mercato, le immissioni in aria di CO₂ possono raggiungere valori che superano le 5000 tonnellate giornaliere, che con tutta evidenza è un valore tutt'altro che indifferente.

Queste quantità sommate al contributo dovuto alle altre attività antropiche locali (traffico veicolare, riscaldamento, combustioni in genere...) vanno ad incrementare il livello di fondo che, come sopra ricordato, è in continuo aumento; la centralina di monitoraggio rilevando la concentrazione specifica nel sito dove è collocata risentirà della sommatoria di tutti i contributi.

Nella figura 31 che rappresenta le concentrazioni medie mensili misurate, con strumenti dotati di precisione molto differente, nel sito di Borgo San Dalmazzo e nell'osservatorio di Mauna Loa emerge subito che, come era logico attendersi, i valori registrati a Borgo San Dalmazzo sono molto differenti da quelli di fondo di Mauna Loa. Le misure ottenute in questo osservatorio, che rappresentano come già detto la concentrazione media, ovvero il fondo, nell'emisfero nord della Terra, mostrano una fluttuazione annua della concentrazione di biossido di carbonio che raggiunge il suo massimo a maggio ed il suo minimo ad ottobre, al termine della stagione vegetativa dell'emisfero nord, quando la biomassa vegetale del pianeta è al suo sviluppo massimo. Le concentrazioni misurate presso la nostra centralina mostrano sì variazioni annue ma che hanno pressoché lo stesso andamento delle concentrazioni del biossido di azoto registrato nello stesso sito (figura 32) con valori minimi nei mesi estivi. Ciò suggerisce come le sorgenti dominanti siano, per la CO₂ misurata a Borgo San Dalmazzo, le stesse degli ossidi di azoto, ovvero antropiche, e le modulazioni stagionali siano forzate principalmente dalle condizioni meteo-dispersive dell'atmosfera, più che dalle variazioni della copertura fogliare.

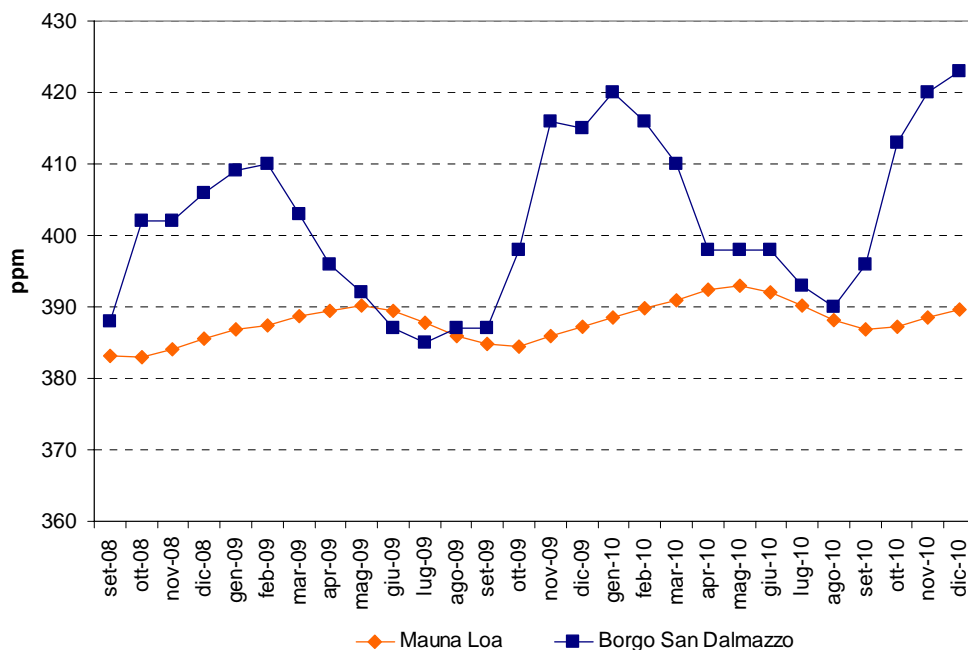


Figura 31) CO₂: concentrazioni medie mensili rilevate a Mauna Loa e a Borgo San Dalmazzo da settembre '08 a dicembre '10

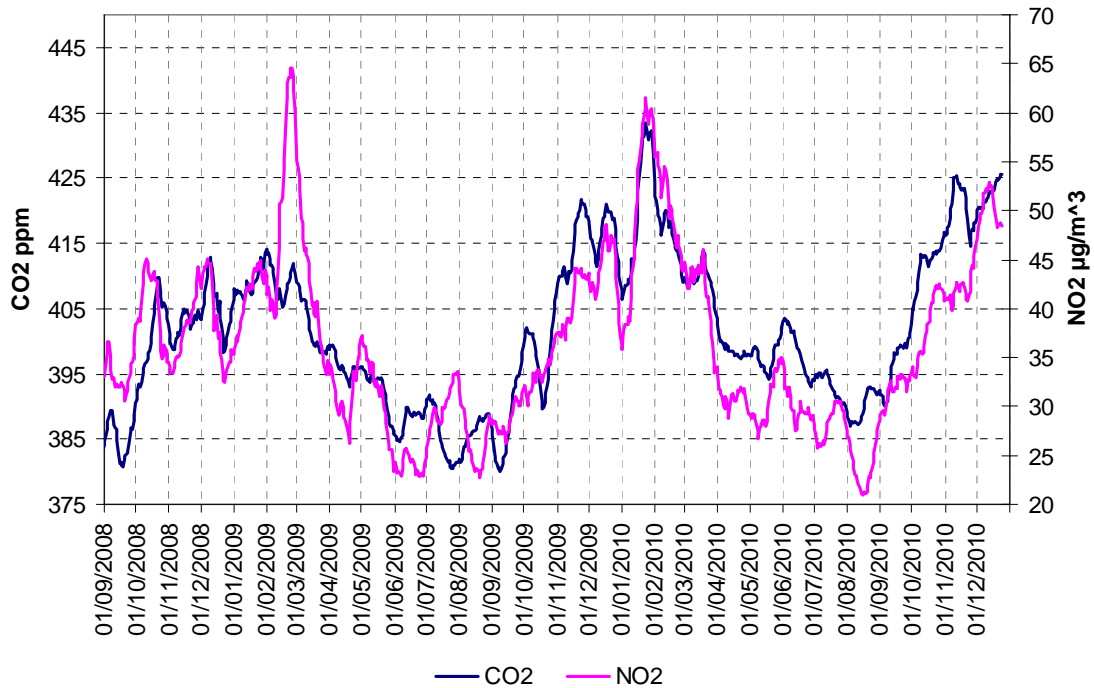


Figura 32) Media mobile su 15 giorni delle concentrazioni medie giornaliere di CO₂ e NO₂ rilevate a Borgo San Dalmazzo da settembre '08 a dicembre '10

Le concentrazioni medie orarie di CO₂ ottenute a Borgo San Dalmazzo in ciascun giorno degli anni 2009 e 2010 sono rappresentate con una scala di colori nei due grafici della figura sottostante: sulle ordinate sono indicati i giorni, sulle ascisse le ore. Emerge bene il comportamento stagionale del parametro; il colore blu intenso evidenzia come le concentrazioni più basse si siano rilevate all'incirca nel periodo maggio-settembre mentre le più elevate, indicate dal colore giallo-arancio, si siano registrate negli altri mesi dell'anno all'incirca in due momenti della giornata.

