

## CAPITOLO 2

# **AMBIENTE**

Autori:

*Alessia Galletti (responsabile servizio)*

Rev.: 01 - luglio 2010

## Il clima<sup>1</sup>

Il clima di Seriate condivide le principali caratteristiche fisiche del contesto lombardo: la spiccata continentalità e il debole regime del vento. Dal punto di vista dinamico, la presenza della barriera alpina influenza in modo determinante l'evoluzione delle perturbazioni di origine atlantica, determinando la prevalenza di situazioni di occlusione e un generale disaccoppiamento tra le circolazioni nei bassissimi strati e quelle degli strati superiori.

Il clima è pertanto di tipo continentale, ovvero caratterizzato da inverni piuttosto rigidi ed estati calde, l'umidità relativa dell'aria è sempre piuttosto elevata. Le precipitazioni di norma sono poco frequenti e concentrate in primavera e in autunno. La ventilazione è scarsa in tutti i mesi dell'anno.

Gli aspetti climatici sono importanti perché influenzano in modo determinante le capacità dispersive dell'atmosfera, e quindi le condizioni di accumulo degli inquinanti, soprattutto in periodo invernale, ma anche la presenza di fenomeni fotochimici nel periodo estivo.

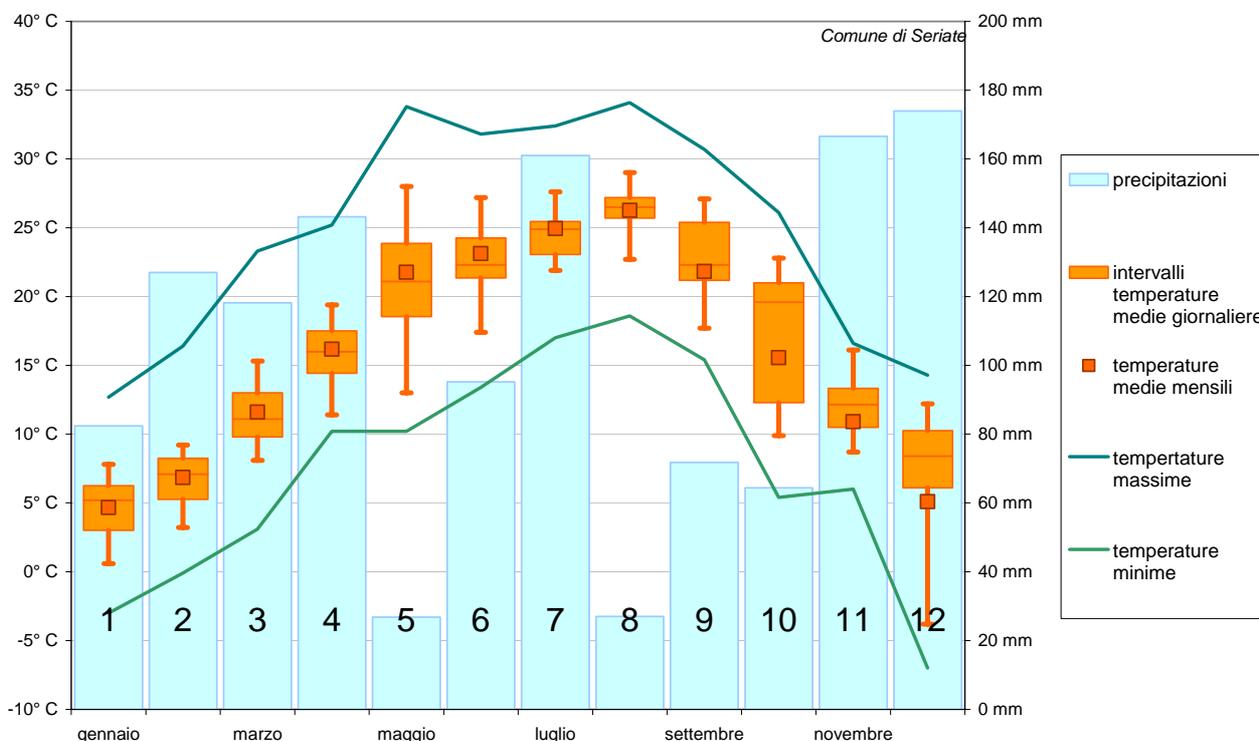
Durante l'inverno il fenomeno di accumulo degli inquinanti è più accentuato, a causa della scarsa circolazione di masse d'aria al suolo. La temperatura media è piuttosto bassa e l'umidità relativa è generalmente molto elevata. La presenza della nebbia è particolarmente accentuata durante i mesi più freddi. Lo strato d'aria fredda, che determina la nebbia, persiste spesso tutto il giorno nel cuore dell'inverno, ma di regola si assottiglia in modo evidente durante le ore pomeridiane.

---

<sup>1</sup> Le informazioni riportate in questa sezione sono tratte dal documento *Rapporto sulla qualità dell'aria di Bergamo e Provincia – Anno 2008* redatto a cura dell'Agenzia Regionale per la protezione dell'Ambiente della Lombardia (ARPA)

Non esistono misurazioni dirette dei principali parametri meteorologici nel territorio di Seriate. Tuttavia è ragionevole assumere che l'andamento di tali parametri per Seriate si discosti di poco da quello registrato nella stazione di rilevazione dell'ARPA più vicina, cioè quella di Bergamo – Torre Boldone, che viene riportato nella sottostante Figura 2.1<sup>2,3</sup> su base mensile, limitatamente a temperature medie, minime e massime e ammontare delle precipitazioni.

