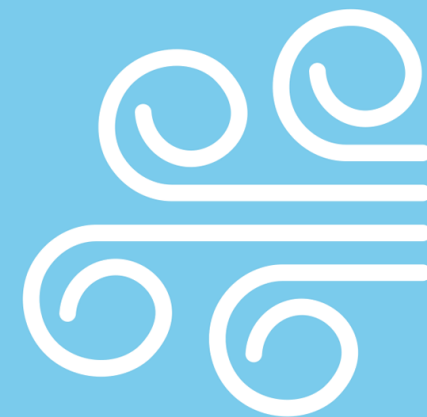


Specie chimiche nel particolato ($PM_{2.5}$) in atmosfera



Aria



Semestre autunno-inverno 2018-2019
(1 ottobre 2018 - 31 marzo 2019)

Specie chimiche nel particolato (PM_{2.5}) in atmosfera

Bologna, Parma, Rimini, Molinella (BO)

**Semestre autunno-inverno 2018-2019
(1 ottobre 2018 - 31 marzo 2019)**

I risultati del monitoraggio e delle analisi di laboratorio

Gruppo di lavoro in Arpae:

Direzione tecnica – Centro tematico regionale Aree Urbane: Dimitri Bacco, Silvia Ferrari, Claudio Maccone, Vanes Poluzzi, Fabiana Scotto, Arianna Trentini

Area prevenzione ambientale Ovest – Parma: Fiorella Achilli, Teresa Concari, Giancarlo Pinto, Claudia Pironi, Maurizio Poli, Beatrice Zani

Area prevenzione ambientale Metropolitana – Bologna: Andrea Aldrovandi, Luca Malaguti, Andrea Mecati, Marco Trepiccioni, Pamela Ugolini, Cristina Volta

Area prevenzione ambientale Est – Rimini: Federica Bernardi, Daniele Foscoli, Patrizia Luciali, Cinzia Para, Marco Zamagni

Laboratorio multisito – Sede di Ravenna: Michela Comandini, Marilena Montalti, Ivan Scaroni, Davide Verna, Claudia Zigola

Staff Comunicazione e informazione – Direzione generale: Adele Ballarini, Stefano Folli

Indice

| | |
|--|----|
| Premessa | 3 |
| 1. Le specie chimiche in studio | 4 |
| 2. Le specie chimiche nel PM _{2.5} a Bologna | 6 |
| 3. Le specie chimiche nel PM _{2.5} a Parma | 10 |
| 4. Le specie chimiche nel PM _{2.5} a Rimini | 14 |
| 5. Le specie chimiche nel PM _{2.5} a Molinella (BO) | 18 |
| 6. Conclusioni | 22 |

Premessa

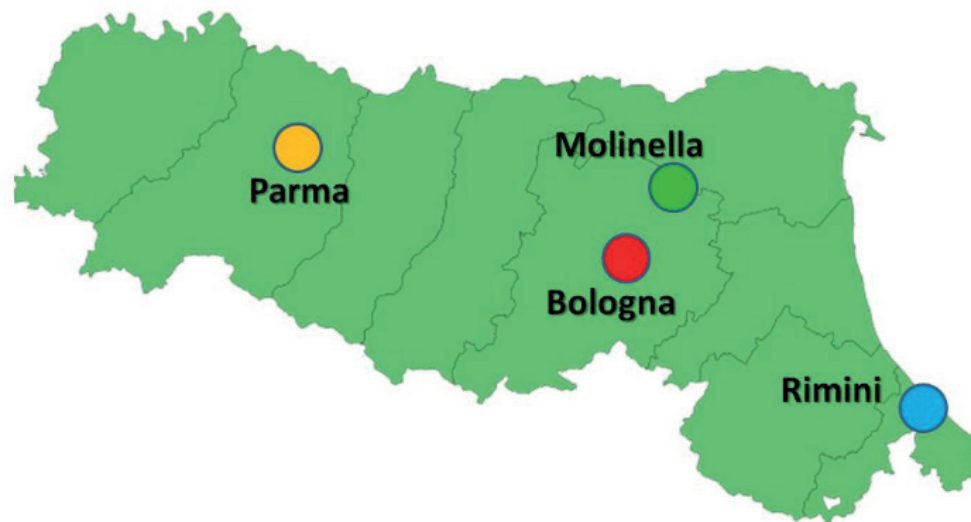
Approfondire la conoscenza delle proprietà degli inquinanti atmosferici e dei loro impatti sull'ambiente e sulla salute è uno dei compiti fondamentali dell'Agenzia regionale prevenzione, ambiente ed energia (Arpae), soprattutto considerando che i valori misurati nelle diverse stazioni di monitoraggio possono risultare al di fuori dei limiti normativi, specialmente per ciò che riguarda il particolato atmosferico, gli ossidi di azoto e l'ozono.

Di conseguenza, negli ultimi anni in regione Emilia-Romagna è emerso l'interesse a indagare nel dettaglio la frazione delle polveri con diametro inferiore a 2,5 µm (PM_{2,5}), con l'obiettivo di studiare da cosa è composto quello che viene definito genericamente "particolato fine" e di cui normalmente viene espresso solo il valore di massa (per esempio relativamente al rispetto dei limiti di legge). Ciò può permettere di capirne meglio gli effetti sulla salute e sull'ambiente e la provenienza dalle diverse sorgenti, a supporto delle politiche per la salute e tutela dell'ambiente.

In questo report vengono brevemente riassunte misure non convenzionali, che possono indicarci da cosa è composto il particolato che conosciamo comunemente come PM_{2,5}.

In particolare, vengono riportate le concentrazioni dei principali costituenti del PM_{2,5}: carbonio organico ed elementare, ammonio, nitrato, solfato e levoglucosano. Quest'ultimo, pur non avendo una grande importanza in termini di massa, risulta estremamente interessante per la sua proprietà di essere un tracciante della combustione della legna.

Le misure provengono da quattro stazioni di monitoraggio gestite da Arpae, posizionate in quattro località della regione che ne vogliono rappresentare le diverse tipologie di *background* urbano: Bologna (via Gobetti), Parma (Cittadella) - area occidentale e Rimini (Marecchia) - area orientale/costiera. A questi tre si aggiunge Molinella (BO) come area rurale.



Stazioni di monitoraggio considerate

1. Le specie chimiche in studio

1.1. Le specie chimiche

Le specie chimiche che sono studiate nel presente report sono le seguenti:

Carbonio organico (OC): con questo termine si intende la quantità di carbonio presente nel PM che concorre a formare le cosiddette specie organiche legandosi chimicamente con altri atomi di carbonio o di idrogeno, ossigeno, zolfo, azoto, fosforo, cloro o altro. È l'insieme di sostanze primarie, emesse direttamente sia da sorgenti antropiche che naturali, e di sostanze secondarie, cioè formatasi in atmosfera per ossidazione, condensazione o, più in generale, trasformazione di composti pre-esistenti o precursori gassosi.

Carbonio elementare (EC): può essere definito come una sostanza contenente solo atomi di carbonio, non legati ad altri elementi (soot, fuliggine): è essenzialmente un inquinante primario, emesso cioè direttamente dalla sorgente tal quale, come conseguenza di una combustione incompleta (indipendentemente dal combustibile che può essere biomassa o fossile o altro).

Ammonio (NH₄⁺): è uno ione di carica positiva. È un inquinante secondario, che si genera quindi in atmosfera a seguito della trasformazione chimica di un inquinante primario gassoso, principalmente l'ammoniaca (NH₃), che deriva in massima parte dalle attività agricole e zootecniche.

Solfato (SO₄²⁻): è uno ione con carica negativa generalmente diffuso omogeneamente nello spazio e nelle stagioni, infatti è spesso considerato legato a un fondo sovraregionale. Questo inquinante può avere origine sia naturale che antropica. Le fonti naturali sono principalmente le eruzioni vulcaniche e il mare, mentre l'origine antropica deriva dalla combustione negli impianti domestici oppure nelle centrali termoelettriche.

Nitrato (NO₃⁻): è uno ione con carica negativa. È un inquinante secondario, prodotto in atmosfera dagli ossidi di azoto (NO, NO₂, altro) che vengono emessi da sorgenti antropiche soprattutto legate a processi di combustione (ad es. traffico, combustione di legna, riscaldamento domestico, industria). È tra i più importanti componenti secondari che caratterizzano il PM_{2,5} in inverno.

Levoglicosano: è un anidro-zucchero, cioè uno zucchero che ha perso una molecola d'acqua e deriva dalla combustione incompleta della cellulosa che costituisce la legna. Il suo interesse deriva dal fatto che viene emesso praticamente solo dalla combustione di legna e pertanto ne costituisce un tracciante esclusivo (detto anche "marker"). La combustione di legna produce inquinanti diversi, sia come gas sia come particolato, il levoglicosano è solo un particolare componente minoritario emesso dalla legna: il suo peso in massa non è dunque di per sé indicativo dell'inquinamento prodotto da questa sorgente emissiva, ma ci permette di riconoscerne l'andamento del tempo e nello spazio. Per poter quantificare l'apporto complessivo della combustione della legna alla massa del PM servono studi *ad hoc*.

1.2. Note metodologiche nei calcoli

- Per gli inquinanti sopra descritti, è importante sottolineare che nella trattazione di questo report i campioni che descrivono la stazione Arpae situata a Bologna (via Gobetti) sono analizzati quotidianamente. I campioni che descrivono invece le altre tre stazioni (Molinella, Parma, Rimini) vengono analizzati circa un giorno su tre.
- La ricostruzione della massa del PM_{2.5} in base alla concentrazione delle specie riportate nel capitolo precedente non porta a un valore del 100%: rimane infatti una frazione non determinata la cui importanza può variare mediamente dal 10% al 30% della massa del PM_{2.5}. Essa contiene sostanzialmente ossigeno ed idrogeno che non vengono misurati nelle analisi e che possono essere legati ai metalli (come ossidi che possono comporre il materiale cristallino), al carbonio organico (per formare le specie organiche molto numerose e varie nel PM) o possono reagire tra loro per formare l'acqua.
- Al fine del calcolo delle medie, nei giorni in cui le specie analizzate avevano concentrazioni inferiori al limite di certificazione del laboratorio sono state approssimate essere pari a metà di suddetto limite.

I valori degli inquinanti riportati in questo report sono medie semestrali, calcolate cioè nel periodo dei sei mesi primaverili ed estivi. Non è perciò possibile confrontare tali valori con le richieste della normativa, che impongono dei limiti da calcolarsi come medie annuali.