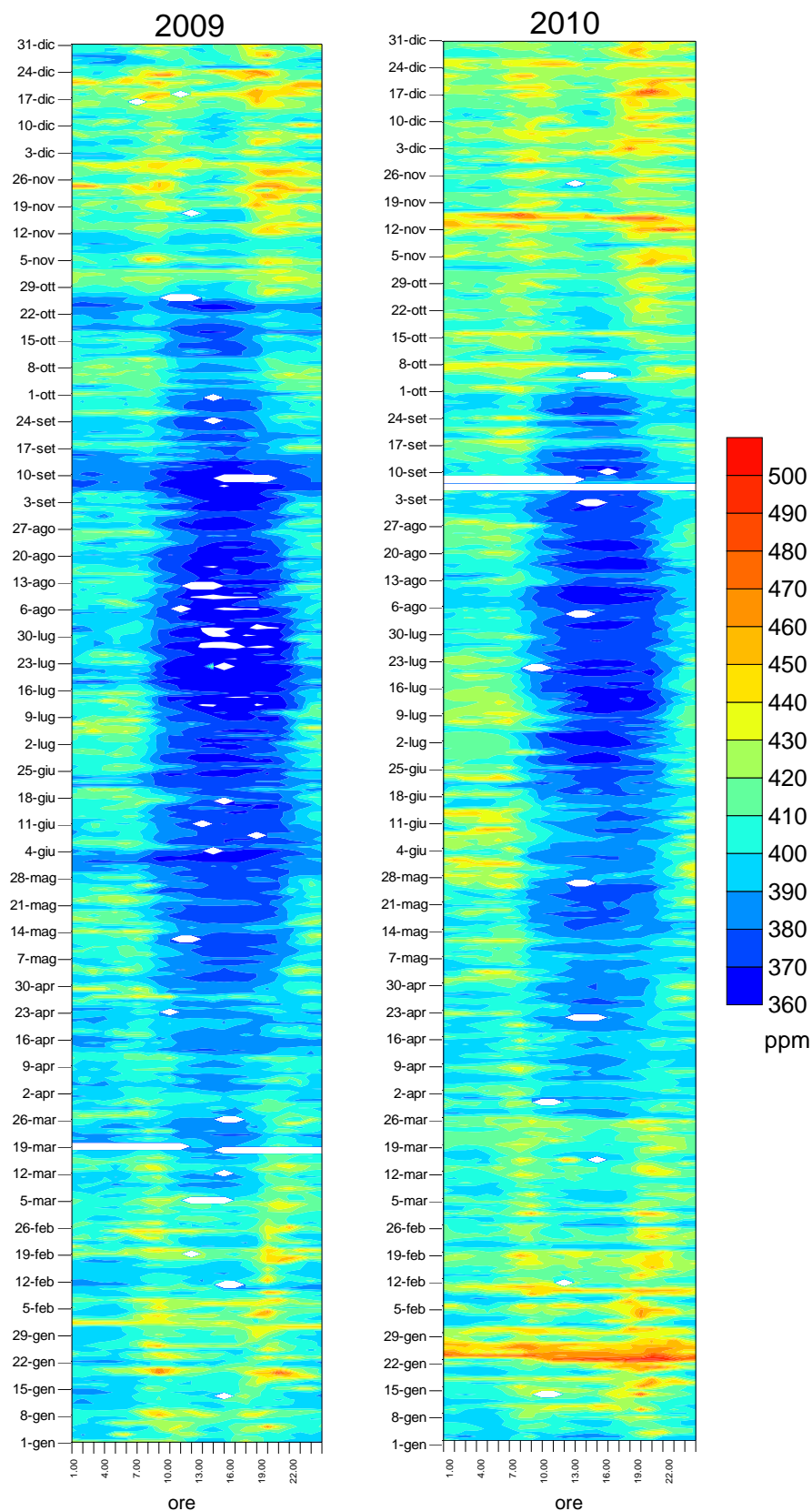


Figura 33) CO₂: concentrazioni orarie rilevate nei singoli giorni degli anni 2009 e 2010.

In base a questo diverso comportamento nel corso dell'anno i dati sono stati suddivisi in due semestri: il primo comprende i mesi da ottobre 2009 a marzo 2010 ed il secondo quelli tra aprile e settembre 2010. Per individuare eventuali variazioni ricorrenti delle concentrazioni in particolari ore del giorno sono stati calcolati i "giorni tipo" di ciascun periodo mediando i dati

rilevati alla stessa ora di ogni giorno. Dai grafici della figura sottostante si osserva come nei mesi più freddi emergano due picchi di concentrazione tra le ore 8 e le 9 del mattino e tra le 19 e le 21 della sera mentre le concentrazioni che si registrano tra le 13 e le 15 siano simili o uguali a quelli della notte. Nel semestre più caldo invece le concentrazioni, a partire dal massimo raggiunto tra le 6 e le 7 circa, diminuiscono fino ad un minimo tra le 14 e le 15 e poi risalgono gradatamente fino alle prime ore del mattino (i dati sono sempre riferiti all'ora solare).

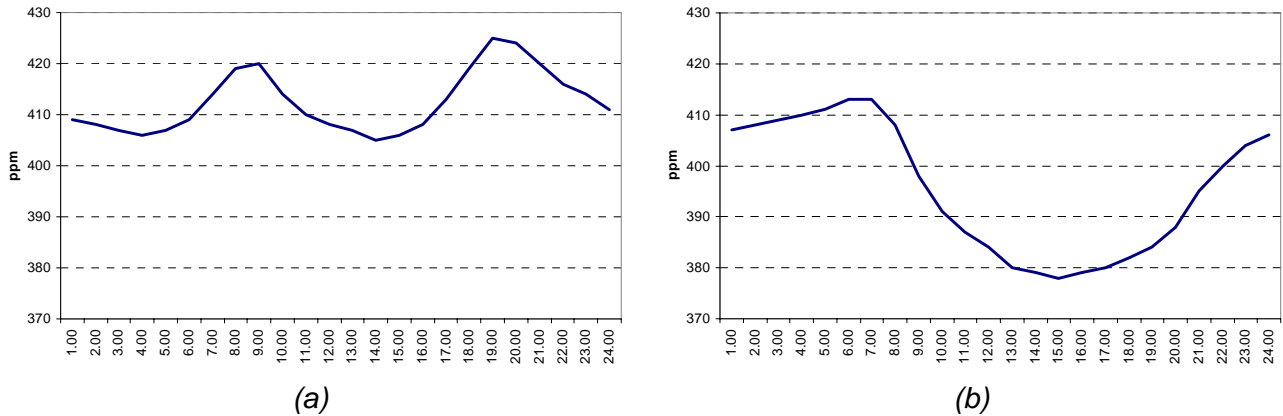


Figura 34) CO₂: “giorno tipo” relativo ai periodi ottobre '09 ÷ marzo '10 (grafico a) e aprile ÷ settembre '10 (grafico b).

Se negli stessi grafici aggiungiamo i valori della radiazione solare misurata negli stessi periodi dalla stazione meteorologica di Cuneo (figura 35) vediamo come, in entrambi i semestri con l'inizio dell'insolazione abbia inizio la diminuzione di CO₂, e nel semestre freddo al termine dell'insolazione la concentrazione di CO₂ raggiunga immediatamente un nuovo massimo, mentre in quello caldo continui a crescere, anche se più lentamente, durante tutta la notte.

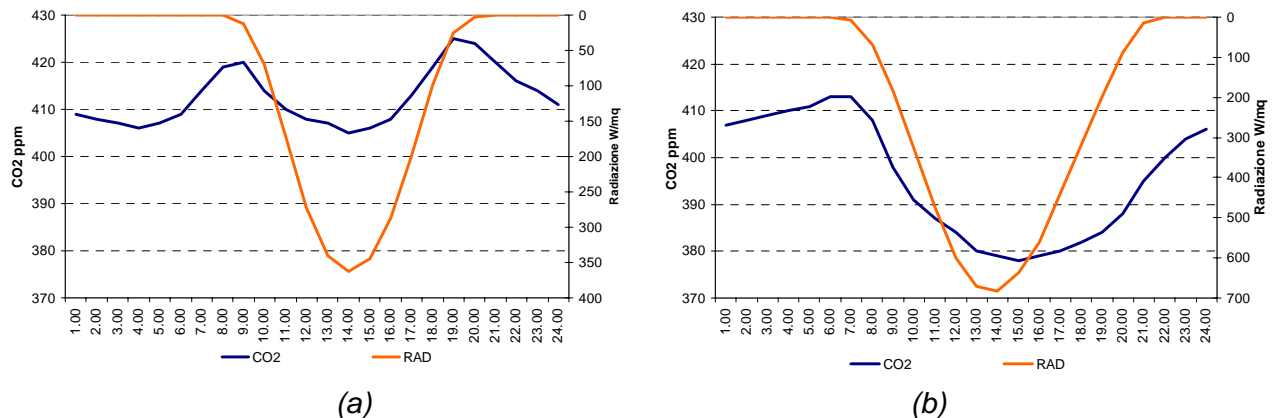


Figura 35): Confronto CO₂ e radiazione solare. “Giorno tipo” relativo ai periodi ottobre '09 ÷ marzo '10 (grafico a) e aprile ÷ settembre '10 (grafico b).

Confrontando ora l'andamento giornaliero della CO₂ con quello dell'NO₂ misurato nella stessa centralina di Borgo San Dalmazzo (figura 36), si osserva nel semestre freddo un ottimo accordo tra gli andamenti dei due inquinanti nelle ore senza insolazione e alcuna analogia nel semestre caldo.