Figura 2.1. Precipitazioni e temperature mensili nel 2009



Le precipitazioni più abbondanti si sono registrate nel periodo invernale (mese di dicembre) mentre nel periodo estivo nel mese di luglio; il minimo annuale si è riscontrato nel mese di maggio. Il mese più caldo è risultato quello di agosto, con una temperatura massima di 34,1° C, e quello più freddo dicembre, con una temperatura minima di -7,0° C.

<sup>2</sup> Fonte: Elaborazione personale su dati dell'ARPA disponibili alla pagina web <http://ita.arpalombardia.it/ITA/servizi/servizi1.asp>.

<sup>3</sup> I primi grafici riportati nel presente capitolo usano una variante semplificata della forma di rappresentazione detta box-plot (si leggano le pagine <http://it.wikipedia.org/wiki/Box-plot> e [http://en.wikipedia.org/wiki/Box\\_plot](http://en.wikipedia.org/wiki/Box_plot)). Nella versione adottata in queste pagine l'intervallo di variazione dei dati (cioè l'intervallo compreso tra il valore più piccolo e quello più grande) viene ripartito in quattro sezioni. Le due sezioni esterne sono indicate da aste, dette anche *baffi*, contenenti ciascuna quel 25% delle osservazioni più vicine al minimo e al massimo, mentre le due sezioni interne, rappresentate da due rettangoli sovrapposti, formano una *scatola* contenente il restante 50% delle osservazioni intermedie e divisa da una linea posta in corrispondenza del valore mediano delle osservazioni. Il box-plot offre una descrizione sintetica della distribuzione dei dati intorno al loro valore centrale molto più informativa della semplice indicazione della media aritmetica il cui valore peraltro può essere pesantemente influenzato dalle osservazioni estreme.

## L'inquinamento atmosferico<sup>4</sup>

L'ARPA effettua un costante controllo della qualità dell'aria attraverso le stazioni distribuite sul territorio provinciale. Gli inquinanti sottoposti a monitoraggio sono: il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, il monossido di carbonio, l'ozono, il particolato atmosferico e gli idrocarburi non metanici, le cui le principali sorgenti di emissione sono elencate nella seguente Tavola 2.2. Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla sezione finale del presente capitolo.

**Tavola 2.2. Principali inquinanti e sorgenti emissive**

Inquinanti	Principali sorgenti di emissione
Biossido di Zolfo (SO <sub>2</sub> )	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili)
Biossido di Azoto (NO <sub>2</sub> )	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici)
Monossido di Carbonio (CO)	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono (O <sub>3</sub> )	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Particolato Fine e Iperfine (PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub> )	Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 10 (fine) e 2.5 (iperfine) µm, provenienti principalmente da processi di combustione e risollevarimento.
Idrocarburi non Metanici (IPA, Benzene)	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio), evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali

Nel territorio di Seriate è presente una stazione di misurazione fissa dell'ARPA per il monitoraggio continuo degli ossidi di azoto, del monossido di carbonio e del particolato PM<sub>2,5</sub>.

Dal 1° gennaio 2007 anche presso la Stazione fissa della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria di **Seriate** dell'ARPA Lombardia, è stata effettuata la campagna di monitoraggio del il BTEX (benzene, toluene, etilbenzene, xilene) con campionamento attivo, proseguito fino a fine 2009.

Il sito di Seriate è definito come Stazione di background urbano, non direttamente interessata da intenso traffico e situata in zona ad elevata densità abitativa.

Nel 2009 non sono state effettuate campagne di misura con centralina mobile.

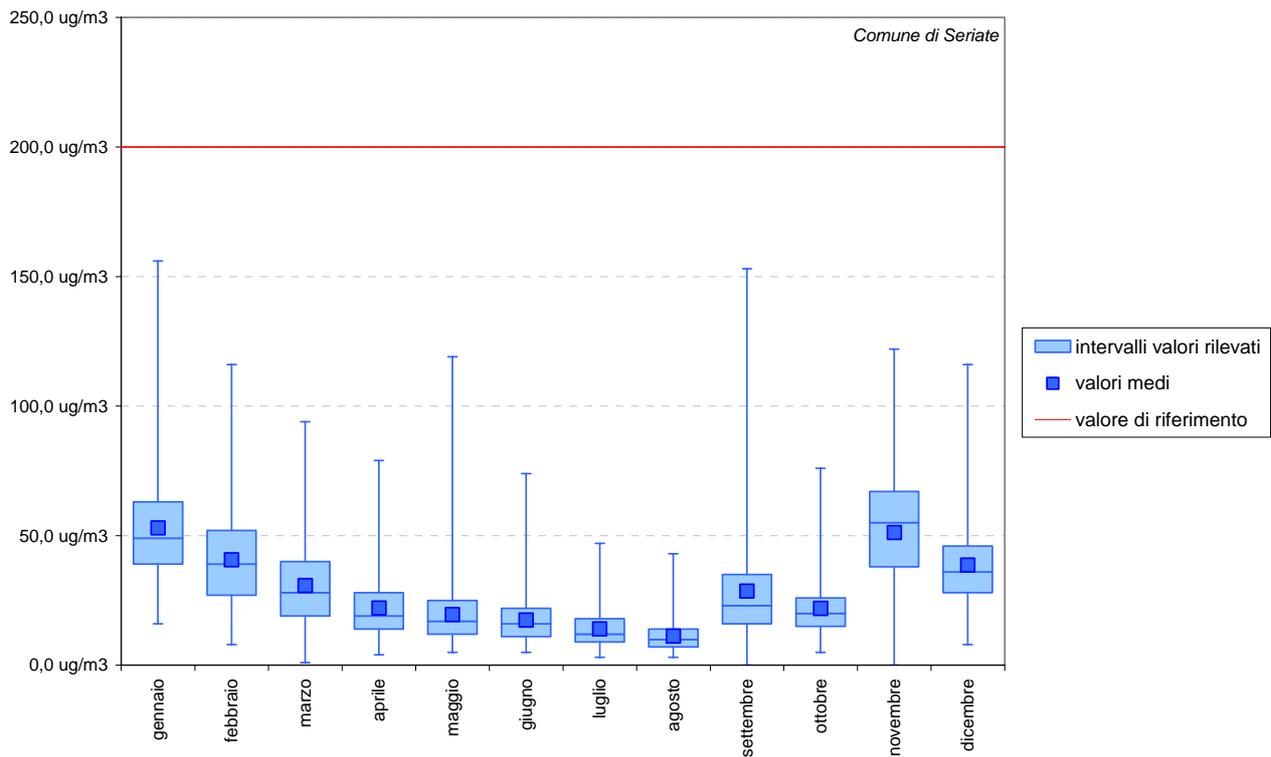
Nei grafici delle Figure 2.3, 2.4 e 2.5 è mostrato l'andamento mensile della concentrazione degli agenti monitorati dalla stazione fissa<sup>5</sup>.

