



With the contribution
of the LIFE Programme
of the European Union

LIFE 15 IPE IT 013



REPORT 3 COVID-19

STUDIO DEGLI EFFETTI DELLE MISURE COVID-19 SULLA COMPOSIZIONE CHIMICA DEL PARTICOLATO NEL BACINO PADANO

GENNAIO 2021



With the contribution
of the LIFE Programme
of the European Union

LIFE 15 IPE IT 013



Coordinatori

ARPAE Emilia-Romagna

Arianna Trentini

Regione Emilia-Romagna

Marco Deserti, Katia Raffaelli

Autori

ARPAE Emilia-Romagna

Dimitri Bacco, Fabiana Scotto, Vanes Poluzzi, Arianna Trentini

ARPA Lombardia

Cristina Colombi, Eleonora Cuccia, Umberto Del Santo, Vorne Gianelle, Guido Lanzani

ARPA Valle d'Aosta

Claudia Tarricone, Ivan Tombolato, Manuela Zublena

ARPA Piemonte

Annalisa Bruno, Monica Clemente, Milena Sacco

Si ringraziano tutti i partecipanti del team PrepAIR e i componenti dello Steering Committee di progetto.

SOMMARIO

PREMESSA	6
1. Le STAZIONI SPECIALI del PROGETTO PREPAIR	7
2. ANALISI DATI MILANO PASCAL	11
3. ANALISI delle SINGOLE STAZIONI di MISURA	18
3.1 Torino	19
3.2 Bologna	25
3.3 Aosta	31
3.4 Milano Pascal	39
3.5 Schivenoglia	45
4. CONFRONTO tra i SITI	51
5. CONCLUSIONI	58
6. Appendice	61



PREMESSA

Il progetto LIFE-IP PREPAIR

Il progetto LIFE-IP PREPAIR è stato avviato nel 2017 con l'obiettivo di realizzare strumenti e azioni per il miglioramento della qualità dell'aria nel Bacino del Po. Nell'ambito delle attività volte a studiare e simulare (valutare) gli impatti delle azioni di riduzione dell'inquinamento, sono stati messi a punto alcuni strumenti preparatori. In particolare è stato definito quale scenario emissivo di riferimento quello del 2013, costruendo il relativo dataset di emissioni mediante raccolta, elaborazione ed operazioni di raccordo delle stime disponibili dagli inventari esistenti e dei dati forniti dalla Slovenia. Sono quindi stati costruiti gli scenari emissivi futuri per l'anno 2025 sulla base della legislazione corrente (http://www.lifeprepair.eu/wp-content/uploads/2017/06/Emissions-dataset_final-report.pdf) e successivamente considerando l'insieme di misure attuate dalle Regioni attraverso i propri Piani di qualità dell'aria, cui si sono aggiunte ulteriori misure previste dagli Accordi di Bacino (sottoscritti nel 2013 e nel 2017) e dallo stesso progetto PREPAIR.. L'impatto di tali scenari emissivi sulla qualità dell'aria è stato valutato con strumenti modellistici (ref. [3] Report A3 <http://www.lifeprepair.eu/wp-content/uploads/2017/06/preliminary-assessment-of-the-air-quality-plans.pdf>).

Gli obiettivi dello studio

Nei primi mesi del 2020, la crisi sanitaria causata dalla pandemia COVID-19 e le conseguenti misure di contenimento adottate hanno generato una drastica e repentina riduzione di alcune tra le principali sorgenti di inquinamento atmosferico. Si sono quindi verificate le condizioni per testare sul campo alcune azioni di contrasto all'inquinamento atmosferico in una delle aree più complesse d'Europa, e, purtroppo, anche tra quelle più drammaticamente colpite dall'emergenza sanitaria.

Per queste ragioni, lo Steering Committee del progetto PREPAIR, costituito dalle Regioni e Province autonome del Bacino Padano, dalle Città di Bologna, Milano e Torino, dalle Agenzie ambientali del Bacino Padano e della Slovenia, da ART-ER e FLA, ha deciso di realizzare un approfondimento specifico ad hoc (anticipando l'attività D1) per valutare l'effetto delle misure di contenimento sulla qualità dell'aria.

Data l'eccezionalità della situazione, l'analisi è stata condotta in diverse fasi. La prima riferita al periodo gennaio- marzo 2020 e la seconda con un aggiornamento a maggio 2020. Lo studio, in entrambi i casi, ha considerato l'analisi dei dati di qualità dell'aria, rilevati dalle Reti di monitoraggio, in relazione alle condizioni meteorologiche, alla variazione delle fonti di inquinamento (i determinanti) e delle relative emissioni. Parallelamente sono state effettuate, a partire dagli stessi dati emissivi e meteo, valutazioni modellistiche per verificare gli impatti conseguenti alle misure di confinamento.

I dati considerati si riferiscono all'intero dominio di studio PREPAIR, il bacino padano, e derivano dalle misure delle stazioni di monitoraggio, dagli inventari delle emissioni e dalla modellistica di valutazione della qualità dell'aria condivisi dai partner nell'ambito del progetto. I report di queste due prime fasi sono pubblicati sul sito di progetto www.lifeprepair.eu.

Questo rapporto costituisce la terza fase di lavoro, in cui si prende in esame la composizione chimica del PM10 nelle stazioni speciali dell'Azione 4 del progetto PrepAIR. Lo studio mira ad approfondire le analisi in modo da verificare e consolidare le conclusioni preliminari dei report precedenti con l'obiettivo di ottenere ulteriori elementi di conoscenza necessari ad impostare la prossima fase di pianificazione in materia di qualità dell'aria.

Le misure di contenimento adottate: il COVID Lockdown

In Italia le prime misure per il contenimento dell'emergenza sanitaria sono state adottate con il DPCM 23 febbraio 2020 per alcuni Comuni delle Regioni Lombardia e Veneto. Il 25 febbraio il Presidente del Consiglio ha adottato un proprio decreto che ha introdotto misure in materia di svolgimento delle manifestazioni sportive,



di organizzazione delle attività scolastiche e della formazione superiore, di prevenzione sanitaria presso gli Istituti penitenziari, di regolazione delle modalità di accesso agli esami di guida, di organizzazione delle attività culturali e per il turismo. Il 1° marzo un nuovo DPCM ha recepito e prorogato alcune delle misure già adottate e ne ha introdotte ulteriori, valide su tutto il territorio nazionale.