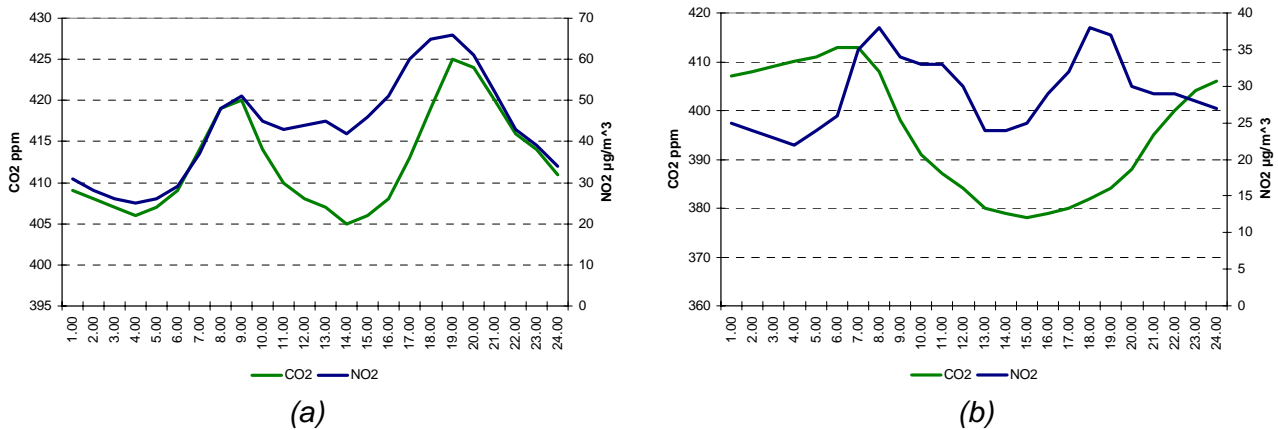


Figura 36): Confronto CO₂ e biossido di azoto. "Giorno tipo" relativo ai periodi ottobre '09 ÷ marzo '10 (grafico a) e aprile ÷ settembre '10 (grafico b).

In riferimento ai sopra riportati andamenti si può ipotizzare che nelle giornate autunnali e invernali, quando l'attività di fotosintesi delle piante è ridotta, la variazione oraria della concentrazione di anidride carbonica misurata presso la centralina di Borgo San Dalmazzo, classificata come stazione di traffico urbana, sia determinata essenzialmente dall'attività antropica e solamente la riduzione delle ore centrali della giornata sia provocato dal consumo di anidride carbonica ad opera delle foglie, attivato dalla radiazione solare. Nelle giornate comprese tra aprile e settembre, quando la copertura fogliare ha il massimo del suo sviluppo e le condizioni meteo-dispersive, più favorevoli alla diluizione degli inquinanti, fanno sì che le concentrazioni in gioco siano più contenute, sembra che sia l'azione della fotosintesi clorofilliana a condizionare l'andamento delle concentrazioni durante le 24 ore: consumo di CO₂ durante le ore di insolazione e sua produzione tra il tramonto e l'alba. Queste modulazioni orarie della concentrazione di CO₂ misurata presso la centralina di Borgo San Dalmazzo si sommano ad una base, che si può considerare pressoché costante nelle 24 ore del giorno, costituita, oltre al fondo tipico dell'emisfero Nord, anche dalle emissioni locali e sicuramente da quelle del comparto cementiero.

Materiale particolato – PM₁₀

Per poter rappresentare le distribuzioni dei valori delle concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ per ogni anno completo di funzionamento delle stazioni sono stati utilizzati i diagrammi a scatola (box plot).

Il singolo box plot sintetizza la posizione dei circa 365 dati dell'anno: la scatola, che è il rettangolo centrale, contiene il 50% dei dati (compresi tra il 25° e il 75° percentile⁶), la linea orizzontale al suo interno è la mediana e la sua posizione all'interno della scatola evidenzia l'eventuale asimmetria (solo in caso di distribuzione simmetrica media e mediana coincidono); i segmenti che escono dalla scatola, i "baffi", delimitano la zona al di fuori della quale i valori sono definiti outliers (anomali) e, nel caso dei PM₁₀, esprimono l'asimmetria della distribuzione dei dati.

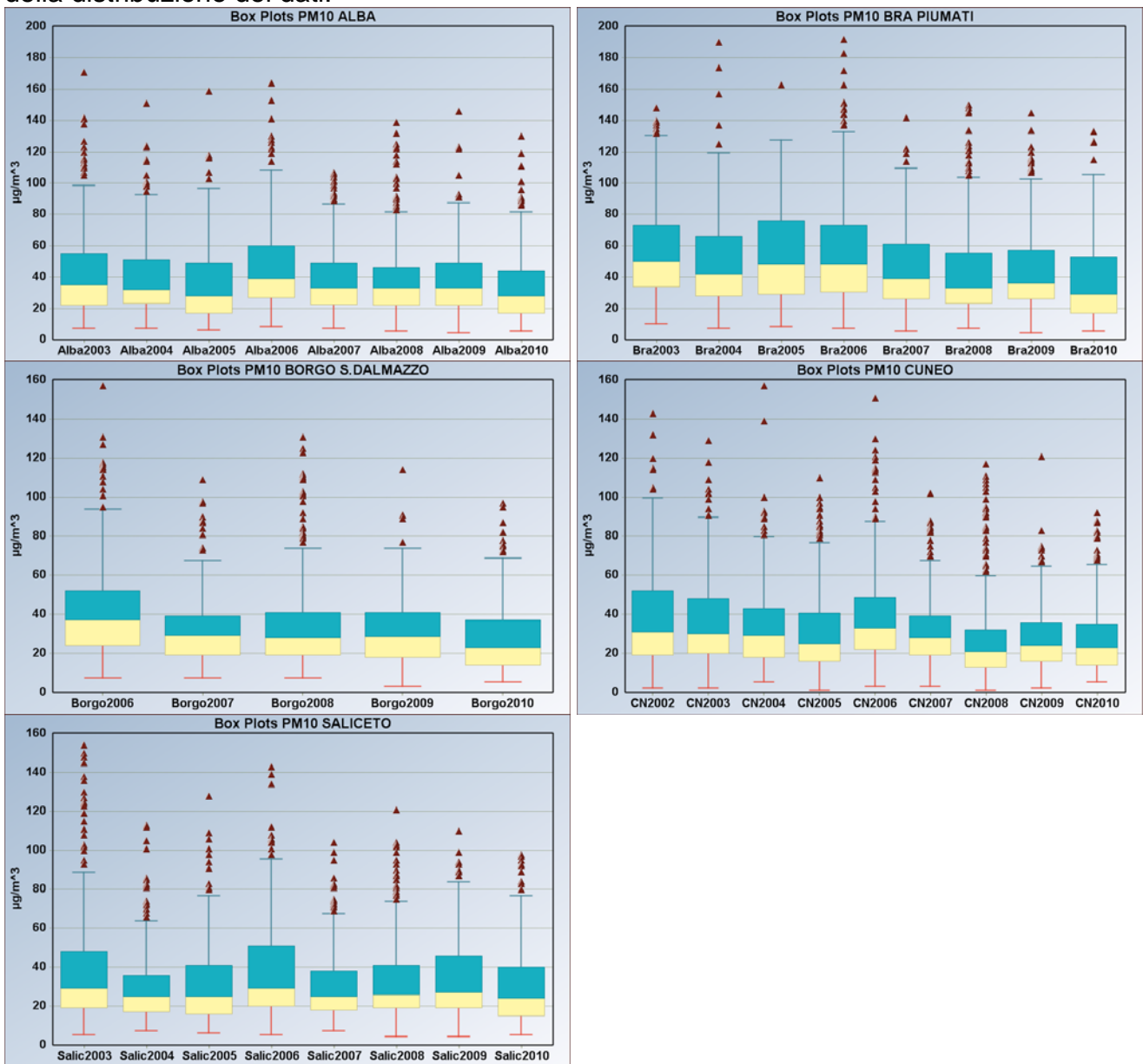


Figura 37) PM₁₀: box plots delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ nelle centraline della provincia di Cuneo (sono stati considerati solo gli anni con una percentuale di dati disponibili superiore al 85%)

⁶ Percentile di ordine k (P_k) è il numero che suddivide la successione dei valori ordinati in senso crescente in due parti, tali che i valori minori o uguali a P_k siano una percentuale uguale a k%. La mediana corrisponde al 50° percentile.

Confrontando i box plot dei diversi anni si può vedere come la distribuzione delle concentrazioni del 2006 sia, per tutte le stazioni, collocata su valori più alti rispetto a quelle degli altri anni e questo, come già analizzato in passato⁷, si può attribuire alle condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli al ristagno e all'accumulo degli inquinanti che si sono verificate nel corso di quell'anno.

Per le stazioni di Bra, Borgo San Dalmazzo e Cuneo è possibile individuare una tendenza alla diminuzione dei valori delle concentrazioni e, analizzando per ciascuna di queste stazioni la regressione lineare dei valori medi annuali, si evidenzia una regressione lineare negativa statisticamente significativa (al 95%) che, per Bra e Borgo San Dalmazzo corrisponde ad una riduzione annua di quasi 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre per Cuneo ad una riduzione annua di circa 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La distribuzione dei dati annuali rappresentata dai box plot mostra inoltre per tutte le stazioni della provincia una diminuzione delle concentrazioni nell'anno 2010.