I grafici in Figura 2.3 e Figura 2.4 riportano anche i livelli di riferimento fissati per legge, per il commento dei quali si rimanda nuovamente alla sezione finale del presente capitolo.

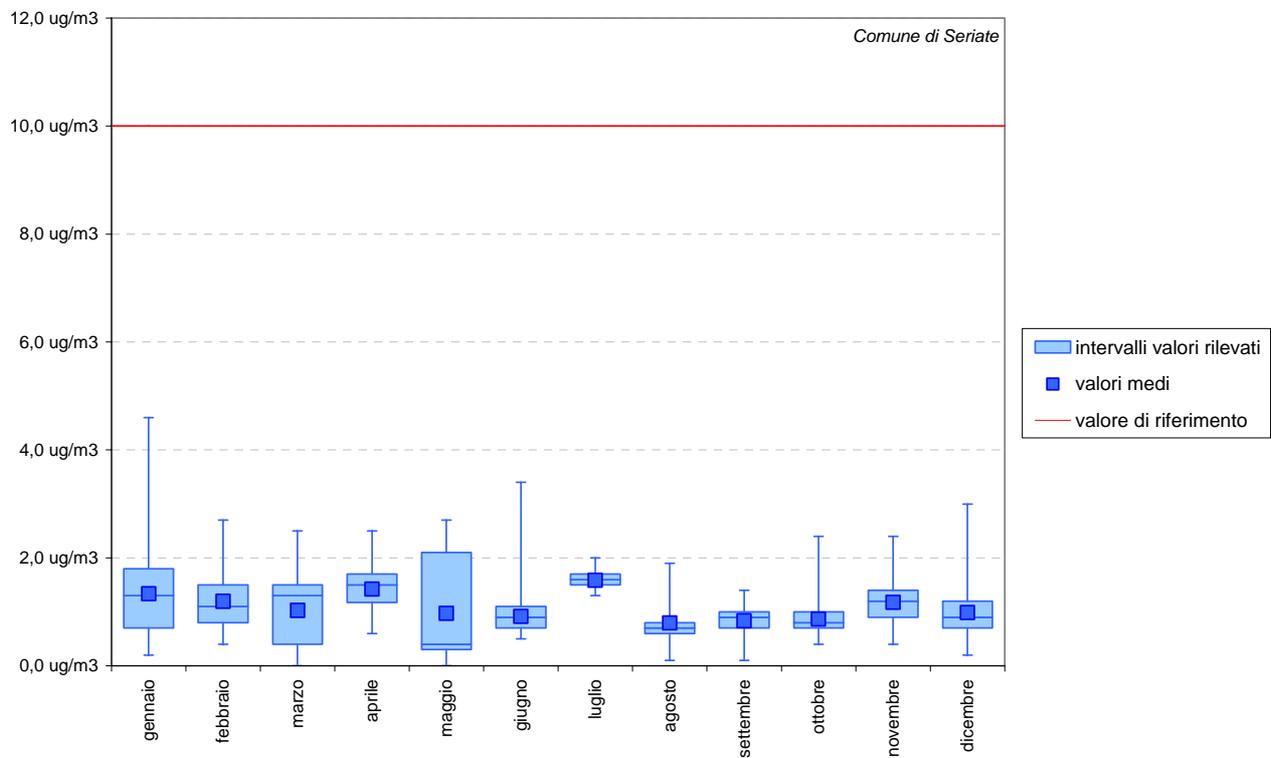
<sup>4</sup> Le informazioni e i dati riportati in questa sezione sono tratti dal documento *Rapporto sulla qualità dell'aria di Bergamo e Provincia – Anno 2008*.

<sup>5</sup> Fonte: Elaborazione personale su dati dell'ARPA disponibili alla pagina web <http://ita.arpalombardia.it/ITA/servizi/servizi1.asp>.