2. Le specie chimiche nel PM_{2.5} a Bologna

2.1. Il PM_{2.5} nei sei mesi e i dati disponibili della composizione chimica

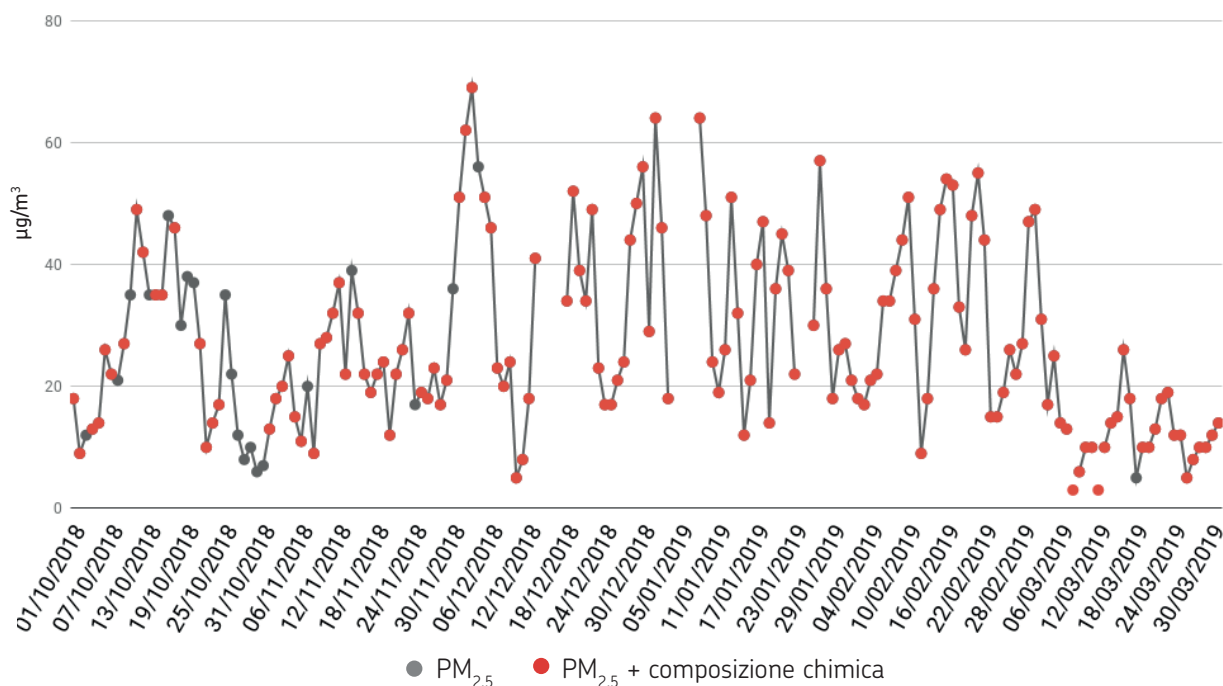
I dati analizzati in questo Report provengono dai calcoli relativi ai campioni di PM_{2.5} disponibili: infatti non per tutti i giorni in cui è disponibile il valore del PM_{2.5} ne è stata analizzata la composizione chimica.

Pertanto, le medie e i vari calcoli matematici sono stati realizzati tenendo conto dei soli dati in cui erano disponibili i risultati delle analisi chimiche del PM_{2.5}.

Nel grafico di seguito è rappresentato l'andamento del PM_{2.5} giornaliero nei 6 mesi nella stazione di Bologna Gobetti (pallini in grigio). In rosso sono visualizzati i giorni nei quali è stata anche effettuata l'analisi della composizione chimica.

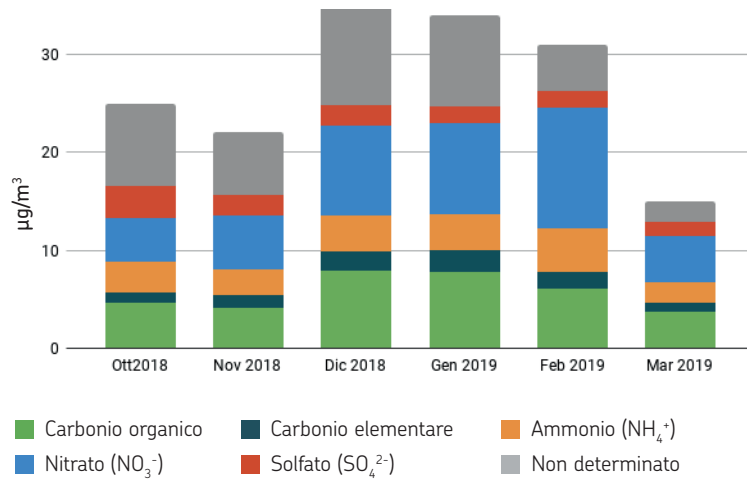
I giorni in cui sono state eseguite le analisi in laboratorio della composizione chimica sono stati scelti precedentemente al campionamento, per poter rappresentare in modo omogeneo i giorni della settimana e l'alternanza dei giorni feriali e festivi (a meno di malfunzionamenti strumentali).

PM_{2.5} nella stazione Bologna Gobetti, ottobre 2018 - marzo 2019

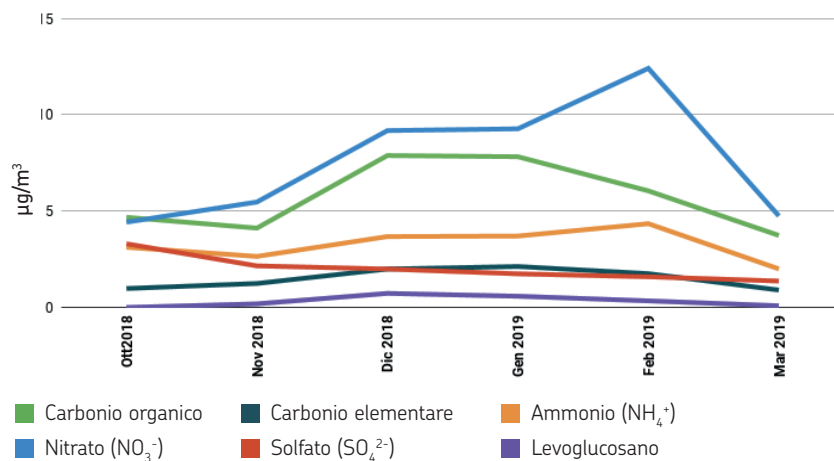


2.2. Gli andamenti nei sei mesi a Bologna

Andamento delle specie in esame nella stazione Bologna Gobetti, ottobre 2018 - marzo 2019

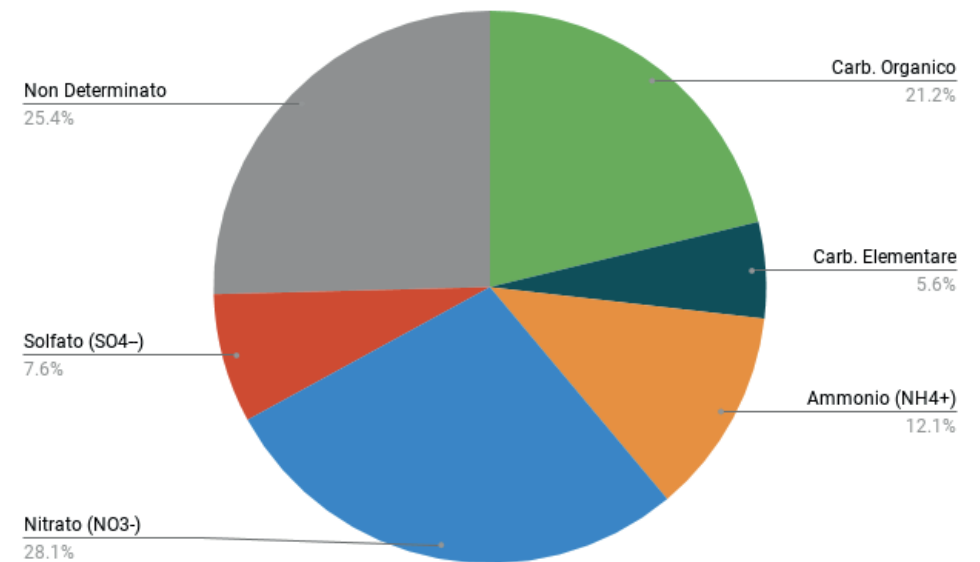


Andamento delle specie in esame nella stazione Bologna Gobetti, ottobre 2018 - marzo 2019



2.3. Apporto percentuale delle principali specie chimiche al PM_{2.5}

Percentuale delle specie in esame sul totale del PM_{2.5} nella stazione Bologna Gobetti, ottobre 2018 - marzo 2019



2.4. Il levoglucosano nei sei mesi a Bologna (e confronto con anni precedenti)

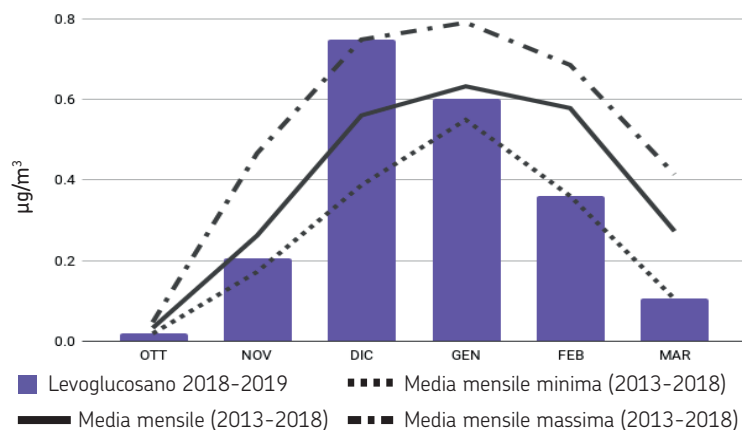
Il grafico visualizzato di seguito presenta un confronto fra i dati dell'inquinante rilevati nel semestre ottobre 2018-marzo 2019 e i dati mensili degli anni compresi fra il 2013 e il 2018.

In particolare sono visualizzati:

- con gli istogrammi colorati, il dato dell'inquinante del semestre ottobre 2018-marzo 2019;
- con la linea "punto-trattino", la "Media mensile massima", cioè il valore massimo fra le medie calcolate per quel mese, nel periodo temporale dal 2013 al 2018;
- con la linea punteggiata la "Media mensile minima", cioè il valore minimo fra le medie calcolate per quel mese, nel periodo temporale dal 2013 al 2018;
- con la linea continua, la "Media mensile", cioè il valore medio fra le medie calcolate per quel mese, nel periodo temporale dal 2013 al 2018.