Il 4 marzo è stato adottato un DPCM recante ulteriori misure, che ha previsto in particolare la sospensione in tutta Italia delle attività didattiche negli istituti scolastici e nelle università. Il 6 marzo 2020 Il Consiglio dei Ministri ha approvato il decreto-legge n.35, che ha introdotto misure straordinarie ed urgenti. L'8 marzo 2020 è stato adottato un DPCM che ha previsto ulteriori nuove misure su tutto il territorio nazionale nonché misure rafforzate e omogenee in un'area comprendente il territorio della Regione Lombardia e di altre 14 Province (cinque dell'Emilia-Romagna, cinque del Piemonte, tre del Veneto e una delle Marche). Il DPCM 9 marzo 2020 ha esteso le misure del DPCM 8 marzo 2020 a tutto il territorio nazionale. È inoltre vietata ogni forma di assembramento di persone in luoghi pubblici o aperti al pubblico ed eventi e manifestazioni sportive. Tali disposizioni hanno prodotto effetto dalla data del 10 marzo 2020 e sono efficaci fino al 3 aprile 2020.

Infine, l'11 marzo, è stato adottato il nuovo DPCM recante ulteriori misure in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-19 sull'intero territorio nazionale che prevede in particolare la chiusura di tutte le attività commerciali, di vendita al dettaglio, ad eccezione dei negozi di generi alimentari, di prima necessità, delle farmacie e delle parafarmacie.

Il DPCM 10 aprile 2020 ha esteso le misure di contenimento dell'epidemia di coronavirus fino al 3 maggio 2020 e a partire dal 14 aprile permette l'apertura delle cartolerie, delle librerie e dei negozi di vestiti per bambini e neonati e vengono inserite tra le attività produttive consentite la silvicoltura e l'industria del legno. (Fonte <http://www.governo.it/it/approfondimento/coronavirus/13968>).

Si è poi assistito ad una progressiva ripresa delle attività socio-economiche e di mobilità delle persone, con l'attivazione delle Fasi 2 e 3 a partire dai mesi di maggio e giugno 2020 (4 giugno 2020: ripresa della mobilità interregionale).

In Appendice 11.3 è riportata la cronosintesi dei principali provvedimenti adottati durante l'emergenza sanitaria, le misure di contenimento e l'area di applicazione delle stesse.

1. Le STAZIONI SPECIALI del PROGETTO PREPAIR

Nell'ambito del progetto PREPAIR l'azione A4 ha previsto la creazione di una rete di misura per la caratterizzazione chimica del PM10. Tale rete è stata creata sulla base di stazioni di monitoraggio già esistenti ed è composta da quattro siti di fondo urbano - Torino, Milano, Vicenza e Bologna - e uno rurale - Schivenoglia.

In ogni sito sono in funzione due campionatori gravimetrici a basso volume, per la raccolta di filtri di PM10 di diametro 47 mm, uno con filtri in fibra di quarzo e l'altro con filtri in esteri misti di cellulosa o teflon.

Questi ultimi sono dedicati all'analisi degli elementi, condotta tramite la tecnica XRF, mentre i filtri in quarzo sono impiegati per la determinazione della componente carboniosa, tramite tecnica termo-ottica TOT/TOR, e di anioni, cationi e zuccheri (levoglucosano) tramite cromatografia ionica.

Per il dettaglio dei protocolli di analisi si rimanda ai documenti ufficiali presenti nel sito.

La struttura della rete di misurazione (Fig. 1.1) è stata concepita per rispondere all'obiettivo del progetto, partendo dalle risorse già disponibili. I dati raccolti consentiranno l'analisi intra-situ, per verificare le variazioni



dei parametri di qualità dell'aria e la pressione delle fonti, a seguito dell'attuazione dei Piani regionali per la qualità dell'aria. Inoltre, le misurazioni omogenee effettuate su diversi punti della Pianura Padana consentiranno il confronto intersitu, per verificare la qualità complessiva dell'aria nell'area orografica considerata.



Figura 1.1 – Mappa delle stazioni di misura (in rosso quelle speciali dell'azione A4 di PrepAIR)

Le misure vengono effettuate giornalmente e su ogni filtro ARPA Lombardia effettua diverse analisi di seguito riportate:

- Elementi: Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb e Pb
- Cationi: Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}
- Anioni: Cl^- , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}
- Zucchero: Levoglucosano
- Composto carbonioso: OC (carbonio organico) e EC (carbonio elementare)

Gli elementi si trovano nel particolato prevalentemente associato all'ossigeno; pertanto, attraverso il bilancio di massa, trasformando gli elementi presenti nei loro ossidi, è possibile tracciare la composizione chimica elementare del particolato. Attraverso rapporti stechiometrici e fattori di arricchimento è possibile ottenere i composti di ossidi crostali presenti nel PM10, importanti per valutare il contributo di risospensione.

La determinazione degli ioni è fondamentale per stimare la quantità di composti secondari inorganici: il nitrato è legato a fonti di combustione quali il traffico e il riscaldamento, l'ammonio deriva prevalentemente da agricoltura e zootecnia, mentre il solfato si origina dalle combustioni, soprattutto quelle legate all'industria, al riscaldamento e al traffico.

Il levoglucosano è un composto organico appartenente alla famiglia degli zuccheri. Questa molecola è uno zucchero anidro formato a seguito della decomposizione termica della cellulosa durante la sua combustione e viene quindi emessa come particolato; per questo motivo, rappresenta uno specifico marcatore della combustione della biomassa nel PM (Simoneit et al., 1999). Potassio e rubidio sono anch'essi legati alla combustione della biomassa, ma non possono essere considerati traccianti specifici in quanto presenti anche nella frazione crostale.