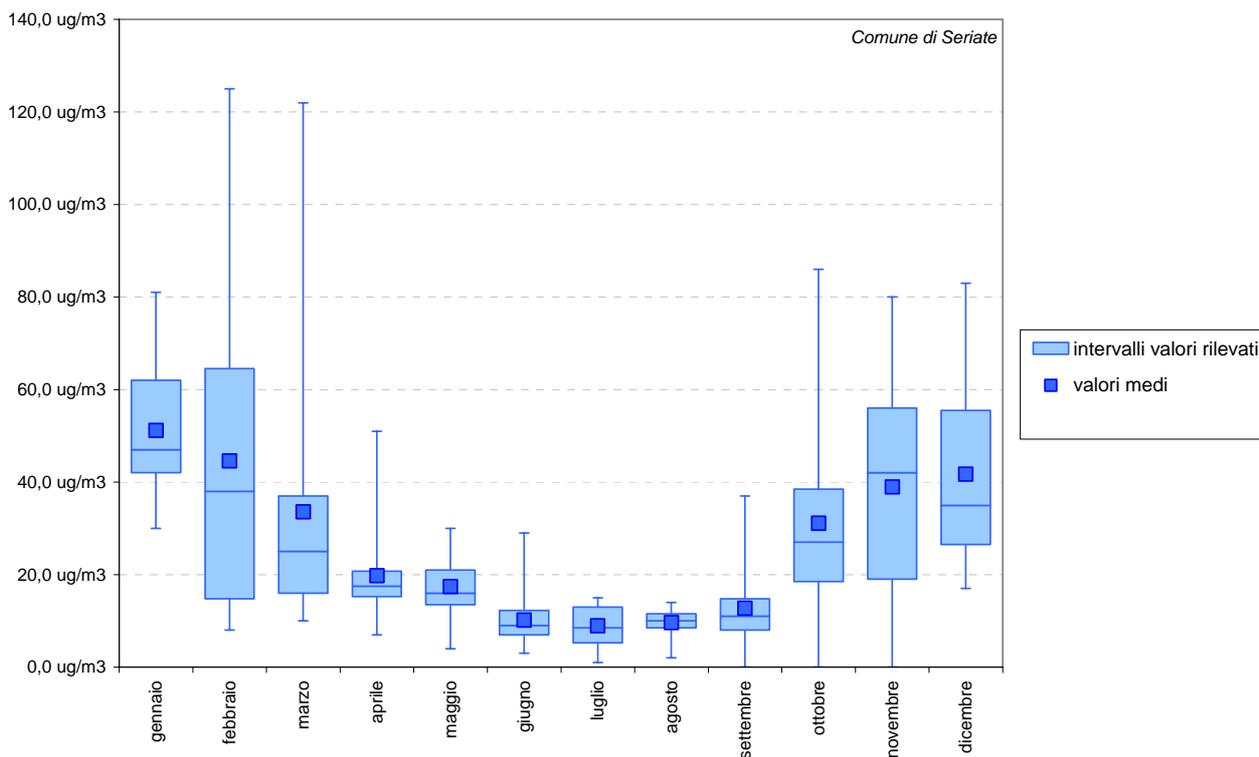
**Figura 2.3. Distribuzione mensile della concentrazione di Biossido di Azoto nel 2009**



**Figura 2.4. Distribuzione mensile della concentrazione di Monossido di carbonio nel 2009**



**Figura 2.5. Distribuzione mensile della concentrazione di Particolato PM<sub>2,5</sub> nel 2009**



La pubblicazione dei dati ARPA per tutte le stazioni fisse e mobili permette anche di confrontare la situazione di Seriate con quella di altri Comuni della provincia, e di individuare i casi in cui sono stati registrati valori superiori ai limiti di legge. A questo proposito si veda la Tavola 2.6 i cui valori sono aggiornati per quanto possibile.

Tavola 2.6. Principali indicatori sugli inquinanti atmosferici monitorati dall'ARPA nei diversi Comuni della provincia di Bergamo nel 2009

Comune/Stazione	Biossido di Zolfo $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Biossido di Azoto $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Monossido di Carbonio $\text{mg}/\text{m}^3$	Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Media annua	Max media giornaliera	98° percentile (200)	Media annuale (46)	Max media 8 ore (10)	Media periodo	Max media mensile (6)
<b>Seriate</b>	-	-	<b>96</b>	<b>38</b>	<b>3,7</b>	<b>2,7</b>	<b>5,5</b>
Bergamo Garibaldi	8	-	128	54	3,3		
Bergamo Goisis	-	-	96	34	2,4		
Bergamo Meucci	-	-	97	38	3,5		
Calusco	6	-	114	28	1,8		
Ciserano	-	-	69	34	4,5		
Costa Volpino	-	-	62	23	3,5		
Dalmine*	-	-	(144)	(72)	(3,4)		
Filago	7	-	71	22	=		
Lallio	5	-	90	35	=		
Osio Sotto	-	-	82	33	=		
Ponte San Pietro	-	-	92	33	3,1		
Tavernola	6	-	96	37	=		
Treviglio	8	-	122	54	4,0		
Villa di Serio**	-	-	(69)	(35)	(2,9)		

Note: Tra parentesi nelle righe di intestazione: soglie critiche stabilite dalla normativa, quando applicabili.

\* La stazione di Dalmine è in fase di rilocazione

\*\* La stazione di Villa di Serio è stata installata il 10/10/08

( ) Rendimento strumentale inferiore al 75%

Su fondo celeste: dati riferiti al periodo 2009.

Su fondo giallo: valori oltre le soglie critiche stabilite dalla normativa.