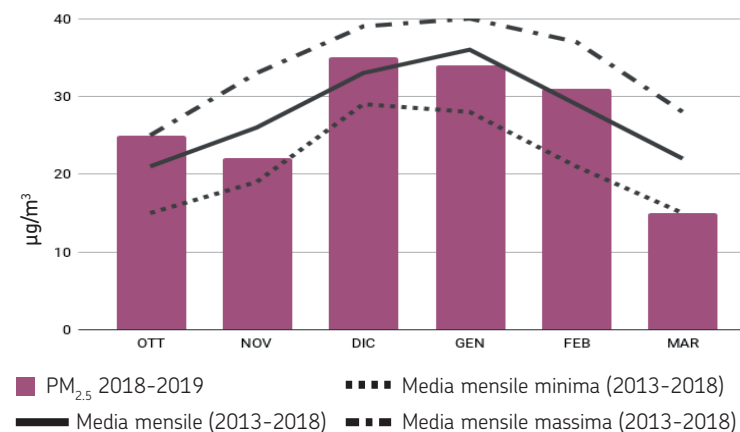
Come spiegato nel paragrafo 1.1., questo inquinante è interessante perché deriva esclusivamente dalla combustione della legna: pertanto fornisce indicazioni sul quantitativo di PM_{2.5} emesso da questa sorgente.

Levoglucosano nella stazione Bologna Gobetti, ottobre 2018 - marzo 2019



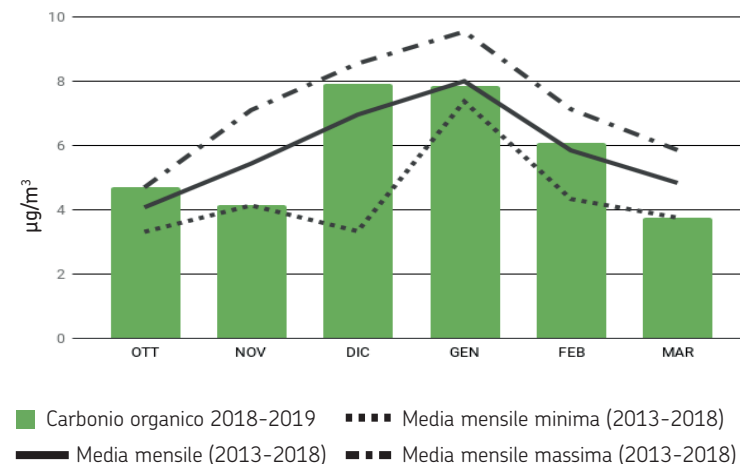
2.5. Confronto della concentrazione delle specie chimiche con le concentrazioni medie dei semestri autunno-inverno precedenti

PM_{2.5}
PM_{2.5} stazione Bologna Gobetti, ottobre 2018 - marzo 2019

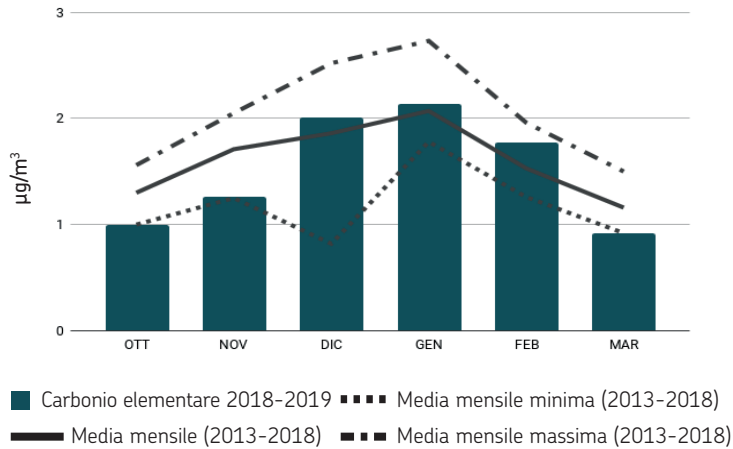


Carbonio

Carbonio organico, stazione Bologna Gobetti, ottobre 2018 - marzo 2019

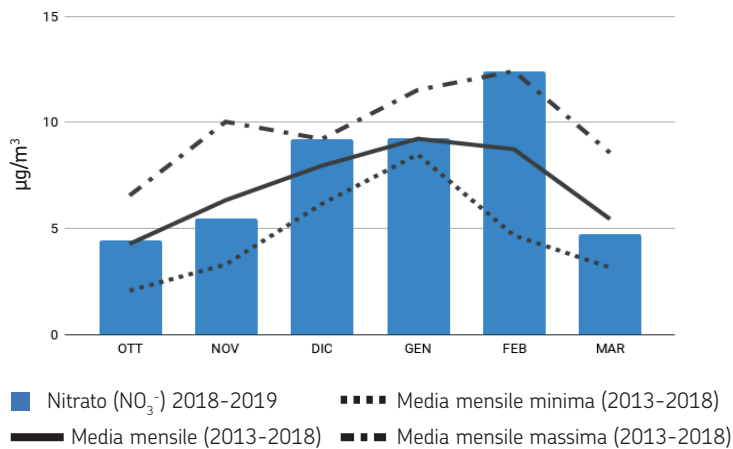


Carbonio elementare, stazione Bologna Gobetti, ottobre 2018 - marzo 2019

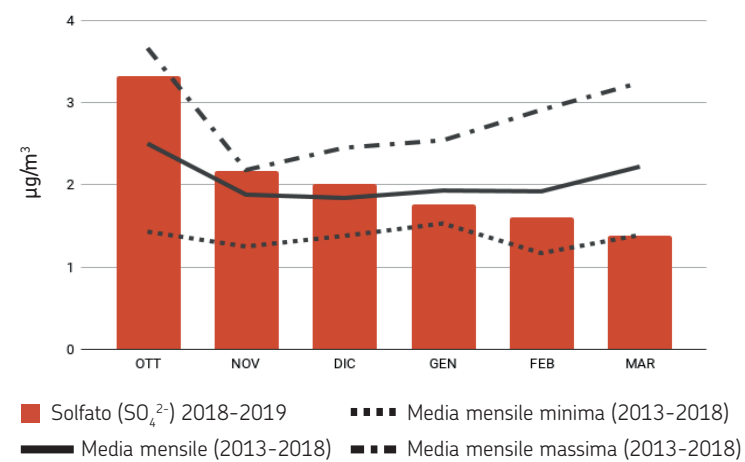


Ioni

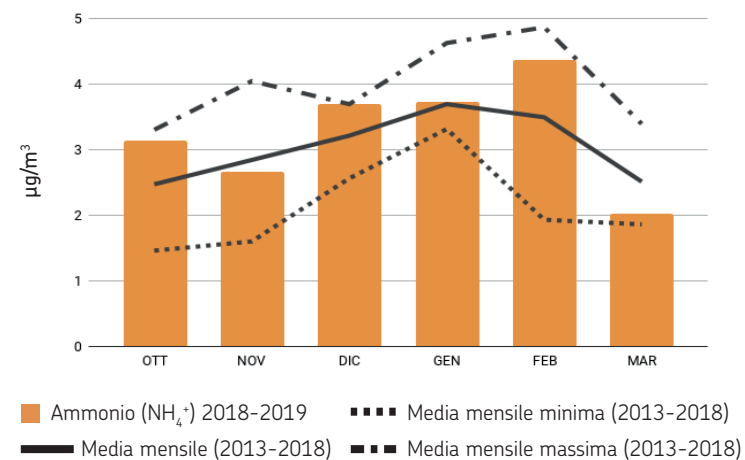
Nitrato, stazione Bologna Gobetti, ottobre 2018 - marzo 2019



Solfato, stazione Bologna Gobetti, ottobre 2018 - marzo 2019



Ammonio, stazione Bologna Gobetti, ottobre 2018 - marzo 2019



3. Le specie chimiche nel PM_{2.5} a Parma

3.1. Il PM_{2.5} nei sei mesi e i dati disponibili della composizione chimica

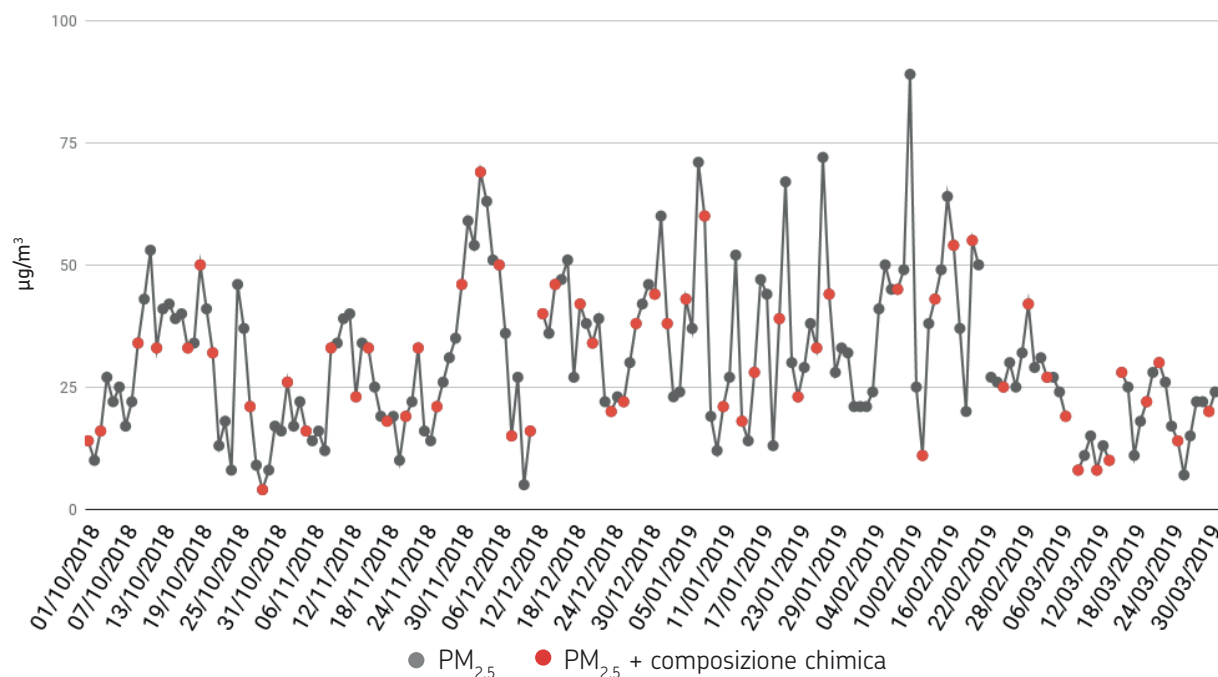
I dati analizzati provengono dai calcoli relativi ai campioni di PM_{2.5} disponibili: infatti non per tutti i giorni in cui è disponibile il valore del PM_{2.5} ne è stata analizzata la composizione chimica.

Pertanto le medie e i vari calcoli matematici sono stati realizzati tenendo conto dei soli dati in cui erano disponibili i risultati delle analisi chimiche del PM_{2.5}.