La frazione carboniosa (OC e EC) è una componente importante del PM10 la cui concentrazione di massa è comunemente espressa come materia organica (OM). L'EC è generalmente identificato come una componente non refrattaria che assorbe la luce generalmente identificata come fuliggine, ed è generata dalla combustione incompleta di materiale organico dal traffico, dal riscaldamento residenziale, dalle attività industriali e dalla produzione di energia utilizzando petrolio, carbone o biocarburanti. La somma di OC e EC è nota come carbonio totale (TC). EC ha un'origine primaria, mentre l'OC può anche formarsi in atmosfera attraverso la condensazione fino alla fase aerosol di composti a bassa pressione di vapore emessi come inquinanti primari o formati nell'atmosfera. Di conseguenza, il rapporto tra particolato OC e EC differisce ampiamente, sia nello spazio che stagionalmente, essendo influenzato dalla fonte di emissione primaria, dai diversi tassi di rimozione OC e EC per deposizione, divisione della fase OC e formazione e/o reattività di aerosol organico secondario (SOA).

Siti di misura

La stazione di fondo urbano di MI-Pascal, quella di traffico urbano di MI-Senato e quella di fondo rurale di Schivenoglia appartengono alla rete di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA) di ARPA Lombardia. In particolare, MI-Pascal e Schivenoglia sono due Supersiti italiani per il D. Lgs. 155/2010 (trasposizione italiana del 2008/50/CE), e D.M. 29/11/2012. La stazione di MI-Pascal si trova nella parte orientale di Milano, nell'area universitaria chiamata "Città Studi" (45° 28' 44" N, 9° 14' 07" E), in un parco giochi a circa 130 m dal traffico stradale.

La stazione di Schivenoglia si trova nella parte orientale della Lombardia (45° 10' 67" N, 11° 4' 34,14" E), nel territorio mantovano, lontano da fonti di inquinamento in una zona rurale della Pianura Padana. Costituisce un sito di interesse ambientale, in quanto quest'area non è direttamente soggetta a pressioni umane. Ciò si traduce nella possibilità di studiare i fenomeni della natura chimico-fisica dell'atmosfera in un'area ben caratterizzata dalla Pianura Padana.

Bologna Via Gobetti è un sito di fondo urbano situato nella parte nord-occidentale dell'area metropolitana di Bologna tra il centro della città a sud, la tangenziale e l'autostrada a nord e l'aeroporto a ovest. La stazione è presente dal 2011 ed è stato il sito principale del progetto Supersito (www.supersito-er.it), progetto sviluppato e finanziato dalla Regione Emilia-Romagna e da Arpa (DRG n° 428/10 e DRG n° 1971/13). La cabina si trova all'interno dell'area di ricerca del Centro Nazionale delle Ricerche (44° 52' 20" N, 11° 33' 63" E, 30 m. s.l.m.).

Torino-Lingotto è una stazione di fondo urbano della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria, attiva nella configurazione attuale dal 1° gennaio 1996 e situata in un parco pubblico nella parte sud di Torino (45° 1' 29.65" N - 7° 38' 56.50" E, altitudine 243 m. s.l.m.). Fa parte del programma di valutazione italiano come punto di misurazione minimo per NOx, Ozono, Benzene, PM10, PM2.5 e B(a)P. La stazione Torino-Lingotto è stata scelta in quanto in Piemonte è quella che dispone della più ampia gamma di strumenti di misura in grado di fornire dati a supporto delle attività analitiche, dell'interpretazione dei risultati e dell'individuazione del contributo delle fonti. Dal 14/9/2018, per problemi tecnici della stazione, i due campionatori usati per il progetto sono stati trasferiti alla sede Arpa Piemonte di via Pio VII 9 (45° 1' 46.22" N 7° 39' 21.84" E) a circa 750 m in linea d'aria da Torino-Lingotto. È stato verificato attraverso varie campagne di monitoraggio che il sito di via Pio VII è sostanzialmente analogo a quello precedente, anche se influenzato in maniera leggermente superiore da emissioni da traffico e dalla ferrovia che si trova a 100 metri di distanza.

La stazione di fondo urbano di Vicenza Ferrovieri fa parte della rete Arpa Veneto per la qualità dell'aria. Si trova nella zona centrale della Regione Veneto ed è incluso nell'agglomerato vicentino. Rappresenta bene un



tipico sito di sfondo urbano per l'intera regione. La stazione si trova in una zona residenziale, all'interno di un piccolo parco, sottovento del centro di Vicenza (Nord Est) e abbastanza vicino a una zona industriale/commerciale (nessun grande insediamento produttivo), integrando il contributo delle principali fonti nell'agglomerato. I dati di questa stazione, a causa di problemi strumentali, non sono presenti nell'analisi oggetto di questo studio.

In aggiunta alle stazioni speciali dell'azione A4 è stata inserita anche la città di Aosta con un sito di fondo urbano. La stazione di Aosta - Piazza Plouves fa parte della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA Valle d'Aosta ed è attiva dal 1994. Si trova al centro della città di Aosta (45°44'12.7"N, 7°19'25.5"E, 580 m. s.l.m), capoluogo regionale con circa 36000 abitanti. Il traffico stradale, il riscaldamento domestico e un impianto siderurgico sono le principali sorgenti emissive dell'area urbana. Per i dettagli sul campionamento si veda il paragrafo relativo ad Aosta (par. 3.3).



2. ANALISI DATI MILANO PASCAL

Tra i supersiti di PrepAIR, quello di MI-Pascal ha un database storico di composizione del PM10 per tutte le specie a partire dal 2013. Per questo motivo le analisi condotte a MI-Pascal sono state utilizzate come validazione dei risultati ottenuti per gli altri siti, esaminati su un periodo temporale limitato, ovvero dalla data di avvio del progetto stesso (aprile 2018), che quindi potrebbero essere influenzati da meccanismi ed eventi meteo-climatici.

Nei grafici della figura che segue si riporta la chiusura di massa del PM10 nel periodo dal 1° gennaio 2013 al 31 ottobre 2020, suddivisa anche nei semestri estivi e invernali (Figura 1.1), e centrata nel periodo del lockdown (Figura 1.2), ovvero nei mesi di marzo e aprile 2020.