In generale l'andamento degli inquinanti  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{PM}_{10}$ , e  $\text{PM}_{2.5}$ , presenta una forte stagionalità, con picchi centrati sui mesi autunnali ed invernali quando il ristagno atmosferico causa un progressivo accumulo degli inquinanti emessi dal traffico autoveicolare e dagli impianti di riscaldamento, come evidenziato dai grafici riportati.

L' $\text{O}_3$ , tipico inquinante fotochimico, presenta invece un trend con un picco centrato sui mesi estivi, quando si verificano le condizioni di maggiore insolazione e di più elevata temperatura, che ne favorisce la formazione fotochimica.

Rispetto alla normativa vigente, la situazione di Seriate appare più che accettabile per il  $\text{CO}$  e un po' più critica invece per il  $\text{NO}_2$ ; con una media annuale di  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a fronte di un limite di  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dal 2010).

Per quanto riguarda il benzene ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), pur registrandosi nel 2009 valori inferiori ai limiti consentiti, i risultati confermano che l'andamento delle concentrazioni dell'inquinante (insieme agli altri idrocarburi che costituiscono il BTEXn ovvero benzene, toluene, etilbenzene, xilene) sia maggiore nei mesi da novembre a marzo e diminuiscano nel periodo più caldo, da aprile a ottobre. Il fatto che le concentrazioni dei BTEX siano maggiori nel periodo invernale è da ricondursi essenzialmente alle particolari condizioni ambientali tipiche della pianura padana (inversione termica). Arpa evidenzia inoltre il particolare rapporto tra la concentrazione del toluene e quella del benzene; tale rapporto, contrariamente a quanto ci si potrebbe aspettare, a causa della maggiore reattività fotochimica del toluene rispetto al benzene nel periodo estivo, diminuisce nel periodo invernale e aumenta nel periodo estivo. Una possibile causa di questa situazione potrebbe essere data dalla presenza nel 2009 di un cantiere in prossimità della stazione di monitoraggio (quindi veicoli funzionanti a diesel, combustibile con minore concentrazione di benzene).

Per quanto riguarda il particolato, la serie annuale del  $\text{PM}_{2.5}$  (un sottoinsieme del  $\text{PM}_{10}$ ) registra il suo massimo nei mesi invernali che evidenziano tuttavia anche una forte variabilità; è probabile che la situazione complessiva sia peggiore di quella circoscritta al periodo di monitoraggio estivo.

Secondo l'ARPA gli episodi di criticità rilevati per il  $\text{PM}_{10}$  non sono generalmente specifici ma interessano una vasta area della Pianura Padana. In particolare l'accumulo delle polveri fini nei bassi strati atmosferici durante la stagione fredda, e il conseguente superamento del valore limite normativo, è modulato principalmente dalle condizioni climatiche che si instaurano sulla pianura lombarda in inverno, oltre alle caratteristiche geografiche della regione. Durante le fasi di stabilità atmosferica le calme di vento e il raffreddamento radiativo del suolo determinano una diminuzione delle capacità dispersive dell'atmosfera, favorendo l'accumulo dei inquinanti al suolo.

Circa il trend degli ultimi anni, l'ARPA rileva in generale una lieve tendenza al miglioramento della qualità dell'aria, almeno per gli inquinanti primari. In generale si è riscontrato una tendenza alla diminuzione per le concentrazioni dei tipici inquinanti da traffico, come il  $\text{CO}$  e l' $\text{NO}_2$ , mentre gli inquinanti che non fanno riscontrare netti miglioramenti sono il  $\text{PM}_{10}$  e l' $\text{O}_3$ , che diventano così i principali responsabili dei numerosi episodi di superamento dei limiti di legge, sia nei mesi invernali,  $\text{PM}_{10}$ , sia nella stagione calda,  $\text{O}_3$ .

## La raccolta dei rifiuti<sup>6</sup>

Nel 2009 la produzione totale di rifiuti nel Comune di Seriate è stata di circa 11.373,392 tonnellate, equivalenti a una produzione di 1,305 kg di rifiuti giornalieri per abitante.

La percentuale di rifiuti gestiti in regime di raccolta differenziata si attesta intorno al 57,9%; i dati inseriti tuttavia sono provvisori e saranno verificati ed eventualmente corretti quando saranno validati e pubblicati quelli dell'Osservatorio Rifiuti della Provincia di Bergamo. Il confronto tra le percentuali di raccolta indifferenziata e differenziata di Seriate rispetto alla Provincia di Bergamo è quindi riferito ancora al 2008 (evidenziato in giallo).

**Tavola 2.7. Raccolta indifferenziata e differenziata nel 2009: confronto tra Seriate e Provincia**

Tipo raccolta dei rifiuti	Seriate		Provincia	
	% sul totale	quantità media giornaliera per abitante (kg)	% sul totale	quantità media giornaliera per abitante (kg)
Raccolta differenziata	57,9%	0,76	54,0%	0,67
Raccolta indifferenziata	42,1%	0,54	46,0%	0,57
<b>Totale</b>	<b>100,0%</b>	<b>1,305</b>	<b>100,0%</b>	<b>1,235</b>

<sup>6</sup> I dati provinciali riportati in questa sezione verranno tratti dal documento della Provincia di Bergamo (quando l'Osservatorio li avrà validati): <http://www.provincia.bergamo.it/provpor/docs/relazione%202008.pdf> mentre quelli relativi al Comune di Seriate sono in parte stati estrapolati dal documento di Legambiente - Comuni ricicloni 2010 e in parte forniti dall'Ufficio Ambiente del Comune.