Nel grafico di seguito è rappresentato l'andamento del PM_{2.5} giornaliero nei 6 mesi nella stazione di Parma Cittadella (pallini in grigio). In rosso sono visualizzati i giorni nei quali è stata anche effettuata l'analisi della composizione chimica.

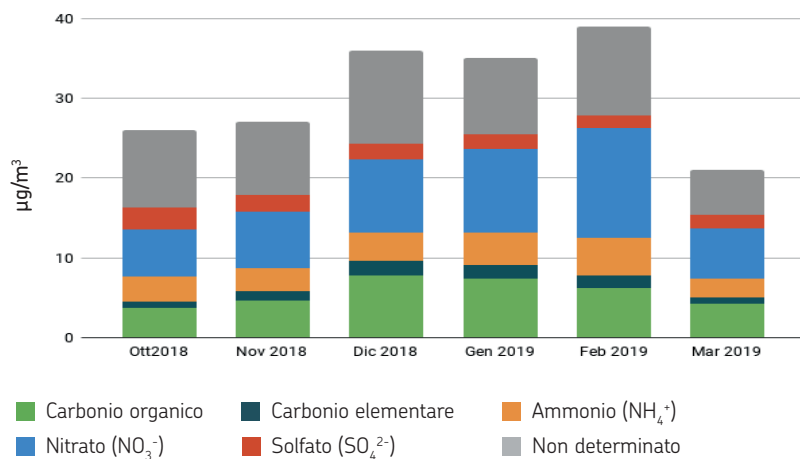
I giorni in cui sono state eseguite le analisi in laboratorio della composizione chimica sono stati scelti precedentemente al campionamento, per poter rappresentare in modo omogeneo i giorni della settimana e l'alternanza dei giorni feriali e festivi (a meno di malfunzionamenti strumentali).

PM_{2.5} nella stazione Parma Cittadella, ottobre 2018 - marzo 2019

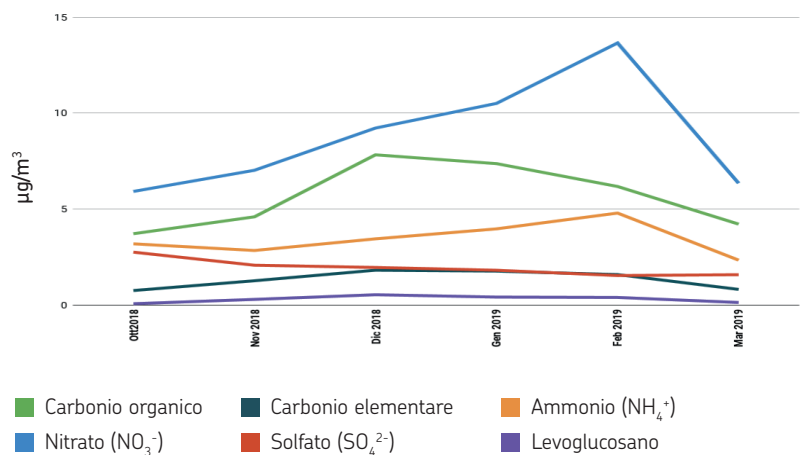


3.2. Gli andamenti nei sei mesi a Parma

Andamento delle specie in esame nella stazione Parma Cittadella, ottobre 2018 - marzo 2019

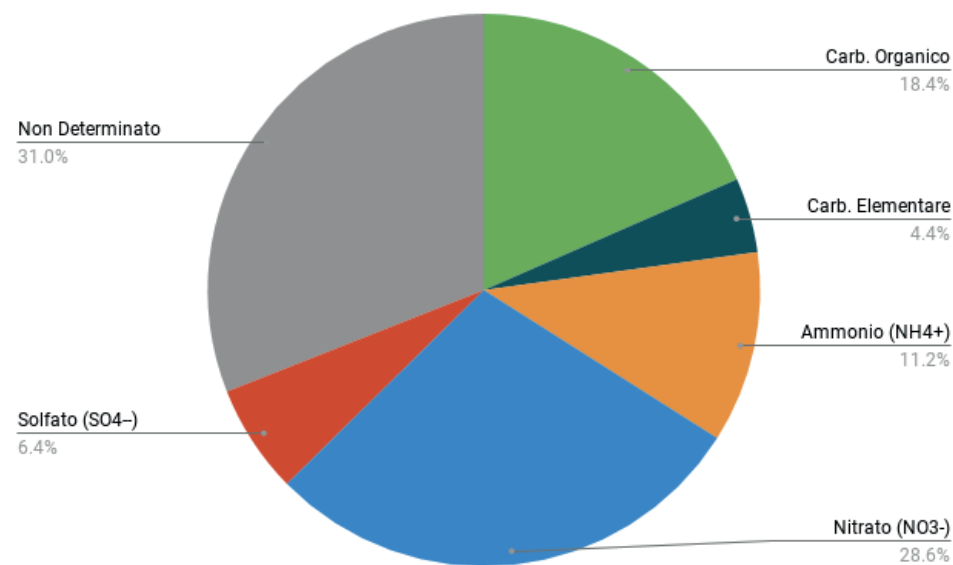


Andamento delle specie in esame nella stazione Parma Cittadella, ottobre 2018 - marzo 2019



3.3. Apporto percentuale delle principali specie chimiche al PM_{2.5}

Percentuale delle specie in esame sul totale del PM_{2.5} nella stazione Parma Cittadella, ottobre 2018 - marzo 2019



3.4. Il levoglucosano nei sei mesi a Parma (e confronto con anni precedenti)

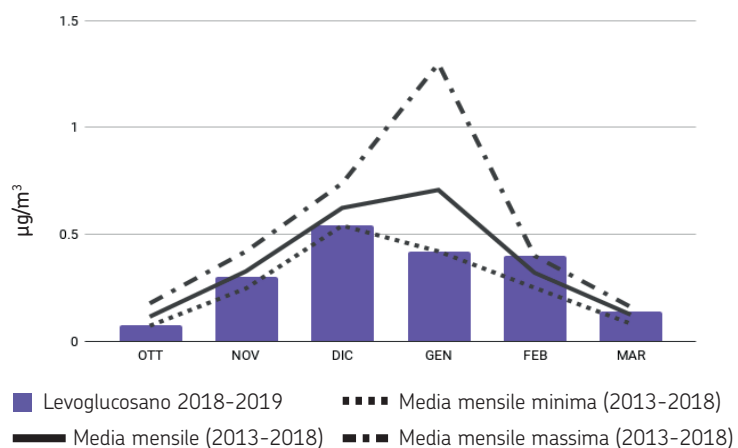
Il grafico visualizzato di seguito presenta un confronto fra i dati dell'inquinante rilevati nel semestre ottobre 2018-marzo 2019 e i dati mensili degli anni compresi fra il 2013 e il 2018.

In particolare sono visualizzati:

- con gli istogrammi colorati, il dato dell'inquinante del semestre ottobre 2018-marzo 2019;
- con la linea "punto-trattino", la "Media mensile massima", cioè il valore massimo fra le medie calcolate per quel mese, nel periodo temporale dal 2013 al 2018;
- con la linea punteggiata la "Media mensile minima", cioè il valore minimo fra le medie calcolate per quel mese, nel periodo temporale dal 2013 al 2018;
- con la linea continua, la "Media mensile", cioè il valore medio fra le medie calcolate per quel mese, nel periodo temporale dal 2013 al 2018.

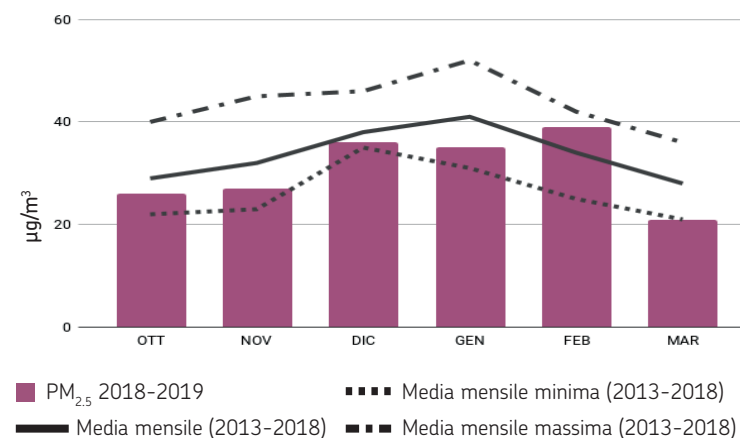
Come spiegato nel paragrafo 1.1., questo inquinante è interessante perché deriva esclusivamente dalla combustione della legna: pertanto fornisce indicazioni sull'andamento del PM2.5 emesso da questa sorgente.

Levoglucosano nella stazione Parma Cittadella, ottobre 2018 - marzo 2019



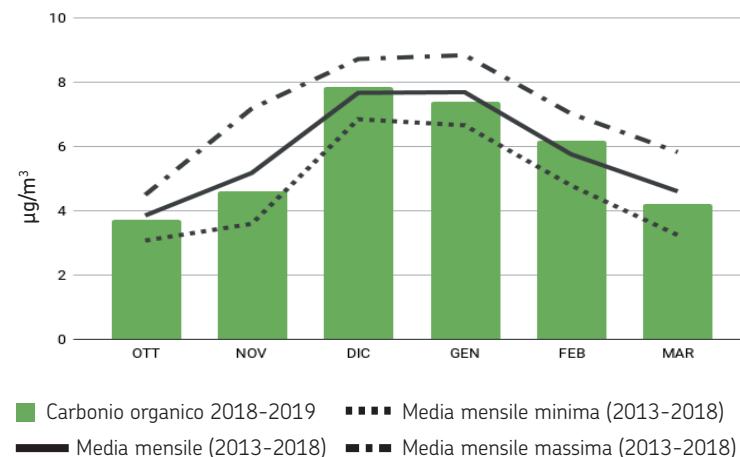
3.5. Confronto della concentrazione delle specie chimiche con le concentrazioni medie dei semestri autunno-inverno precedenti