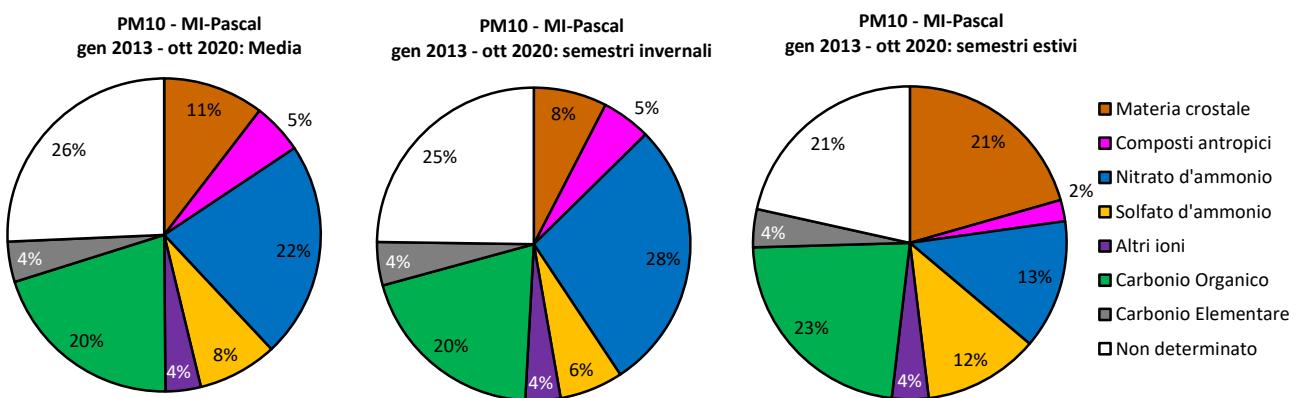


Figura 1.1 – Chiusura di massa del PM10 a MI-Pascal da gennaio 2013 ad ottobre 2020 sul periodo medio e suddivisa in semestre estivo ed invernale.

La composizione media del PM10 riesce a chiudere il bilancio di massa al 74%; la componente carboniosa resta invariata nel passaggio da estate a inverno, mentre il nitrato d'ammonio è massimo in inverno, come atteso. Nel periodo invernale, tendenzialmente più umido, le concentrazioni in particolare per gli ossidi antropici, sono maggiori rispetto al periodo estivo, nel quale la meteorologia più dinamica favorisce la movimentazione della frazione minerale che, infatti, risulta massima.

I risultati della chiusura di massa al periodo di lockdown hanno caratteristiche miste tra periodo caldo e freddo, ovvero la materia crostale ha un impatto del 22% anche a causa del clima accorso in quel periodo e che ha favorito il risollevamento della polvere dal suolo; analogamente per la componente antropica, che diminuisce. La componente carboniosa diminuisce nella sua specie prettamente primaria, ovvero l'EC passa dal 4% all'1% ma resta praticamente invariato l'OC. I sali inorganici osservano invece un aumento che è lieve per il solfato d'ammonio (+3%) e invece sostanziale per il nitrato d'ammonio (+9%).

Per meglio valutare gli effetti del lockdown sulla composizione del PM10, è stata quindi elaborata la chiusura di massa per la media dei mesi di marzo e aprile di tutti gli anni a partire dal 2013, sia in termini di concentrazione assoluta che percentuale (Figura 1.3).



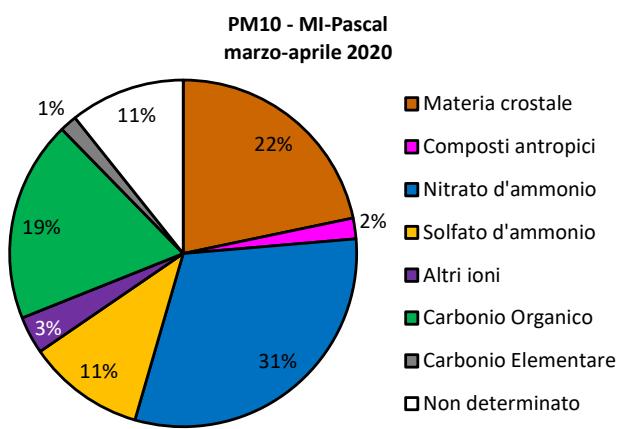


Figura 1.2 – Chiusura di massa del PM10 a MI-Pascal nel periodo di lockdown 2020 (9 marzo-3 maggio).