Il servizio di raccolta differenziata porta a porta è attivo per: carta e cartone, plastica, vetro e rifiuti organici. Nel Comune è inoltre presente un centro di raccolta differenziata ubicato in Via Lazzaretto 4, che occupa una superficie attrezzata di circa 2600 m<sup>2</sup>. Il centro è aperto per la raccolta di rifiuti non gestiti dalla raccolta porta a porta sia all'utenza punti di raccolta delle pile esauste domestica che, previa autorizzazione, a quella produttiva. Sono poi dislocati sul territorio comunale 14 contenitori destinati alla raccolta di farmaci scaduti (presso le farmacie e la Sede Comunale) e circa 21 contenitori per la raccolta delle pile esauste (presso scuole, esercizi commerciali, eccetera).

La seguente Tavola 2.8 riporta un prospetto riepilogativo delle diverse raccolte differenziate.

**Tavola 2.8. Elenco delle raccolte differenziate attive nel 2009**

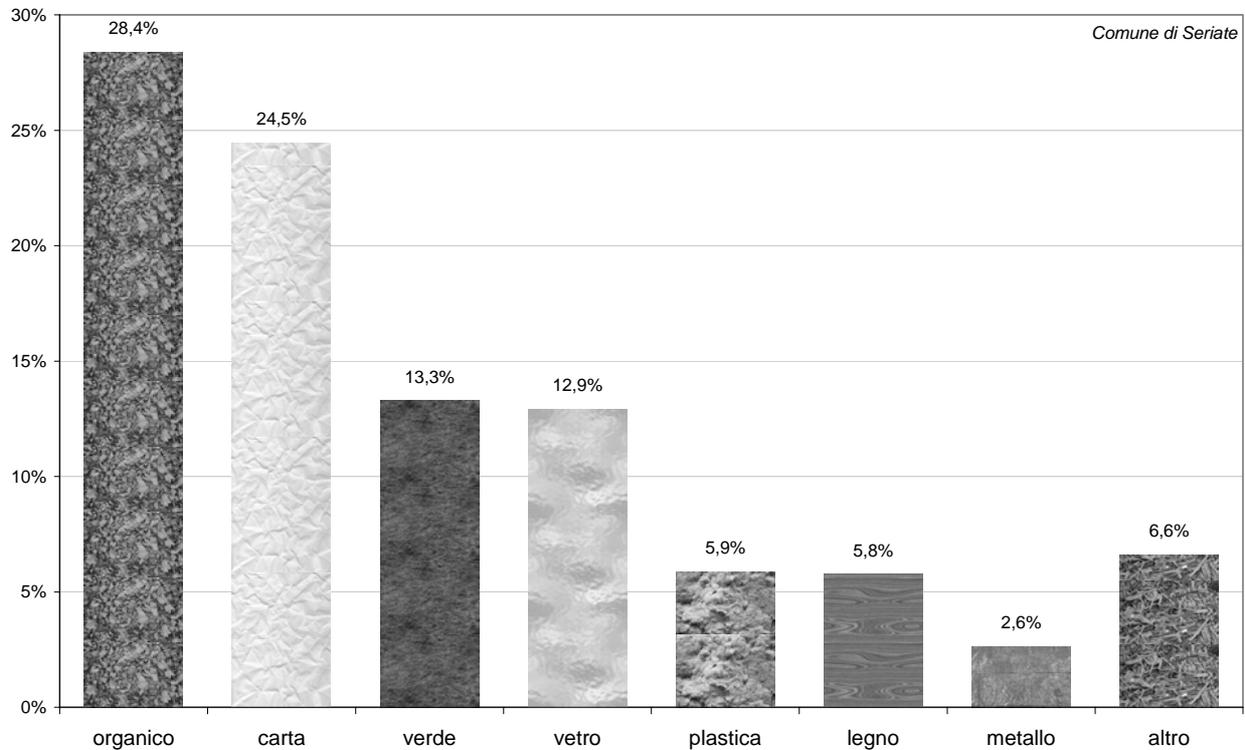
Tipo rifiuto	Tipo raccolta		
	porta a porta	sul territorio	presso centro di raccolta
Batterie e pile esauste		✓ (pile esauste)	✓
Metalli <sup>7</sup>	✓		✓
Carta e cartone	✓		✓
Plastica	✓		✓
Cartucce e toner per stampa			✓
Farmaci e medicinali		✓	✓
Legno			✓
Rifiuti da Apparecchi elettrici e elettronici			✓
Neon			✓
Rifiuti misti da costruzione e demolizione			✓
Rifiuti ingombranti <sup>8</sup>	✓		✓
Olii e grassi vegetali			✓
Abiti e prodotti tessili			✓
Oli e grassi minerali			✓
Organico	✓		✓
Verde			✓
Vetro <sup>7</sup>	✓		✓

<sup>7</sup> Vetro e barattolame in raccolta porta a porta multimateriale.

<sup>8</sup> Porta a porta solo su prenotazione

Il grafico della Figura 2.9 mostra invece la ripartizione delle quantità di rifiuti raccolti rispetto alle principali categorie di raccolta differenziata.