Per ampliare lo sguardo oltre i confini provinciali ed avere una visione su quale sia stata la situazione a livello regionale, nei due grafici che seguono sono raffigurate le concentrazioni medie e il numero di superamenti delle stazioni della rete regionale dell'anno 2010 e vicino al nome delle stazioni è indicato tra parentesi il corrispondente valore relativo all'anno 2009. Oltre a osservare come i valori delle centraline della nostra provincia (indicati in arancione) siano ben distribuiti all'interno dell'intervallo definito dalla rete regionale, dal confronto con i valori dell'anno 2009, si evidenzia nel 2010 un miglioramento che, fatte poche eccezioni, è comune a tutto il territorio regionale. Delle 13 centraline che nel 2009 avevano registrato il superamento del limite sulla media annuale, solamente 5 si sono mantenute al di sopra dei 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anche nel 2010 (figura 38). Il numero di superamenti del limite giornaliero è diminuito nella maggior parte delle stazioni, e sebbene siano ancora parecchie a "sfiorare" i 35 superamenti annui, quattro stazioni hanno per la prima volta rispettato tale limite, tra cui quelle di Cuneo e Borgo San Dalmazzo (figura 39).

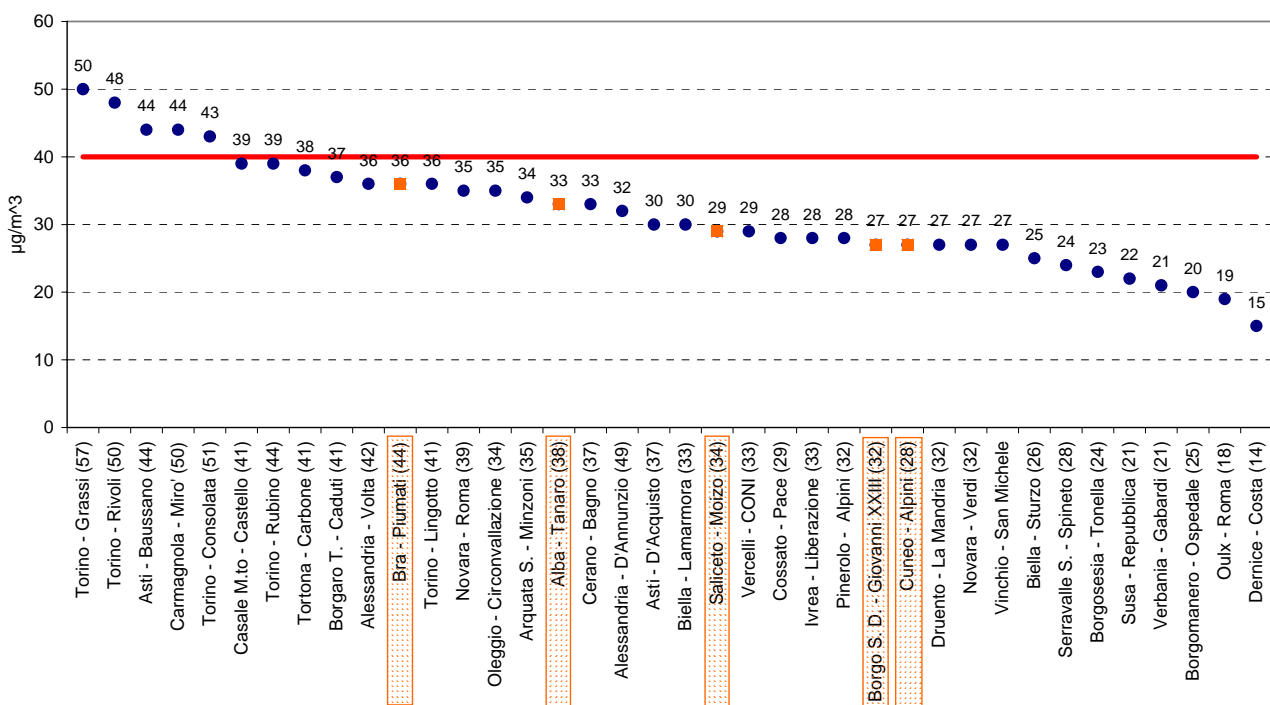


Figura 38) PM_{10} : concentrazioni medie nelle centraline della regione nel 2010 (in ordine decrescente - sulle ascisse, tra parentesi, il numero di superamenti del 2009 - evidenziate in arancione le centraline della provincia di Cuneo).

⁷ Monitoraggio della qualità dell'aria – Anno 2009 - Arpa Piemonte Dipartimento provinciale di Cuneo

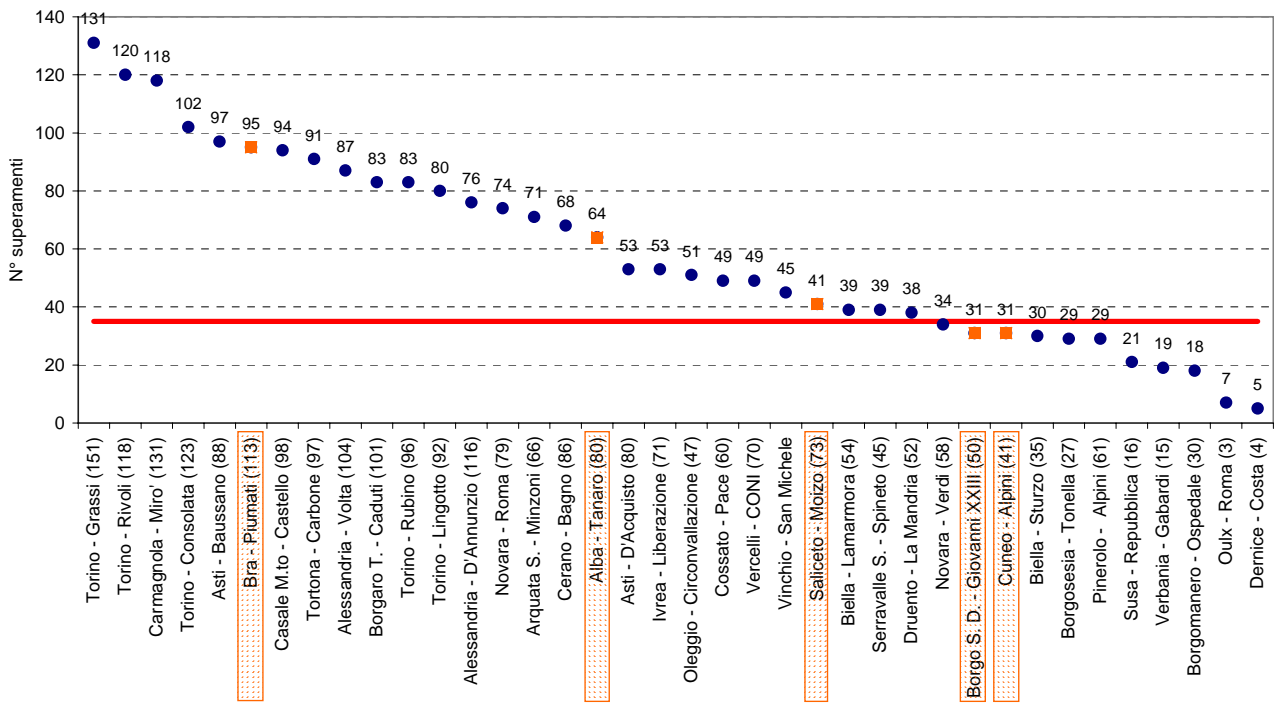


Figura 39) PM₁₀: numero di superamenti del limite giornaliero nelle centraline della regione nel 2010 (in ordine decrescente - sulle ascisse, tra parentesi, il numero di superamenti del 2009 - evidenziate in arancione le centraline della provincia di Cuneo).

Nelle mappe seguenti le stesse informazioni⁸ sulle medie annue ed il numero di superamenti del limite giornaliero sono riportate, con scale di colore, nelle posizioni dei punti di campionamento. Da queste mappe, e meglio ancora dalla figura 42, dove i valori riscontrati nelle stazioni della rete sono stati estesi a tutto il territorio regionale con un'interpolazione spaziale eseguita con il metodo del kriging ordinario, si intuisce come la collocazione geografica sia determinante sui livelli di inquinamento e siti come quelli di Alba e Bra risentano dell'inquinamento che interessa tutta la Pianura Padana.