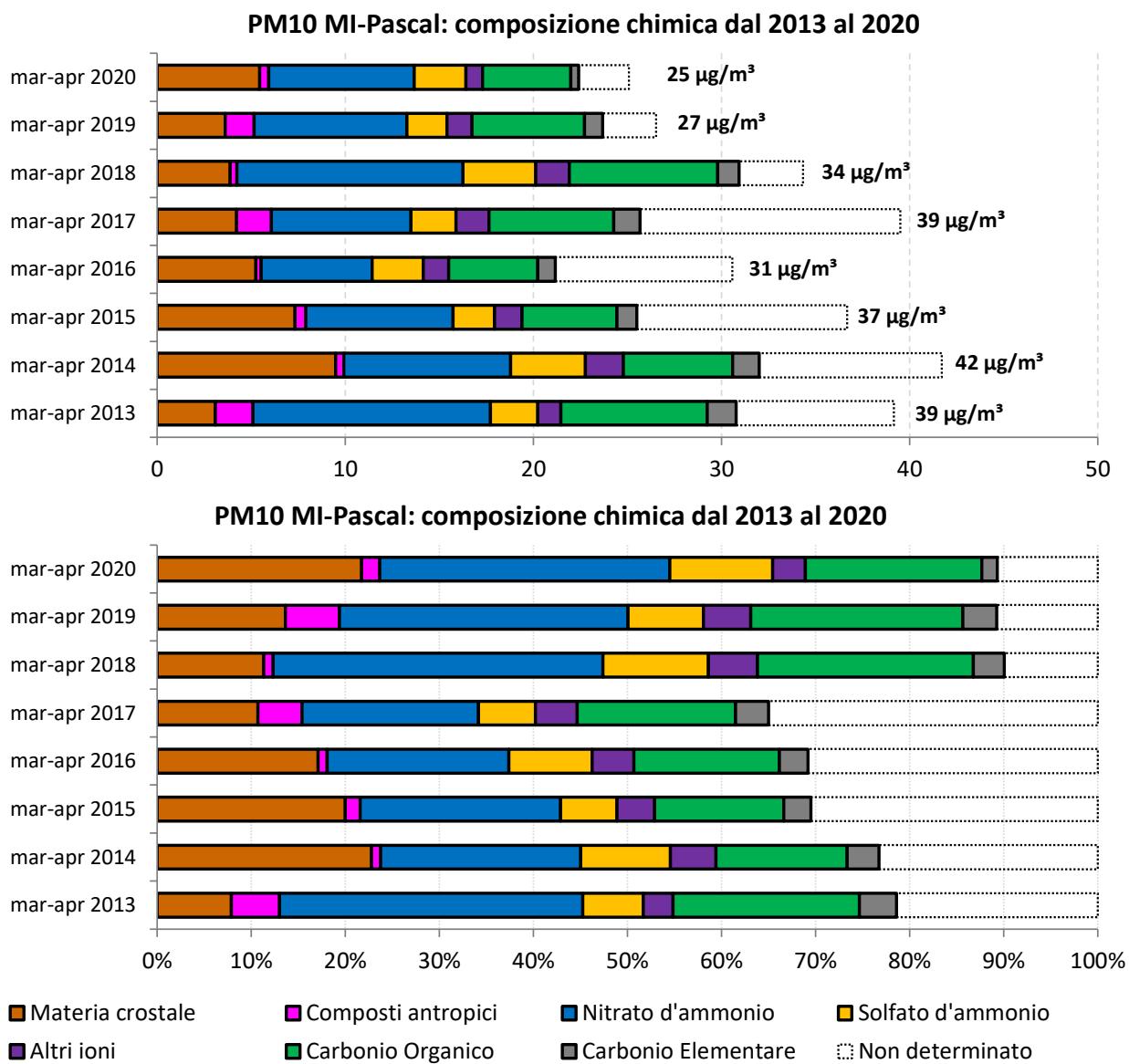


Figura 1.3 – Chiusura di massa in valori assoluti (in alto) e relativi (in basso) della media dei mesi di marzo e aprile dal 2013 al 2020, per MI-Pascal.



Dai grafici precedenti si osserva che la componente crostale subisce una variazione dal 8% al 23% sostanzialmente a causa di fenomeni meteoclimatici; l'anno in cui si sono avuti più eventi piovosi e quindi il minimo di crostale (2013) corrisponde a quello con la seconda più alta concentrazione di nitrato d'ammonio (32%), battuta nel medesimo periodo del 2018 che invece è caratterizzato dalla massima concentrazione di OC ($7.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 23 %). La componente denominata Antropico che tiene conto di quegli elementi non legati al crostale e quindi di provenienza industriale e dal traffico veicolare (usura delle parti meccaniche del motore e degli pneumatici), ha una variabilità limitata e comunque inferiore al 6%, con valori assoluti da $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del 2014 a $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del 2017. Anche l'EC, mantiene una variabilità limitata tra i vari anni sia in termini assoluti che relativi, partendo da un massimo del 4% (2013, 2017, 2019) scendendo al 2% nel 2020. Analogamente per il solfato d'ammonio che passa da $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2019 a $4.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2014; in termini relativi varia dal 6 % (2015) al 11% (2018 e 2020). Con l'esclusione del 2013, i composti totalmente o parzialmente secondari, invece, mostrano nel corso degli anni percentualmente un aumento dal 2018, passando da circa il 20% al 31-35% il nitrato d'ammonio e da circa il 15% al 19-23% il carbonio organico.

Quanto sopra trova riscontro nell'elaborazione dei box-plot di ciascuna componente (Figura 1.4) e di ciascuna specie (Figura 1.5). Si osserva infatti che nella maggior parte dei casi la concentrazione misurata nel lockdown della specie rientra nell'intervallo di variabilità tra il primo e terzo quartile degli ultimi 7 anni, ad eccezione di alcuni composti prettamente legati al traffico autoveicolare come l'EC e il Cu che si posizionano al di sotto del minimo rilevato. Viceversa, la componente inorganica ricalca un comportamento attorno alla mediana. Il levoglucosano, invece, ha un rapporto alto, oltre il terzo quartile, indicando una maggiore attività di combustione di biomassa nel periodo in questione rispetto "al normale".