**Figura 2.9. Ripartizione per materiale delle quantità relative alla raccolta differenziata nel 2009**



Una citazione a parte merita la categoria di rifiuti derivanti da apparecchi elettrici ed elettronici (RAEE), per i quali la normativa<sup>9</sup> ha fissato l'obiettivo di 4 kg annuali per abitante, da raggiungersi nel 2008. I relativi dati sono presentati nella Tavola 2.10

**Tavola 2.10. Raccolta rifiuti di apparecchi elettrici ed elettronici (RAEE) nel 2009**

Tipo RAEE	Quantità raccolta (t)
Tubi fluorescenti ed altri rifiuti contenenti mercurio	0,808
Frigoriferi, congelatori e condizionatori contenenti clorofluorocarburi (CFC)	17,03
Televisori, monitor e computer + apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso, contenenti sostanze pericolose	35,57
Lavatrici, lavastoviglie, cavi, schede e componenti elettrici ed elettroniche,	29,57
Componenti elettronici (piccoli elettrodomestici) senza sostanze pericolose	12,61
<b>Totale</b>	<b>95,59</b>

Per Seriate si ottiene un valore pro-capite di 4,0035 kg/anno, con una diminuzione rispetto al valore dell'anno precedente.

Nel Comune inoltre è praticato anche il compostaggio domestico, una procedura per gestire in proprio la frazione organica dei rifiuti solidi urbani che produce una sostanza detta compost utilizzabile come fertilizzante su prati.

Nel 2009 i nuclei familiari praticanti il compostaggio domestico sono stati 100, con altrettanti composter, contenitori atti a favorire l'ossigenazione e a conservare il calore durante l'inverno e ad accelerare pertanto la produzione del compost, distribuiti in comodato d'uso.

<sup>9</sup> Articolo 6, Comma 1, del D.Lgs. 151 del 25 luglio 2005.

## Appendice: Note sugli inquinanti atmosferici

Gli agenti atmosferici inquinanti possono essere divisi, schematicamente, in due gruppi: gli inquinanti primari e quelli secondari. I primi vengono emessi nell'atmosfera direttamente da sorgenti di emissione antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera in seguito a reazioni chimiche che coinvolgono altre specie, primarie o secondarie. In particolare:

- **Il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>).** La sua presenza è da ricondursi alla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo. Dal 1970 ad oggi la tecnologia ha reso disponibili combustibili a basso tenore di zolfo, il cui utilizzo è stato imposto dalla normativa. Le concentrazioni di biossido di zolfo sono così rientrate nei limiti legislativi previsti. In particolare in questi ultimi anni grazie al passaggio al gas naturale le concentrazioni si sono ulteriormente ridotte.
- **Gli ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>).** Vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati. Nel caso del traffico autoveicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NO<sub>x</sub> aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione. All'emissione, gran parte degli ossidi di azoto è in forma di NO, con un rapporto NO/NO<sub>2</sub> decisamente a favore del primo. Si stima che il contenuto di NO<sub>2</sub> nelle emissioni sia tra il 5 e il 10% del totale degli ossidi di azoto.
- **Il monossido di carbonio (CO).** Ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di decelerazione e di traffico congestionato. Le sue concentrazioni sono strettamente legate ai flussi di traffico locali, e gli andamenti giornalieri rispecchiano quelli del traffico, raggiungendo i massimi valori in concomitanza delle ore di punta a inizio e fine giornata, soprattutto nei giorni feriali. Durante le ore centrali della giornata i valori tendono a calare, grazie anche ad una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera. In Lombardia, a partire dall'inizio degli anni '90 le concentrazioni di CO sono in calo, soprattutto grazie all'introduzione delle marmitte catalitiche sui veicoli e al miglioramento della tecnologia dei motori a combustione interna (introduzione di veicoli Euro 4).
- **L'ozono (O<sub>3</sub>).** È un inquinante secondario, che non ha sorgenti emissive dirette di rilievo. La sua formazione avviene in seguito a reazioni chimiche in atmosfera tra i suoi precursori (soprattutto ossidi di azoto e composti organici volatili), reazioni che avvengono in presenza di alte temperature e forte irraggiamento solare e che causano la formazione di un insieme di diversi composti, tra i quali, oltre all'ozono, si trovano nitrati e solfati (costituenti del particolato fine), perossiacetilnitrate (PAN), acido nitrico e altro ancora, che nell'insieme costituiscono il tipico inquinamento estivo detto smog fotochimico. A differenza degli inquinanti primari, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità dello stesso inquinante emesse dalle sorgenti presenti nell'area, la formazione di ozono è quindi più complessa. Le concentrazioni di ozono raggiungono i valori più elevati nelle ore pomeridiane delle giornate estive soleggiate. Inoltre, dato che l'ozono si forma durante il trasporto delle masse d'aria contenenti i suoi precursori, emessi soprattutto nelle aree urbane, le concentrazioni più alte si osservano soprattutto nelle zone extraurbane sottovento rispetto ai centri urbani principali. Nelle città, inoltre, la presenza di NO tende a far calare le concentrazioni di ozono, soprattutto in vicinanza di strade con alti volumi di traffico.
- **Il particolato atmosferico aerodisperso.** Si tratta di una miscela di particelle solide e liquide, di diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono essere di origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e di origine prevalentemente umana. Le principali sorgenti naturali sono erosione e risollevarimento del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si riconducono principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali). L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è chiamato PTS (Polveri Totali Sospese). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si possono distinguere una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). La prima corrisponde a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM<sub>10</sub>), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>).
- **Gli idrocarburi non metanici.** Il **benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)** è il più comune e largamente utilizzato degli idrocarburi non metanici. Viene sintetizzato a partire dal petrolio e utilizzato in svariati processi industriali come solvente, come antidetonante nella benzina e come materia prima per produrre plastiche, resine sintetiche e pesticidi. La maggior parte del benzene presente nell'aria deriva da combustione incompleta di combustibili fossili: le principali fonti di emissione sono il traffico veicolare (soprattutto da motori a benzina) e diversi processi di combustione industriale.