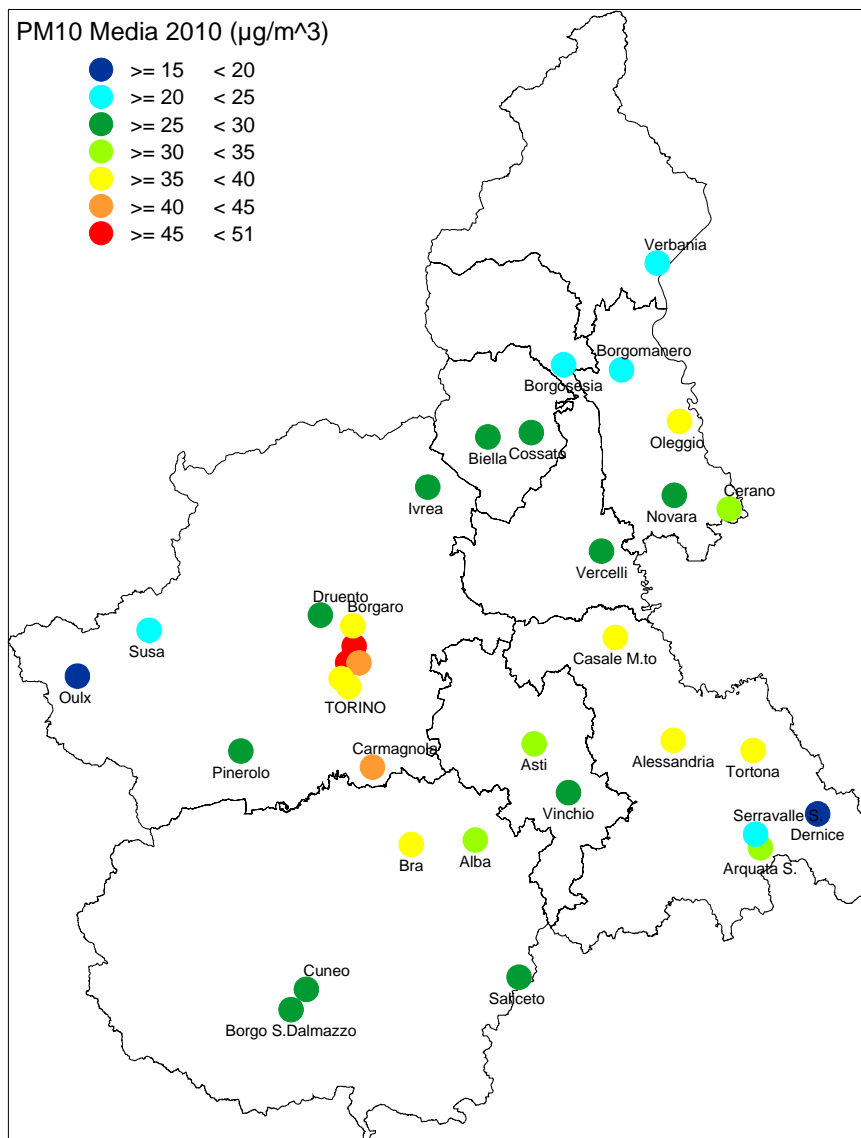


Figura 40) PM_{10} : concentrazioni medie dell'anno 2010 nella Regione Piemonte

⁸ Nel caso di più centraline nella stessa località (Asti, Alessandria, Biella, Novara), per evitare problemi di visualizzazione, si è scelto di riportare solo il dato della stazione di background.

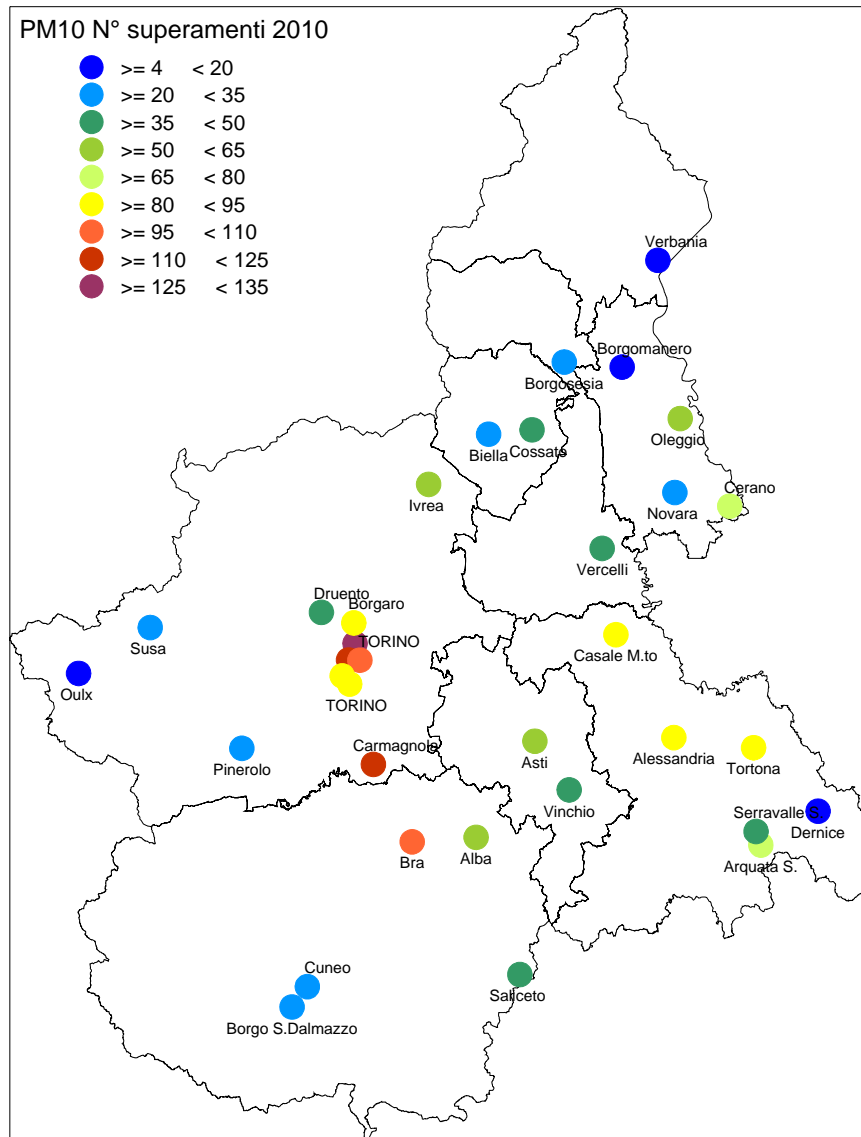


Figura 41) PM₁₀: numero di superamenti della concentrazione giornaliera di 50 µg/m³ dell'anno 2010 nella Regione Piemonte

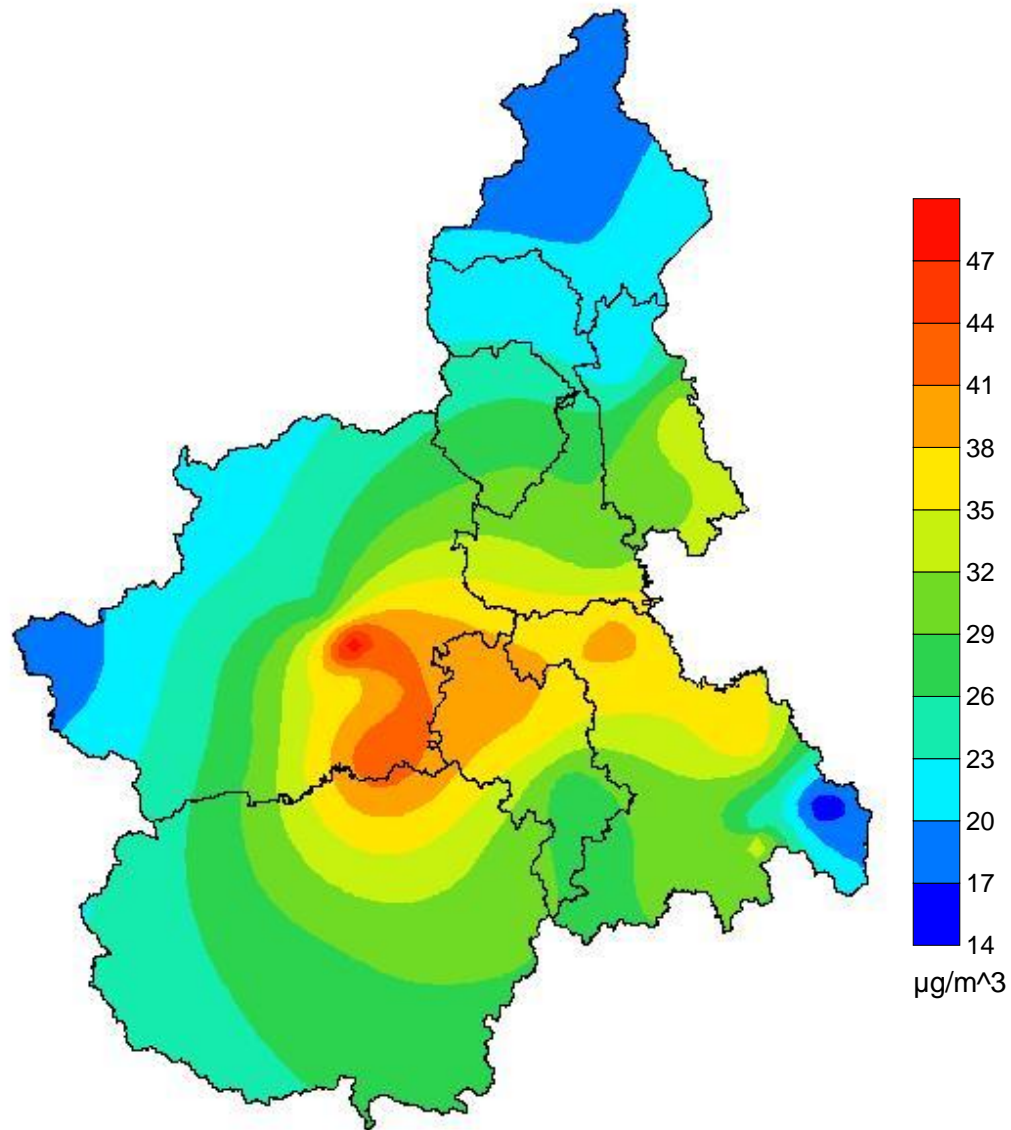


Figura 42) PM₁₀: concentrazione media dell'anno 2010 interpolata con kriging ordinario⁹.