PM_{2.5}
PM_{2.5} stazione Parma Cittadella, ottobre 2018 - marzo 2019

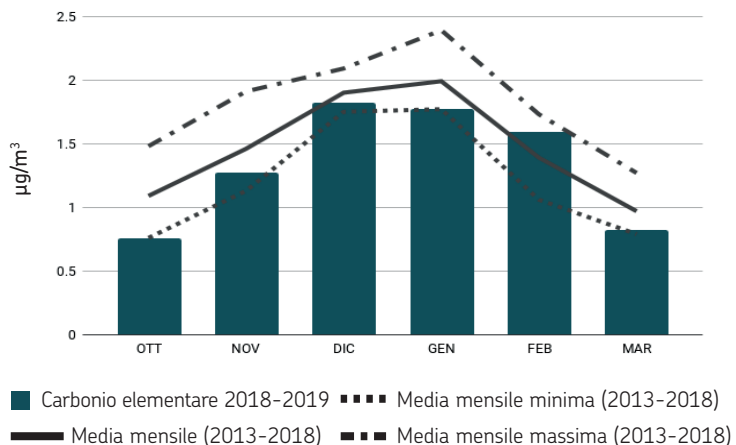


Carbonio

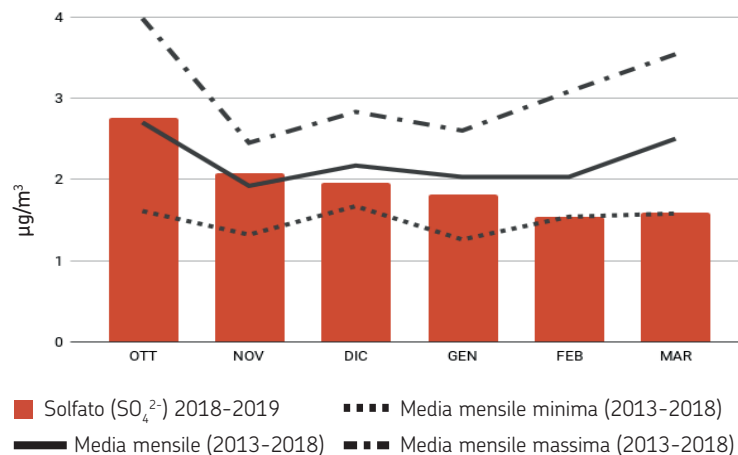
Carbonio organico, stazione Parma Cittadella, ottobre 2018 - marzo 2019



Carbonio elementare, stazione Parma Cittadella, ottobre 2018 - marzo 2019

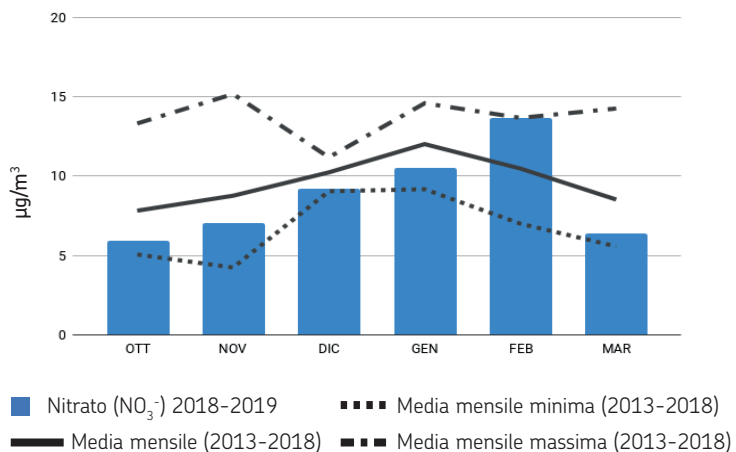


Solfato, stazione Parma Cittadella, ottobre 2018 - marzo 2019

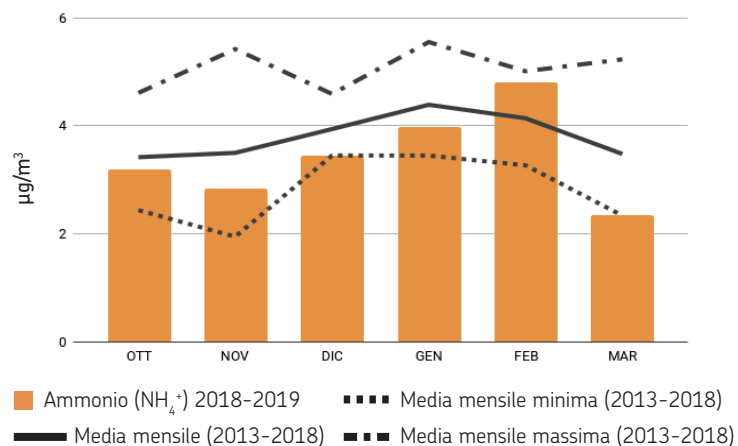


Ioni

Nitrato, stazione Parma Cittadella, ottobre 2018 - marzo 2019



Ammonio, stazione Parma Cittadella, ottobre 2018 - marzo 2019



4. Le specie chimiche nel PM_{2.5} a Rimini

4.1. Il PM_{2.5} nei sei mesi e i dati disponibili della composizione chimica

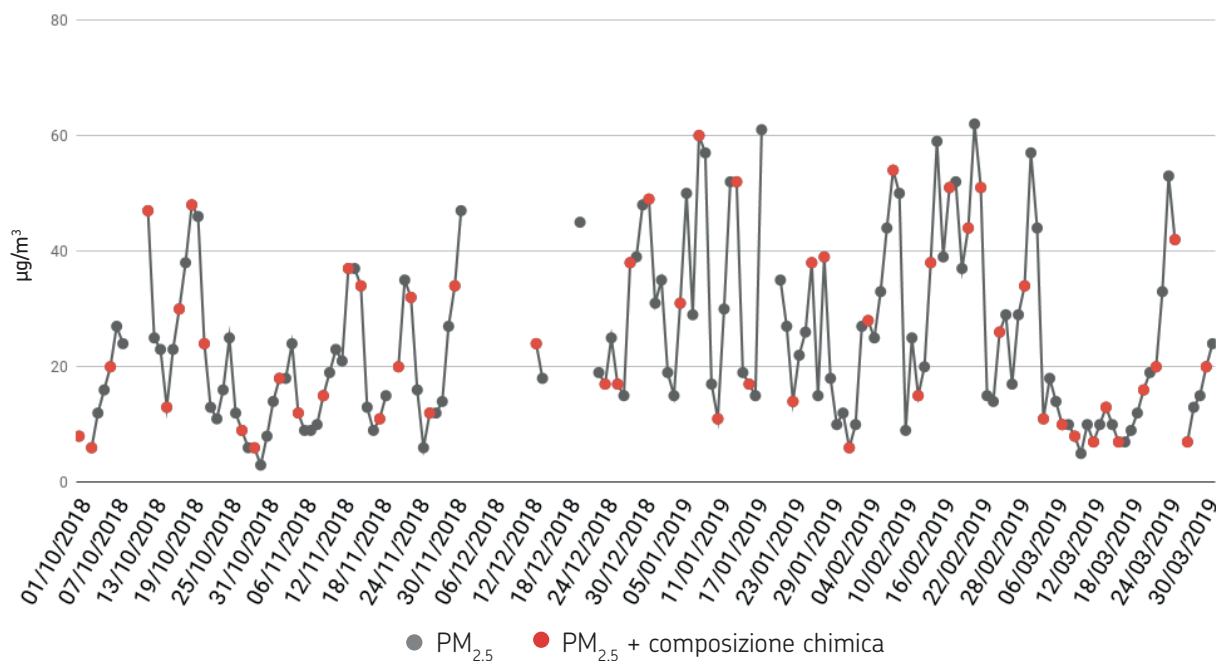
I dati analizzati provengono dai calcoli relativi ai campioni di PM_{2.5} disponibili: infatti non per tutti i giorni in cui è disponibile il valore del PM_{2.5} ne è stata analizzata la composizione chimica.

Pertanto le medie e i vari calcoli matematici sono stati realizzati tenendo conto dei soli dati in cui erano disponibili i risultati delle analisi chimiche del PM_{2.5}.

Nel grafico di seguito è rappresentato l'andamento del PM_{2.5} giornaliero nei 6 mesi nella stazione di Rimini Marecchia (pallini in grigio). In rosso sono visualizzati i giorni nei quali è stata anche effettuata l'analisi della composizione chimica.

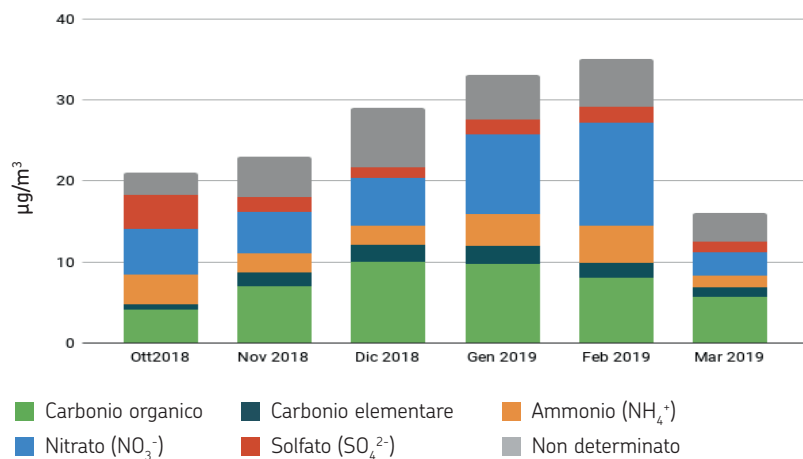
I giorni in cui sono state eseguite le analisi in laboratorio della composizione chimica sono stati scelti precedentemente al campionamento, per poter rappresentare in modo omogeneo i giorni della settimana e l'alternanza dei giorni feriali e festivi (a meno di malfunzionamenti strumentali).

PM_{2.5} nella stazione Rimini Marecchia, ottobre 2018 - marzo 2019

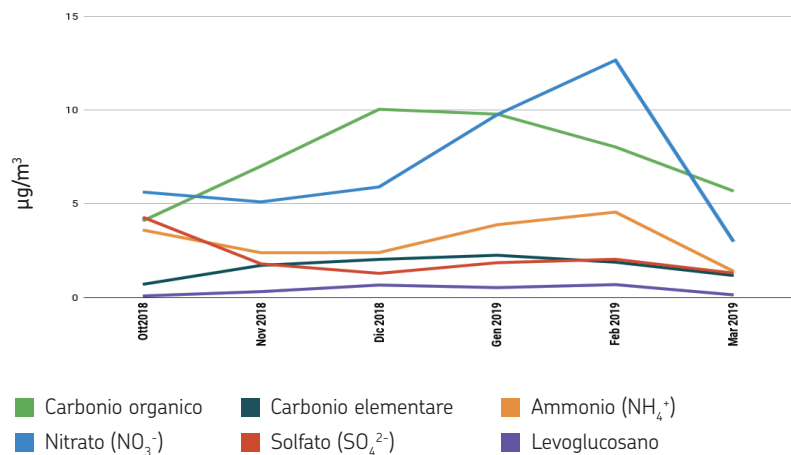


4.2. Gli andamenti nei sei mesi a Rimini

Andamento delle specie in esame nella stazione Rimini Marecchia, ottobre 2018 - marzo 2019