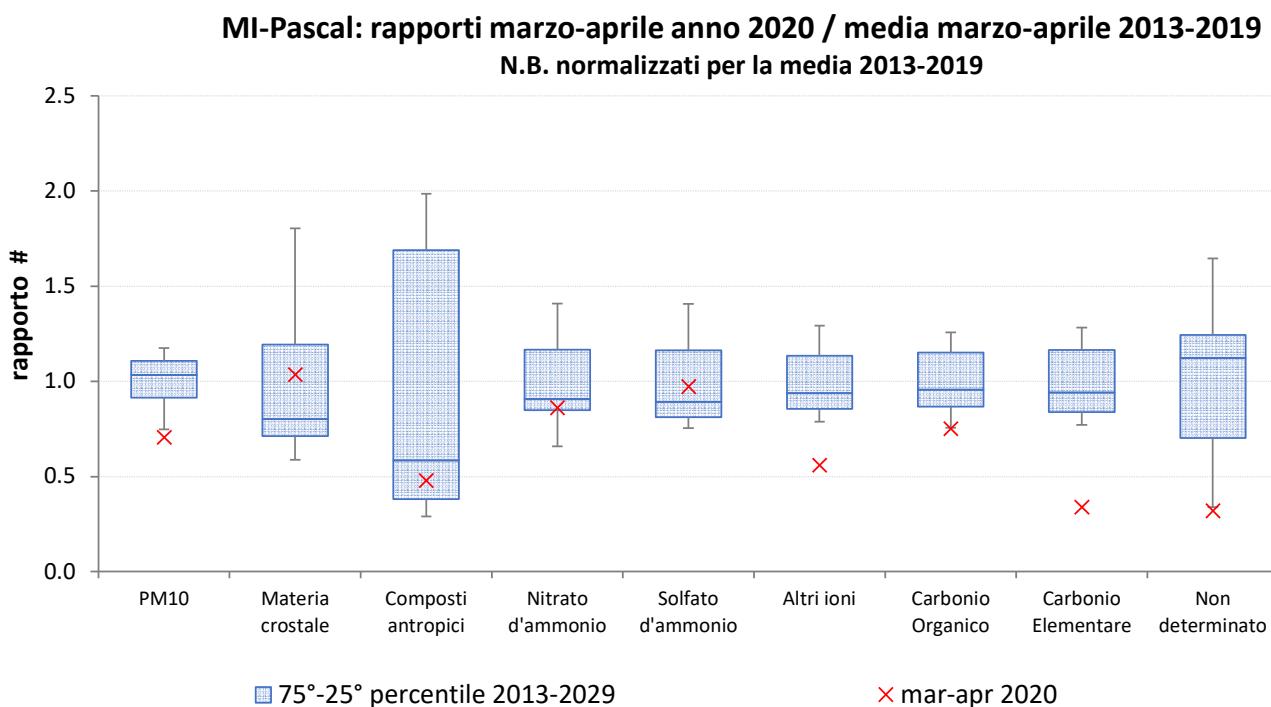


Figura 1.4 – Box-plot dei rapporti tra la media delle concentrazioni di marzo e aprile 2020 delle singole componenti del PM10 e la stessa mediata dal 2013 al 2019.



MI-Pascal: rapporti marzo-aprile anno 2020 / media marzo-aprile 2013-2019
 N.B. normalizzati per la media 2013-2019

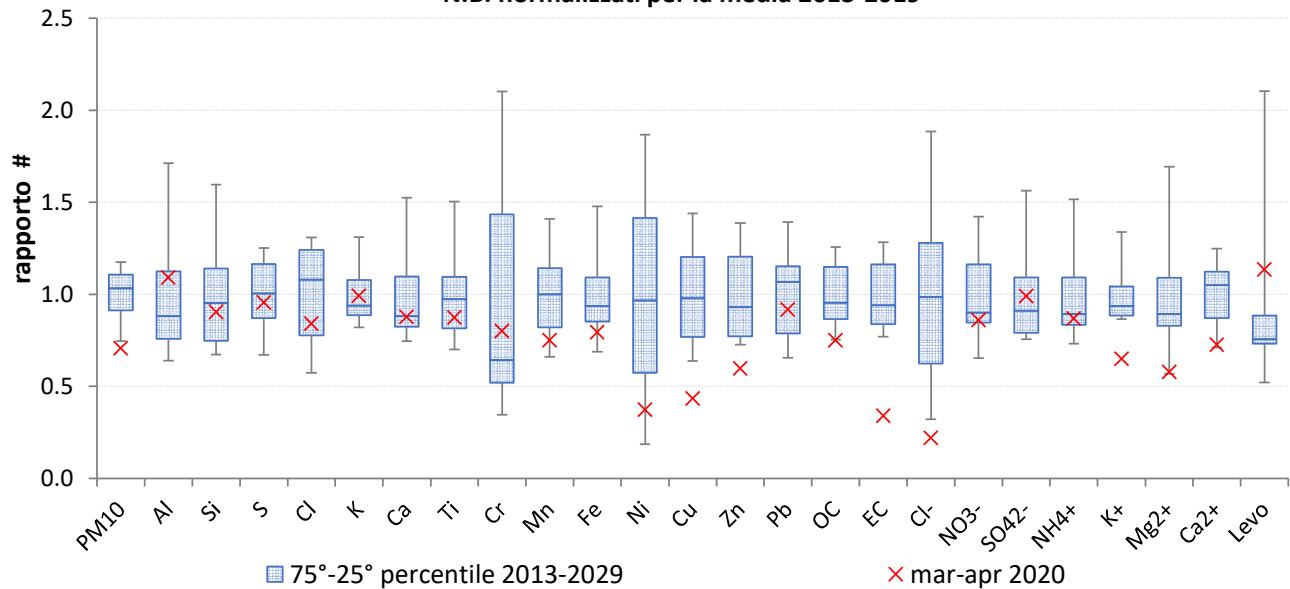


Figura 1.5 - Box-plot dei rapporti tra la media delle concentrazioni di marzo e aprile 2020 delle singole specie del PM10 e la stessa mediata dal 2013 al 2019.

Le analisi effettuate permettono dunque di ricostruire la chiusura di massa giornaliera e di elaborarla come media mensile da gennaio 2013 a settembre 2020 (Figura 1.6), per una migliore visione di insieme degli andamenti. Le due visualizzazioni (concentrazione assoluta e relativa) dello stesso grafico permettono di amplificare o eliminare eventuali periodicità stagionali per alcuni composti come, ad esempio, la componente carboniosa che non mostra stagionalità, oppure il nitrato che la esalta. Infatti, se da un lato in generale si può osservare il trend in diminuzione del PM10 (concentrazioni assolute), appare ben evidente negli anni un trend altrettanto in diminuzione della percentuale di massa non determinata e questo è riconducibile ad un aumento della componente secondaria, ben visibile sui nitrati e anche sul carbonio organico in parte, vista la sua natura mista (primaria e secondaria).