Alla luce dei dati finora esposti si può dedurre che la riduzione delle concentrazioni di PM₁₀ riscontrata si possa attribuire, sia al percorso virtuoso intrapreso su tutto il territorio dell'Italia settentrionale nel contenimento delle emissioni nel loro complesso di cui hanno risentito pressoché tutte le stazioni, sia al particolare impegno nella riduzione delle emissioni richiesto a specifiche attività produttive che lasciavano un'impronta particolare nelle loro realtà locali e i cui sforzi hanno determinato nelle stesse località una marcata riduzione delle concentrazioni (Bra, Borgo San Dalmazzo e, di conseguenza, Cuneo).

Non bisogna tuttavia dimenticare l'influenza delle condizioni meteorologiche sui fenomeni di trasporto, dispersione, rimozione degli inquinanti presenti nell'atmosfera e, dai dati rappresentati nelle pagine seguenti, si vedrà come esempio come anche le precipitazioni atmosferiche abbiano contribuito alla riduzione delle polveri sottili.

⁹ Per i siti di Asti, Alessandria, Novara e Biella è stata utilizzata come dato di partenza la media delle concentrazioni annue delle due stazioni di cui queste città dispongono.

I grafici della figura seguente rappresentano le “settimane tipo” di ogni centralina, calcolate suddividendo i dati del 2010 in trimestri e mediando i dati rilevati negli stessi giorni della settimana.

Decisamente anomali paiono gli andamenti delle settimane tipo dell’ultimo trimestre del 2010 (ottobre, novembre, dicembre) di tutte le centraline. Infatti, mentre in genere i valori in questo trimestre sono simili a quelli dell’altro trimestre freddo - il primo dell’anno, con valori generalmente inferiori nei giorni di sabato e domenica quando è minore l’attività antropica, l’ultimo trimestre del 2010 ha presentato le concentrazioni maggiori proprio nei giorni del fine settimana mentre i valori in alcuni giorni feriali sono stati prossimi, e in alcuni casi inferiori, a quelli riscontrati nei trimestri più caldi.

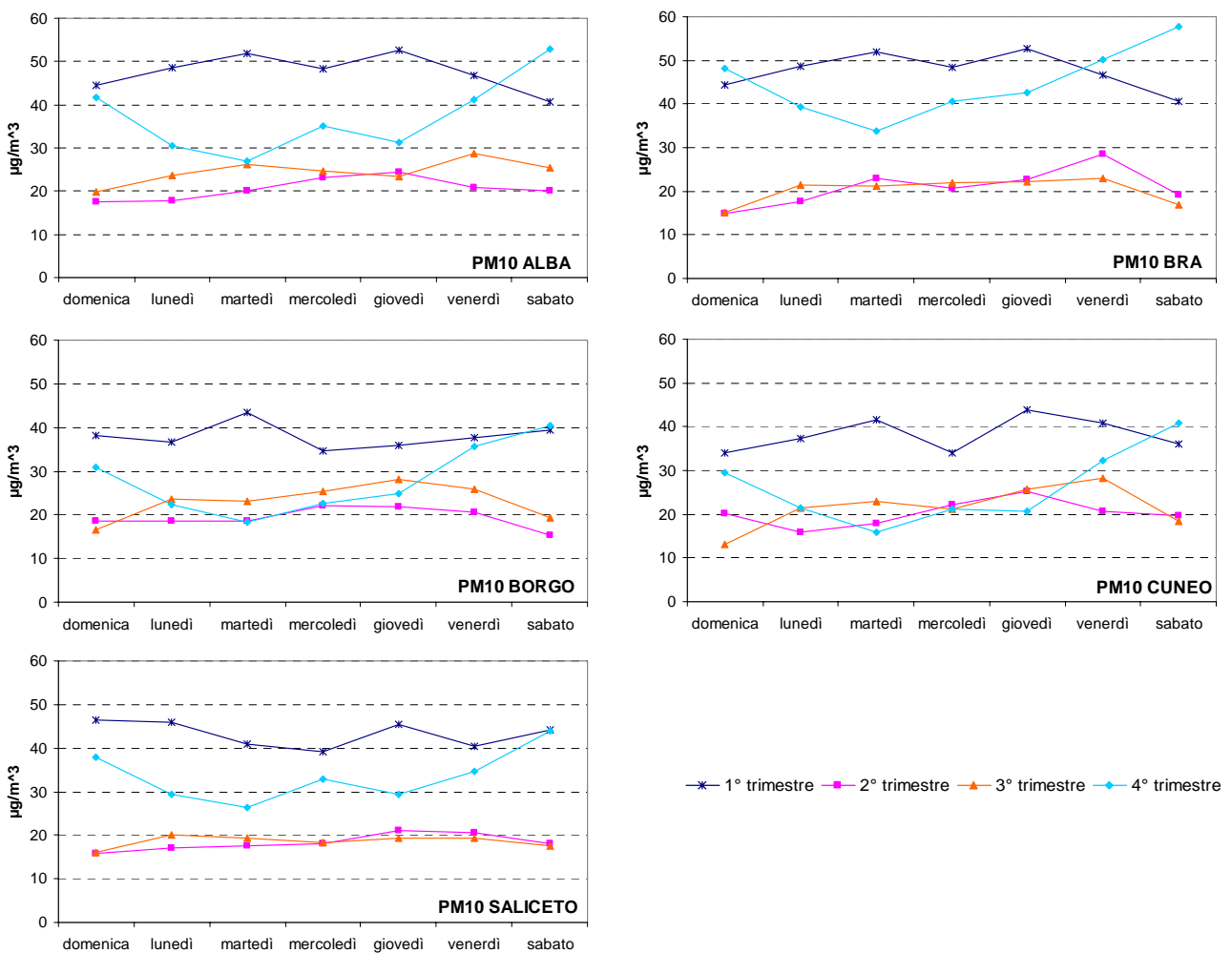


Figura 43) PM_{10} : “settimane tipo” del 2010 per ogni centralina di monitoraggio suddivise per trimestri.

Nella figura 44 sono riportate le “settimane tipo” delle precipitazioni rilevate a Cuneo, Bra e Saliceto¹⁰ nel 2010 e si individuano per il quarto trimestre valori particolarmente elevati tra i giorni di lunedì e martedì, probabilmente responsabili delle diminuzioni delle concentrazioni di PM₁₀ riscontrate negli stessi giorni.