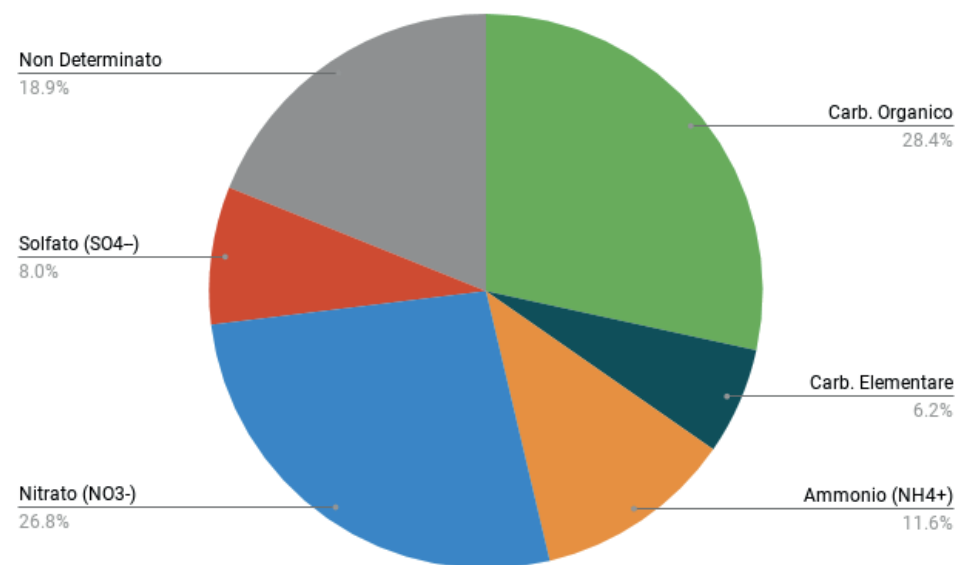


Andamento delle specie in esame nella stazione Rimini Marecchia, ottobre 2018 - marzo 2019



4.3. Apporto percentuale delle principali specie chimiche al PM_{2.5}

Percentuale delle specie in esame sul totale del PM_{2.5} nella stazione Rimini Marecchia, ottobre 2018 - marzo 2019



4.4. Il levoglucosano nei sei mesi a Rimini (e confronto con anni precedenti)

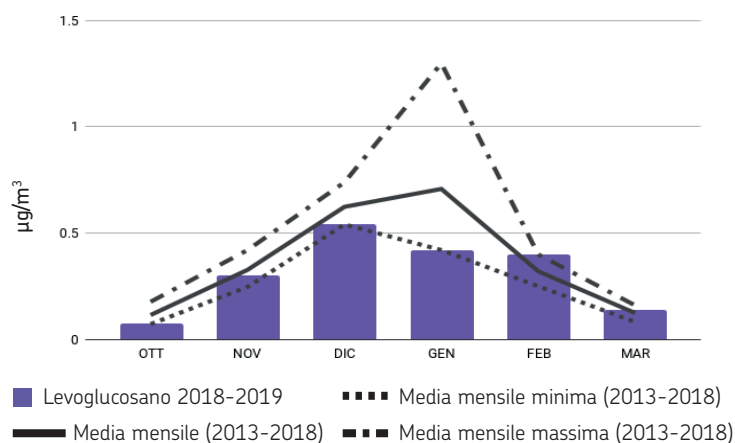
Il grafico visualizzato di seguito presenta un confronto fra i dati dell'inquinante rilevati nel semestre ottobre 2018-marzo 2019 e i dati mensili degli anni compresi fra il 2013 e il 2018.

In particolare sono visualizzati:

- con gli istogrammi colorati, il dato dell'inquinante nel semestre ottobre 2018-marzo 2019;
- con la linea "punto-trattino", la "Media mensile massima", cioè il valore massimo fra le medie calcolate per quel mese, nel periodo temporale dal 2013 al 2018;
- con la linea punteggiata la "Media mensile minima", cioè il valore minimo fra le medie calcolate per quel mese, nel periodo temporale dal 2013 al 2018;
- con la linea continua, la "Media mensile", cioè il valore medio fra le medie calcolate per quel mese, nel periodo temporale dal 2013 al 2018.

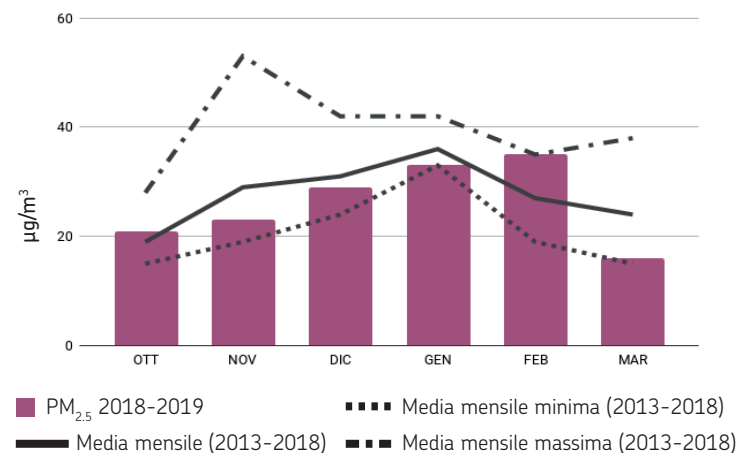
Come spiegato nel paragrafo 1.1., questo inquinante è interessante perché deriva esclusivamente dalla combustione della legna: pertanto fornisce indicazioni sul quantitativo di PM_{2.5} emesso da questa sorgente.

Levoglucosano nella stazione Rimini Marecchia, ottobre 2018 - marzo 2019



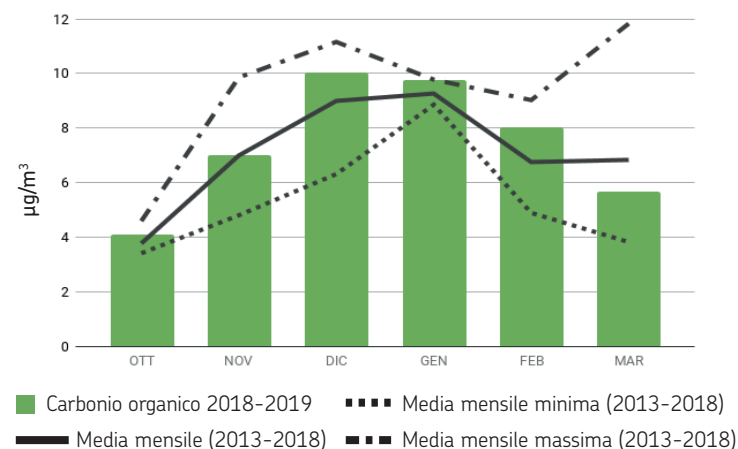
4.5. Confronto della concentrazione delle specie chimiche con le concentrazioni medie dei semestri autunno-inverno precedenti

PM_{2.5}
PM_{2.5} stazione Rimini Marecchia, ottobre 2018 - marzo 2019

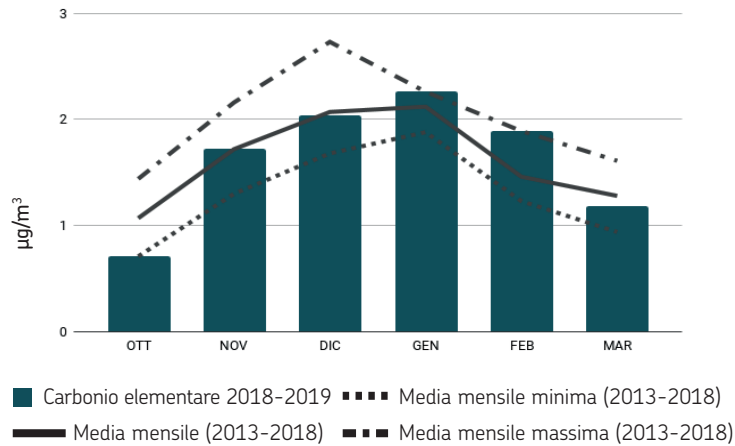


Carbonio

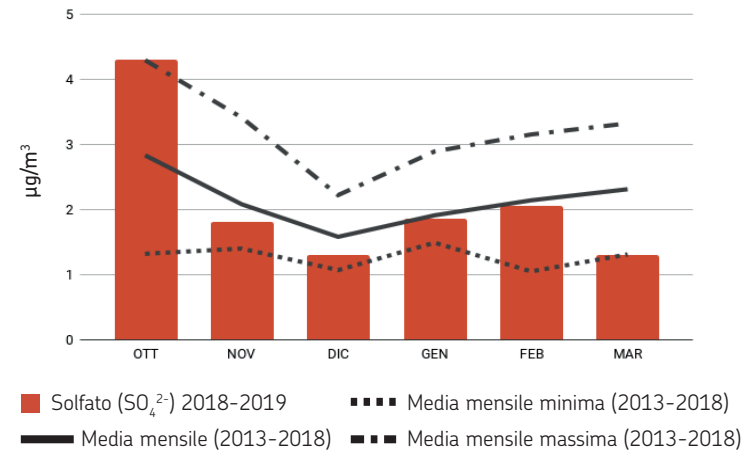
Carbonio organico, stazione Rimini Marecchia, ottobre 2018 - marzo 2019