L'importanza della determinazione degli inquinanti atmosferici è conseguente all'influenza che tali sostanze hanno sulla salute degli esseri viventi e sull'ambiente in generale. Gli apparati più soggetti agli effetti delle sostanze immesse in atmosfera sono quelli deputati alla respirazione, negli uomini e negli animali, e alla fotosintesi nelle piante. Tuttavia la valutazione degli effetti sull'ambiente e sulla salute è complessa e articolata, perché dipende dalla loro concentrazione atmosferica, dal tempo di permanenze, dalle loro caratteristiche fisico-chimiche e dalla presenza di altre sostanze. L'effetto dell'esposizione può manifestarsi anche con diversi anni di ritardo, portando alla diffusione di patologie raramente caratterizzate da improvvisi caratteri epidemici. Va osservato che il benzene è stato inserito dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro tra le sostanze per le quali vi è una sufficiente evidenza di cancerogenicità per l'uomo.

Per i principali inquinanti atmosferici, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente, la normativa stabilisce quindi limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi.

La Tavola 2.11 presenta i dati di sintesi delle misurazioni della concentrazione per i singoli inquinanti a Seriate negli anni 2007 e 2008 in rapporto anche ai limiti stabiliti per legge, ove applicabili.

**Tavola 2.11. Dati di sintesi relativi agli agenti inquinanti monitorati dall'ARPA a Seriate nel 2009 e confronto con i limiti stabiliti dalla legge**

Inquinante / Tipo parametro	Parametro	Valore limite	Valore osservato	Normativa di riferimento
<b>Biossido di Zolfo</b>				
Valore limite per la protezione della salute umana	Numero di volte nell'anno in cui viene registrata una media giornaliera delle misurazioni maggiore di 125 µg/m <sup>3</sup>	3	0*	D.M. n.60 del 2/4/02
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Media annuale	20 µg/m <sup>3</sup>	4* µg/m <sup>3</sup>	D.M. n.60 del 2/4/02
Valore di sintesi	Media giornaliera	--	--	
<b>Biossido di Azoto</b>				
Standard di qualità	98° percentile delle misurazioni nell'anno	200 µg/m <sup>3</sup>	<b>96 µg/m<sup>3</sup></b>	D.P.R. 203/88
Valore limite per la protezione della salute umana [A]	Numero di volte nell'anno in cui viene registrata una misurazione superiore a 230 (200) µg/m <sup>3</sup>	18	0	D.M. n.60 del 2/4/02
Valore limite per la protezione della salute umana [B]	Media annuale	46 (40) µg/m <sup>3</sup>	<b>38 µg/m<sup>3</sup></b>	D.M. n.60 del 2/4/02
<b>Monossido di Carbonio</b>				
Valore limite protezione salute umana	Massimo della media delle misurazioni di 8 ore consecutive	10 mg/m <sup>3</sup>	<b>3,7 mg/m<sup>3</sup></b>	D.M. n.60 del 2/4/02
Valore di sintesi	Media annuale	--	<b>1,0 mg/m<sup>3</sup></b>	
<b>Ozono</b>				
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	Massimo della media delle misurazioni di 8 ore consecutive	120 µg/m <sup>3</sup>	110* µg/m <sup>3</sup>	D.L.vo n. 183 21/5/04
Soglie di informazione e di allarme	Massimo delle misurazioni orarie nell'anno	180 µg/m <sup>3</sup> 240 µg /m <sup>3</sup>	167* µg/m <sup>3</sup>	D.L.vo n. 183 21/5/04
<b>Particolato Fine PM<sub>10</sub></b>				
Valore limite protezione salute umana	Numero di volte nell'anno in cui la media giornaliera supera il valore di 50 µg/m <sup>3</sup>	35	1*	D.M. n.60 del 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>	36* µg/m <sup>3</sup>	D.M. n.60 del 2/4/02
<b>Benzene</b>				
Valore obiettivo	Media annuale	8 (5) µg/m <sup>3</sup>	0,8* µg/m <sup>3</sup>	D.M. n.60 del 2/4/02

Note:

- I valori tra parentesi tonde indicano i limiti che entreranno in vigore il 1 gennaio 2010, mentre, ai sensi dell'art. 4 del D.Lgs. n. 351 del 4 agosto 1999, del DM n. 60 del 2 aprile 2002, con il recepimento delle direttive comunitarie 1999/30/CE e 2000/69/CE, i limiti attuali applicano un margine di tolleranza.
- Gli asterischi in ultima colonna si riferiscono a misurazioni effettuate dalla stazione mobile e ricordano che esiste una sfasatura tra la definizione del periodo di riferimento dell'indicatore e il periodo di effettivo computo dello stesso (14 agosto - 12 settembre 2007). Nel 2008 non è stata effettuata alcuna campagna mobile.

- Attualmente la legislazione europea e nazionale ha definito valori limite sulle concentrazioni giornaliere e sulle medie annuali per il solo  $PM_{10}$ , mentre per il  $PM_{2.5}$  la Comunità Europea in collaborazione con gli enti nazionali sta effettuando le necessarie valutazioni.