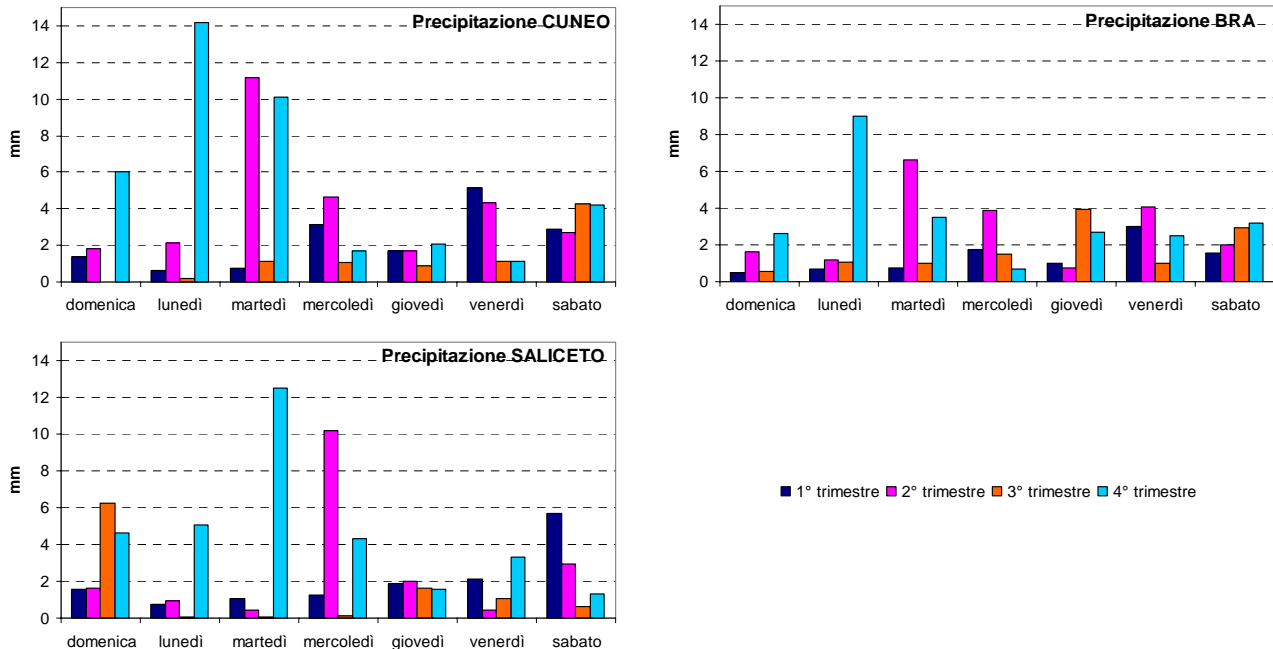


Figura 44) Precipitazioni: “settimane tipo” del 2010 per le stazioni meteo di Cuneo, Bra e Saliceto suddivise per trimestri.

Le precipitazioni atmosferiche sono eventi determinanti per la rimozione degli inquinanti. Indicatori significativi a tal fine sono oltre alla quantità di precipitazione cumulata anche il numero di giorni di pioggia, in particolare i giorni con precipitazioni cumulate di almeno 5 mm, poiché si ritiene sia un valore al di sopra del quale i fenomeni di rimozione dovuti alle precipitazioni siano, con buona probabilità, efficaci.

Dall’analisi delle medie delle concentrazioni di PM₁₀ dei giorni con almeno 5 mm di precipitazioni, si è verificato che non superano mai i 30 µg/m³ e sono, in genere, inferiori nel giorno seguente al giorno con precipitazione, rispetto al giorno stesso in cui la precipitazione si verifica.

¹⁰ Cuneo: Camera di Commercio, cod. stazione S2891. Bra: Museo Craveri, cod. stazione 317. Saliceto: Bergalli, cod. stazione 325.

Nei quattro grafici seguenti sono raffigurati, suddivisi in trimestri per il periodo dal 2003 al 2010, il numero medio di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ delle centraline della provincia e il numero di giorni con precipitazioni cumulate¹¹ di almeno 5 mm. Le due grandezze paiono particolarmente (anti)correlate durante l'ultimo trimestre di ogni anno, come se in questo periodo dell'anno fosse la precipitazione la forzante dominante.

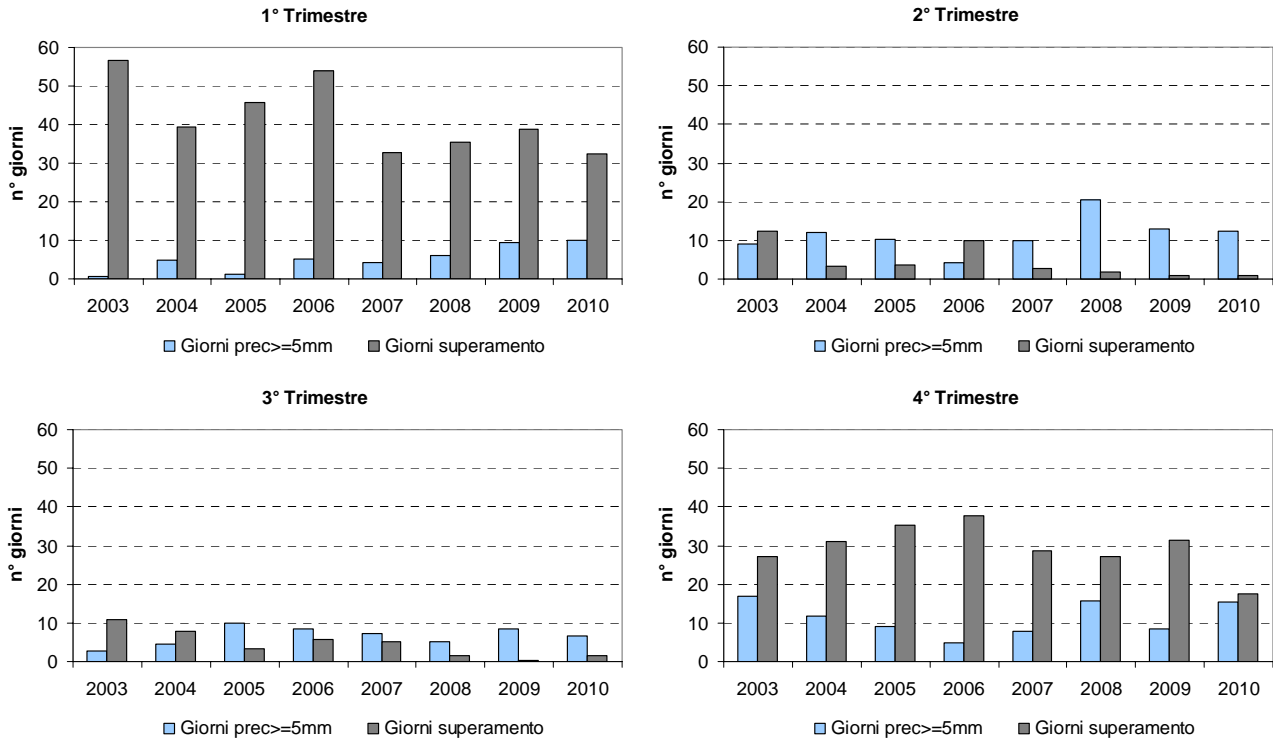


Figura 45) Media provinciale del numero di giorni con superamento del limite giornaliero per i PM_{10} e numero di giorni con precipitazioni cumulate di almeno 5 mm (dalla media delle stazioni meteo di Cuneo, Alba e Fossano).

¹¹ Media delle precipitazioni di Cuneo, Bra, Fossano e Saliceto

Analizzando i valori complessivi di ciascun anno (figura 46) si osserva come, fatto salvo il 2002, dall'attivazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria gli anni con più precipitazioni sulla nostra provincia sono stati gli ultimi tre, sia per quanto riguarda la precipitazione cumulata che il numero di giorni con una quantità di precipitazione superiore a 5 mm. Tali maggiori precipitazioni hanno sicuramente collaborato, insieme alle riduzioni delle emissioni in atmosfera, al miglioramento della qualità dell'aria.

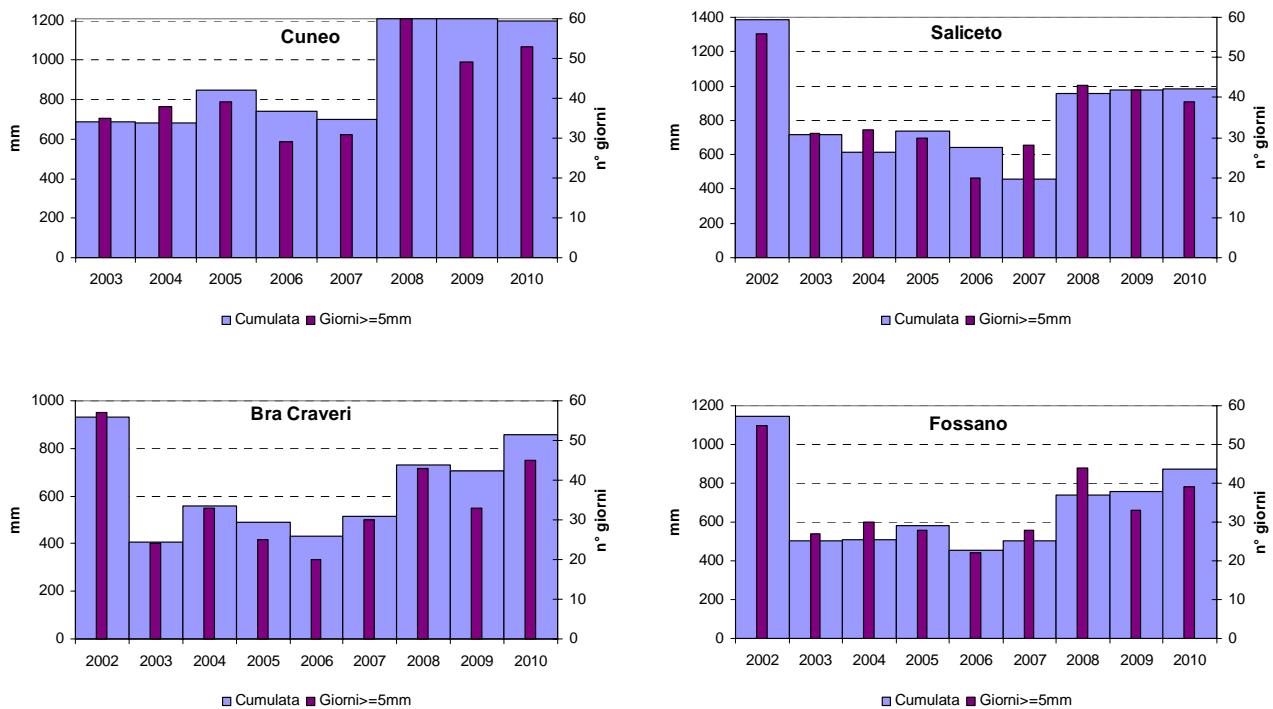


Figura 46) Valori annui della precipitazione cumulata e del numero di giorni con precipitazioni superiori a 5 mm (le medie annuali di Cuneo iniziano con il 2003 in quanto la stazione meteorologica è stata attivata nel giugno 2002)