Carbonio elementare, stazione Rimini Marecchia, ottobre 2018 - marzo 2019

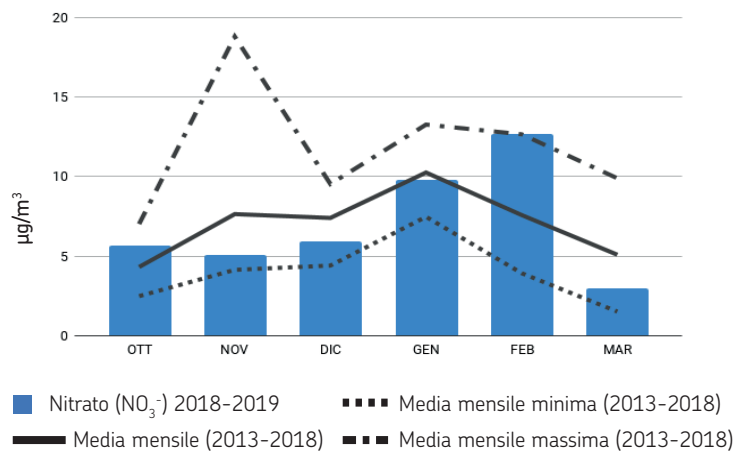


Solfato, stazione Rimini Marecchia, ottobre 2018 - marzo 2019

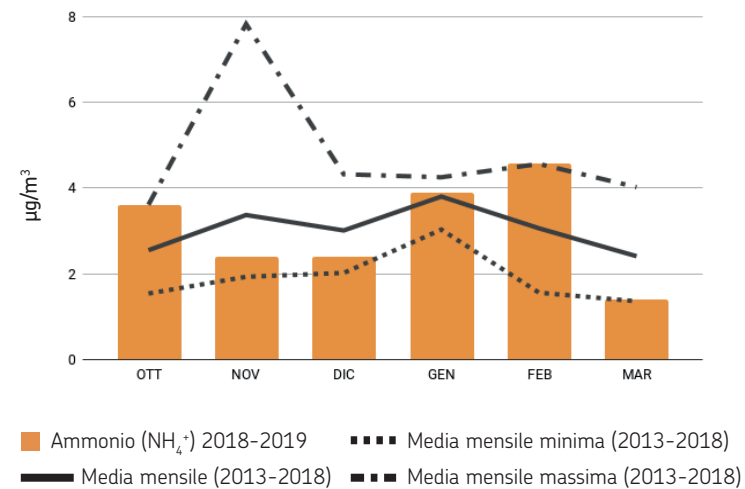


Ioni

Nitrato, stazione Rimini Marecchia, ottobre 2018 - marzo 2019



Ammonio, stazione Rimini Marecchia, ottobre 2018 - marzo 2019



5. Le specie chimiche nel PM_{2.5} a Molinella (BO)

5.1. Il PM_{2.5} nei sei mesi e i dati disponibili della composizione chimica

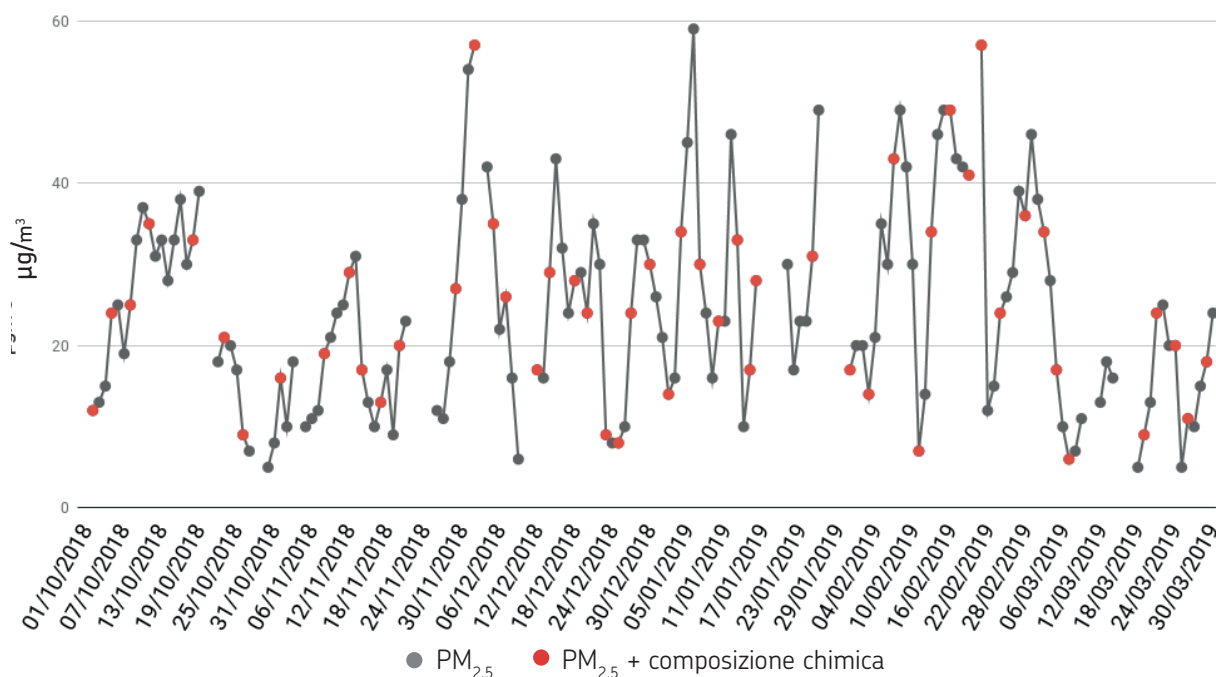
I dati analizzati provengono dai calcoli relativi ai campioni di PM_{2.5} disponibili: infatti non per tutti i giorni in cui è disponibile il valore del PM_{2.5} ne è stata analizzata la composizione chimica.

Pertanto le medie e i vari calcoli matematici sono stati realizzati tenendo conto dei soli dati in cui erano disponibili i risultati delle analisi chimiche del PM_{2.5}.

Nel grafico di seguito è rappresentato l'andamento del PM_{2.5} giornaliero nei 6 mesi nella stazione di Molinella - San Pietro Capofiume (pallini in grigio). In rosso sono visualizzati i giorni nei quali è stata anche effettuata l'analisi della composizione chimica.

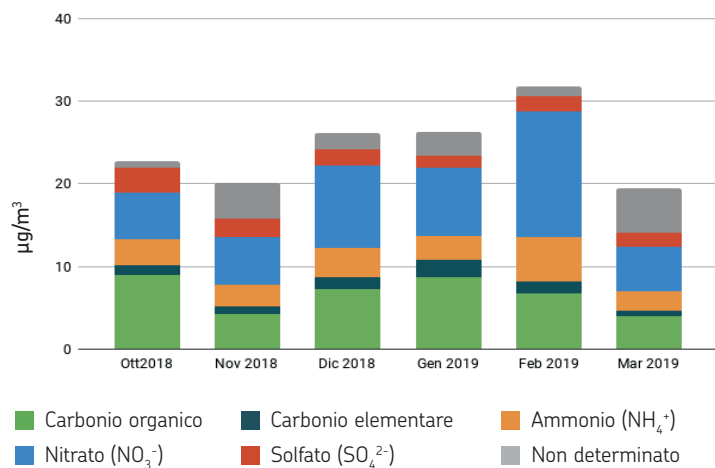
I giorni in cui sono state eseguite le analisi in laboratorio della composizione chimica sono stati scelti precedentemente al campionamento, per poter rappresentare in modo omogeneo i giorni della settimana e l'alternanza dei giorni feriali e festivi (a meno di malfunzionamenti strumentali).

PM_{2.5} nella stazione Molinella - San Pietro Capofiume, ottobre 2018 - marzo 2019

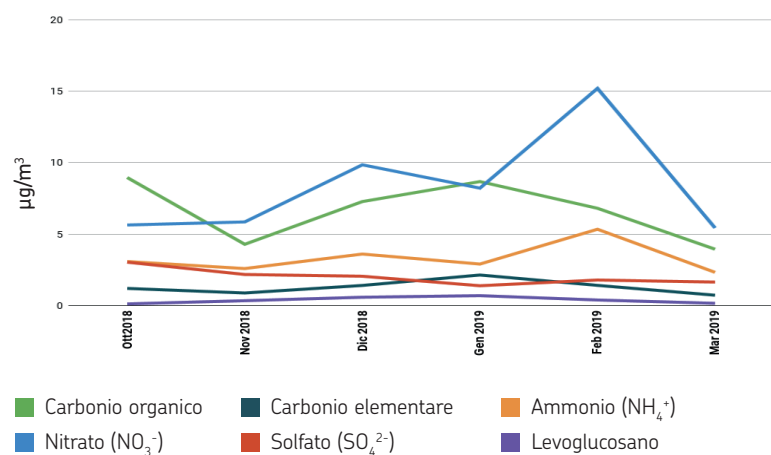


5.2. Gli andamenti nei sei mesi a Molinella

Andamento delle specie in esame nella stazione Molinella - San Pietro Capofiume, ottobre 2018 - marzo 2019

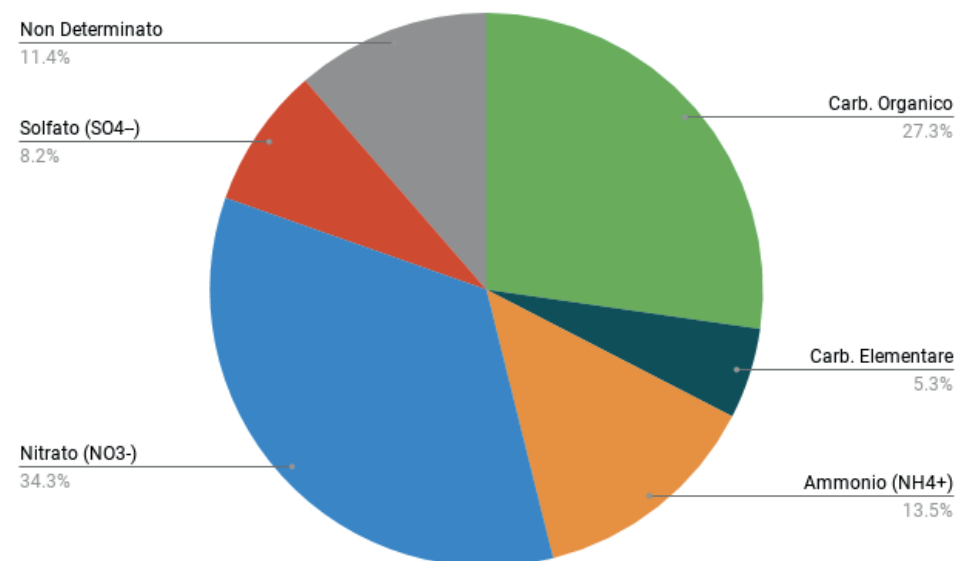


Andamento delle specie in esame nella stazione Molinella - San Pietro Capofiume, ottobre 2018 - marzo 2019



5.3. Apporto percentuale delle principali specie chimiche al PM_{2.5}

Percentuale delle specie in esame sul totale del PM_{2.5} nella stazione Molinella - San Pietro Capofiume, ottobre 2018 - marzo 2019



5.4. Il levoglucosano nei sei mesi a Molinella (e confronto con anni precedenti)

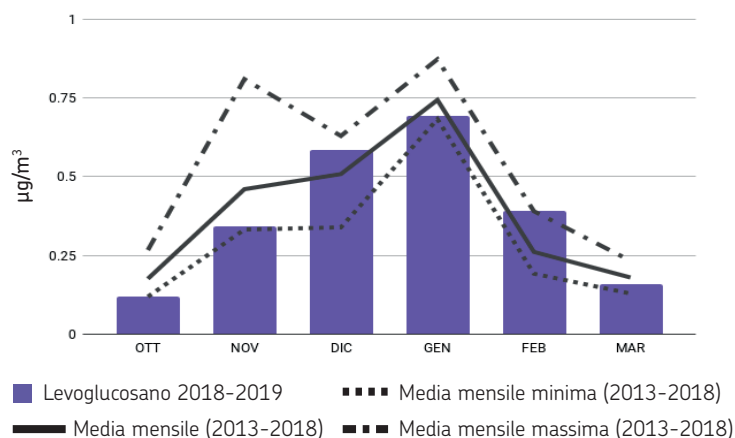
Il grafico visualizzato di seguito presenta un confronto fra i dati dell'inquinante rilevati nel semestre ottobre 2018-marzo 2019 e i dati mensili degli anni compresi fra il 2013 e il 2018.