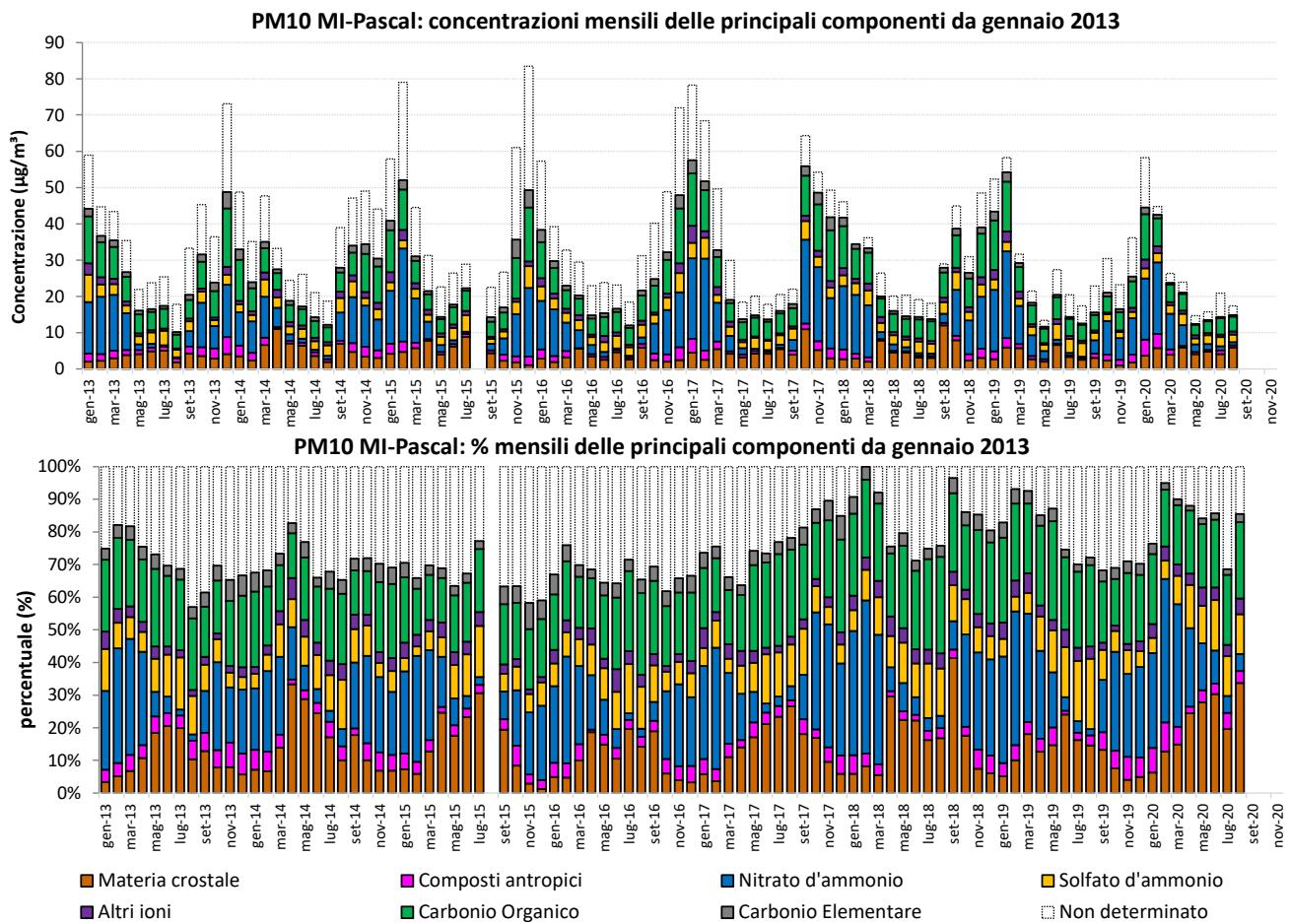


Figura 1.6 – Chiusura di massa mensile del PM10 a MI-Pascal in concentrazioni assolute (sopra) e relative (sotto).

La valutazione dell'andamento della media mensile del PM10 e delle sue componenti nel 2020 rispetto agli anni precedenti è mostrata nei grafici delle Figure 1.7 e 1.8. Mentre la concentrazione di PM10 a gennaio 2020 si attesta al terzo quartile del periodo 2013-2019, le medie mensili successive diminuiscono; il periodo di lockdown fa osservare una concentrazione di marzo inferiore al minimo della variabilità e una concentrazione di aprile altrettanto bassa.

PM10 MI-Pascal: Concentrazioni medie mensili 2013-2019 vs 2020

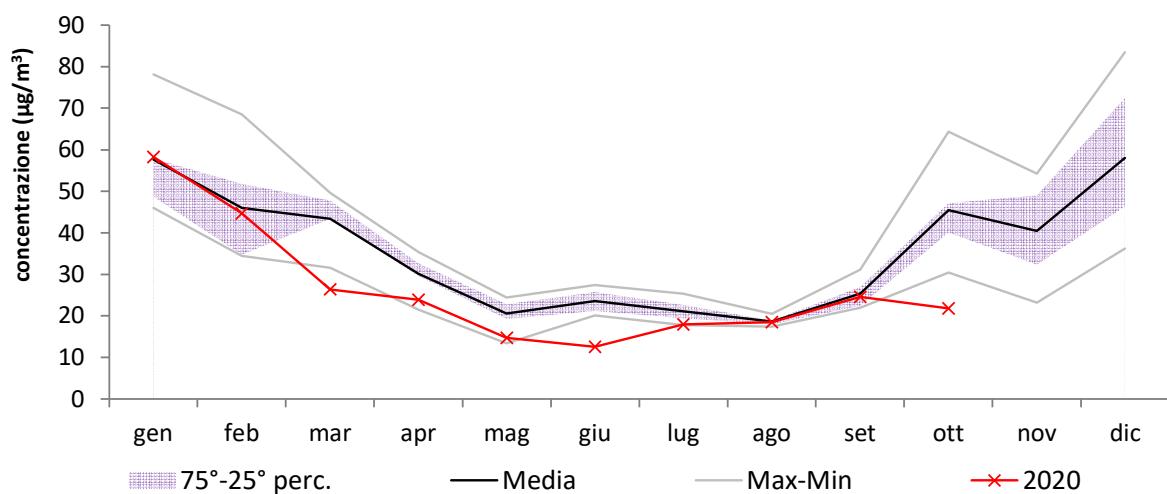


Figura 1.7 – Concentrazioni medie mensili di PM10 nel 2020 (linea rossa) rispetto al periodo 2013-2019 (area di variabilità 25°-75° percentile, media, valore minimo e valore massimo).