Le concentrazioni giornaliere di PM_{10} misurate nelle stazioni della provincia nel 2010 sono riportate nel grafico seguente dove, sebbene la difficoltà di lettura dei singoli dati, si può osservare l'ottimo accordo tra gli andamenti delle concentrazioni nei diversi siti. Si evidenzia, tra l'altro, un "picco" di concentrazioni centrato intorno al 10 luglio che ha portato anche a superamenti del limite giornaliero, eventi poco consueti nel periodo estivo, e il fatto che si sia verificato in tutte le stazioni della provincia fa pensare ad una causa meteo-climatica.

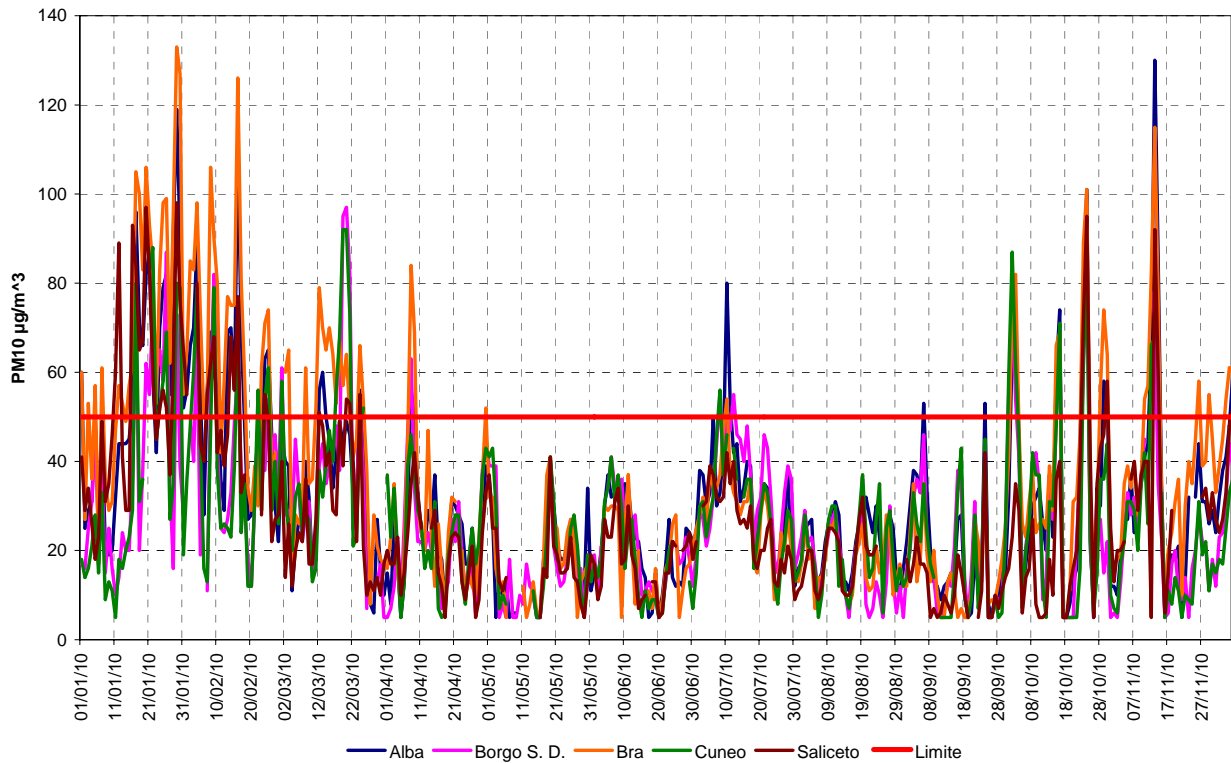


Figura 47) PM_{10} : concentrazioni medie giornaliere rilevate nelle centraline della provincia nel 2010

Nella figura seguente al grafico delle concentrazioni sono stati aggiunti i valori della radiazione solare media giornaliera registrati dalla stazione meteo di Cuneo nel 2010 (i dati sono riferiti all'asse delle ordinate di destra e i valori sono in ordine inverso). Si può osservare come al "picco" di concentrazioni di luglio corrisponda una "valle" nei valori della radiazione solare; ciò suggerisce che tale riduzione nell'insolazione abbia determinato minori moti convettivi nell'atmosfera, ovvero un minor rimescolamento e pertanto maggiori concentrazioni al suolo.

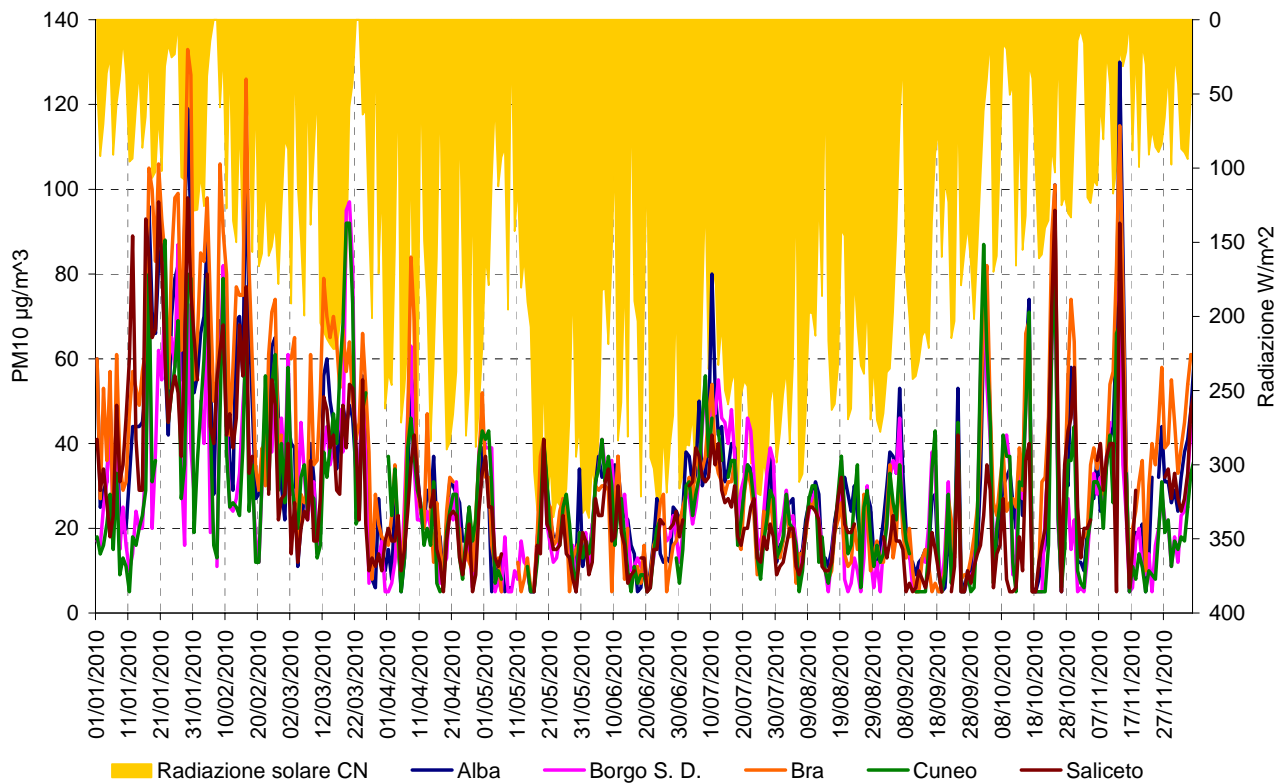


Figura 48) Concentrazioni medie giornaliere di PM_{10} rilevate nelle centraline della provincia nel 2010 e radiazione solare media giornaliera misurata presso la stazione meteorologica di Cuneo - Camera di Commercio.