In particolare sono visualizzati:

- con gli istogrammi colorati, il dato dell'inquinante nel semestre;
- con la linea "punto-trattino", la "Media mensile massima", cioè il valore massimo fra le medie calcolate per quel mese, nel periodo temporale dal 2013 al 2018;
- con la linea punteggiata la "Media mensile minima", cioè il valore minimo fra le medie calcolate per quel mese, nel periodo temporale dal 2013 al 2018;
- con la linea continua, la "Media mensile", cioè il valore medio fra le medie calcolate per quel mese, nel periodo temporale dal 2013 al 2018.

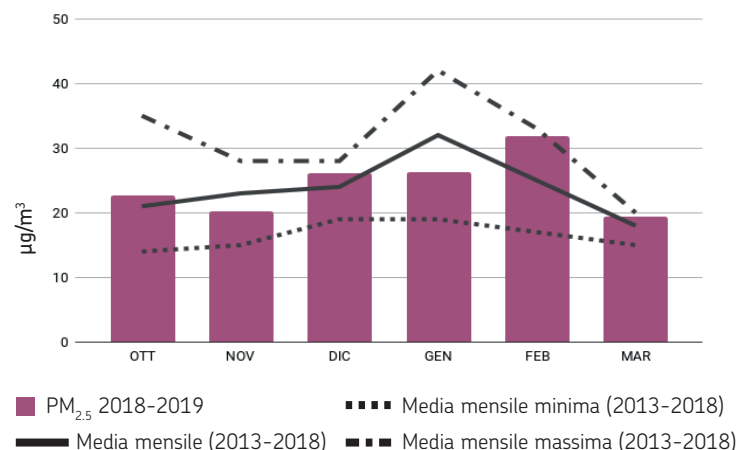
Come spiegato nel paragrafo 1.1., questo inquinante è interessante perché deriva esclusivamente dalla combustione della legna: pertanto fornisce indicazioni sul quantitativo di PM_{2.5} emesso da questa sorgente.

Levoglucosano nella stazione Molinella - San Pietro Capofiume, ottobre 2018 - marzo 2019

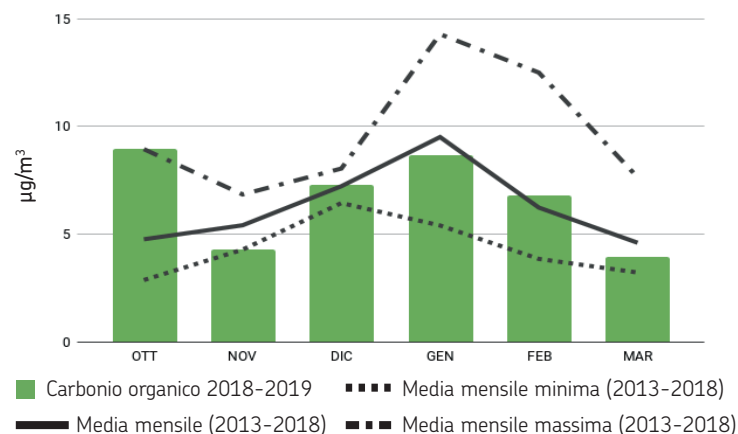


5.5. Confronto della concentrazione delle specie chimiche con le concentrazioni medie dei semestri autunno-inverno precedenti

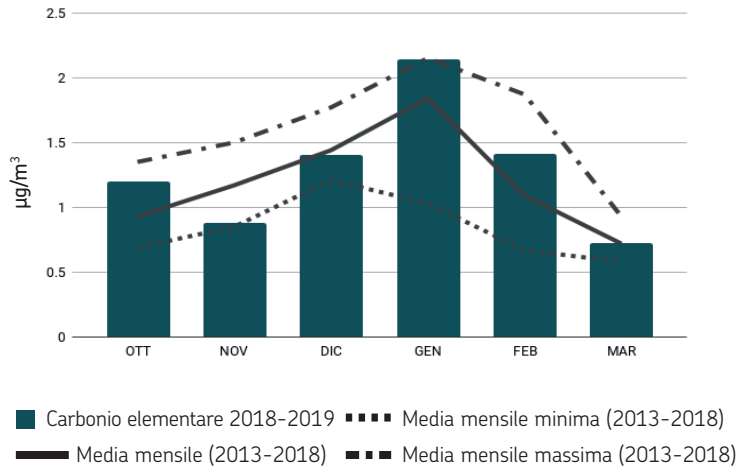
PM_{2.5}
PM_{2.5} stazione Molinella - San Pietro Capofiume, ottobre 2018 - marzo 2019



Carbonio
Carbonio organico, stazione Molinella - San Pietro Capofiume, ottobre 2018 - marzo 2019

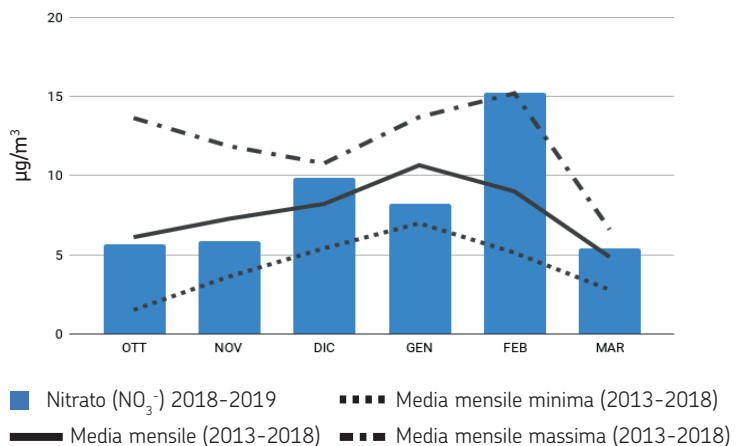


Carbonio elementare, stazione Molinella - San Pietro Capofiume, ottobre 2018 - marzo 2019

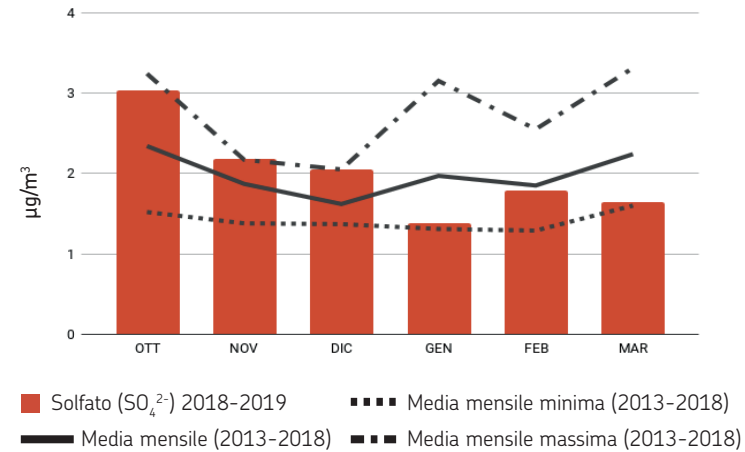


Ioni

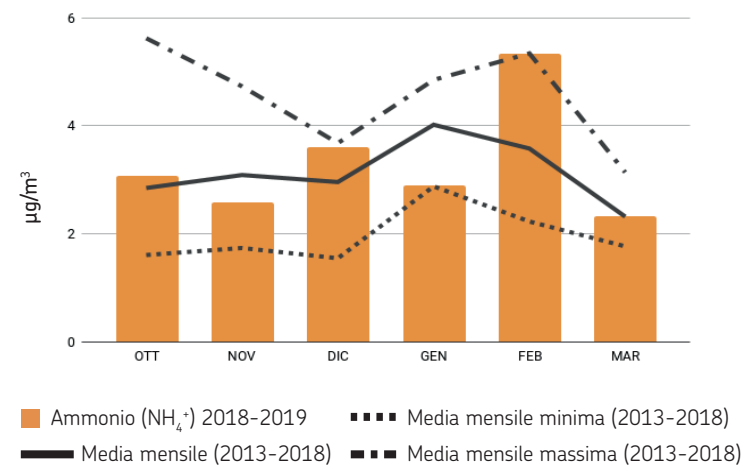
Nitrato, stazione Molinella - San Pietro Capofiume, ottobre 2018 - marzo 2019



Solfato, stazione Molinella - San Pietro Capofiume, ottobre 2018 - marzo 2019



Ammonio, stazione Molinella - San Pietro Capofiume, ottobre 2018 - marzo 2019



6. Conclusioni

Nel semestre compreso fra il 1 ottobre 2018 e il 31 marzo 2019, le concentrazioni medie mensili del PM_{2.5} hanno mostrato un'ampia variabilità, passando da 15 a quasi 40 µg/m³, pur mantenendosi entro i limiti di quanto registrato negli anni precedenti.

Questi valori così variabili sono spiegati dalle differenti condizioni meteo nei mesi considerati. Ottobre e novembre hanno presentato temperature più alte rispetto alle medie climatiche, con eventi piovosi abbondanti ma concentrati. Dicembre e gennaio invece sono stati molto freddi e siccitosi, a dicembre ad esempio si è verificato un unico episodio precipitativo di carattere nevoso. Febbraio e marzo sono stati nuovamente caldi, ma comunque siccitosi come i mesi precedenti.

Le alte temperature registrate a ottobre, fino a 30 °C, hanno inciso sulla composizione del particolato in atmosfera (PM_{2.5}), che infatti presenta una concentrazione di levoglucosano, carbonio elementare e ione nitrato molto bassa e ione solfato molto alta. Questo è in linea con quanto registrato nei mesi estivi, anche in conseguenza del fatto che le tipiche fonti invernali erano ancora spente: il levoglucosano infatti è uno dei principali *marker* della combustione da legna, che aumenta ovviamente con il freddo.

Nei mesi centrali del semestre, che hanno presentato invece temperature più basse, il PM e alcune delle principali specie chimiche in esso presenti, levoglucosano, frazione carboniosa e ione nitrato, hanno mostrato concentrazioni maggiori, in linea con il periodo più rigido.

A febbraio spicca una concentrazione particolarmente rilevante di nitrato in tutti i siti, forse attribuibile a lunghi periodi di stabilità atmosferica che potrebbero aver incrementato l'apporto delle specie secondarie alla massa del particolato. Nel semestre, più in generale, l'insieme dei principali composti ionici inorganici di origine secondaria (ioni nitrato, solfato e ammonio), cioè originatisi direttamente in atmosfera da gas precursori, arriva a comporre fino alla metà dell'intera massa del PM_{2.5} (46-56%) sottolineando ancora una volta quanto siano importanti i processi di formazione di particolato secondario durante il periodo invernale, in cui è minima la capacità diffusiva dell'atmosfera.

Per approfondimenti scrivere a: ctr-areeurbane-utenti@arpae.it