L'analisi dei singoli composti evidenzia quanto ritrovato nelle elaborazioni precedenti, ovvero un trend in diminuzione e a campana per le componenti che risentono, come il PM10, della stagionalità sia in termini climatici che emissivi, invece un andamento variabile per le altre. Si osserva una forte diminuzione delle componenti primarie legate al traffico veicolare (EC e Cu) e un aumento delle concentrazioni del levoglucosano, in particolar modo a marzo probabilmente per via delle temperature, indice di un aumento della combustione di biomassa come riscaldamento domestico a causa del blocco delle attività; seppur sul trend a campana dovuto alla stagionalità del composto, si osserva un aumento delle concentrazioni di ammonio nel mese di aprile.



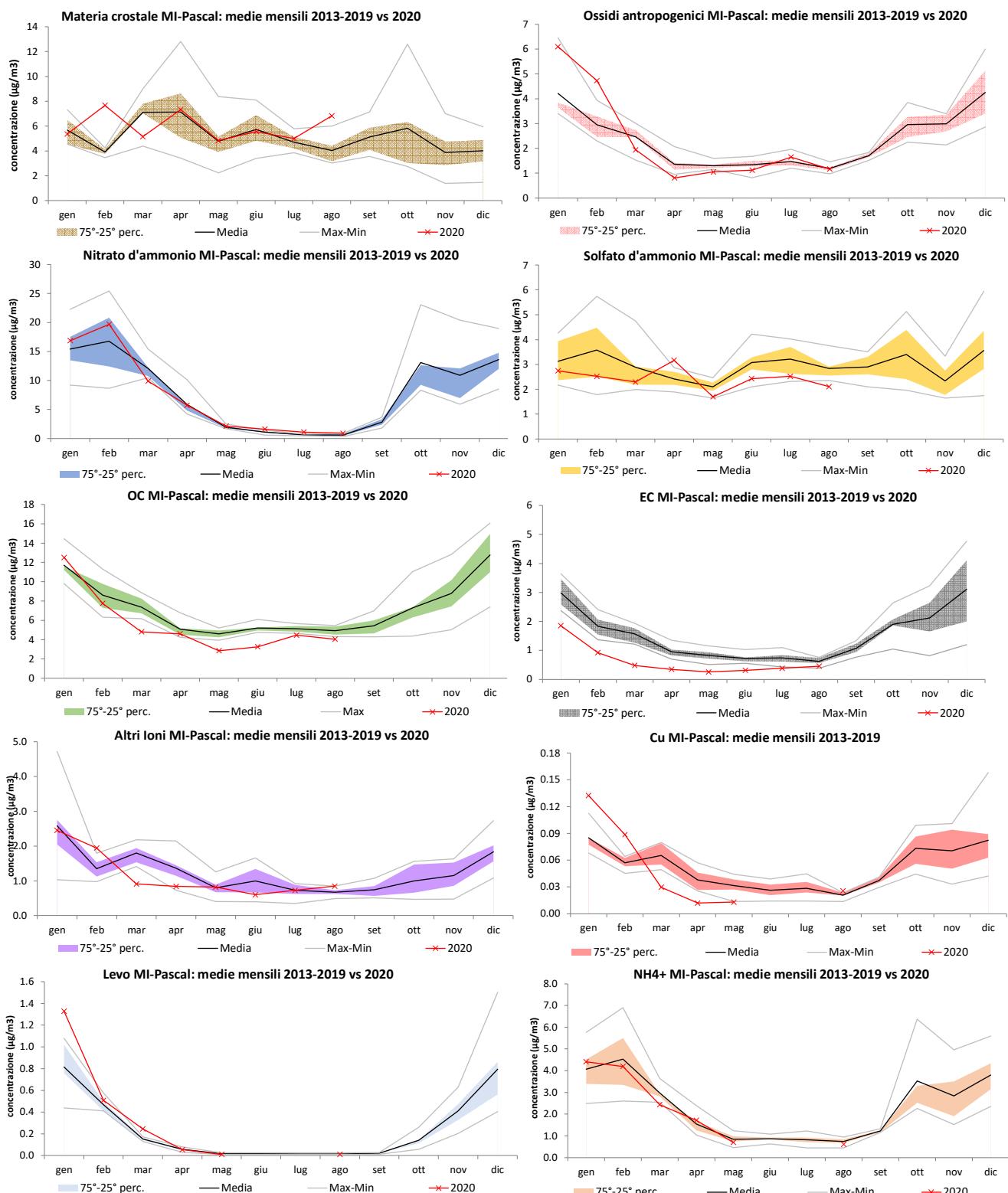


Figura 1.8 – Concentrazioni medie mensili delle componenti del PM10 misurate nel 2020 (linea rossa) rispetto al periodo 2013-2019 (area di variabilità 25°-75° percentile, media, valore minimo e valore massimo).



3. ANALISI delle SINGOLE STAZIONI di MISURA

Per tutti i siti speciali di PrepAIR è stata analizzata la composizione chimica confrontando un periodo prelockdown (2 gennaio – 9 marzo) e uno lockdown (10 marzo – 18 maggio); quest'ultimo periodo è stato identificato dai due DPCM che a livello nazionale hanno portato da un lato al lockdown totale (DPCM 9 marzo e successivamente DPCM 11 marzo) dall'altro a una ripresa di diverse attività e soprattutto alla cessazione delle misure limitative della circolazione all'interno del territorio regionale. Il primo provvedimento al blocco del lockdown totale è in realtà del 26 aprile (DPCM 26/04/2020 ulteriori disposizioni attuative del decreto-legge 23 febbraio 2020, n. 6) ma la ripresa delle attività era ancora molto ridotta. Ovviamente ogni regione ha emanato decreti specifici ma si è preferito optare per una scelta comune a tutti i siti.

Poiché il campionamento di filtri di PM10 nell'ambito del progetto PrepAIR è partito ad aprile 2018, è stato concordato di basare le valutazioni esposte nel presente report principalmente sulle analisi dei dati degli anni 2019 e 2020. Per i diversi siti è stata quindi calcolata la chiusura di massa del PM10, in parte con i dati analitici non rielaborati e in parte calcolando alcune componenti. Le scelte sono le stesse utilizzate per l'analisi del sito Milano Pascal (Cap. 2): assieme alla frazione carboniosa (OC e EC) e ai principali ioni del secondario inorganico (nitrato e solfato d'ammonio, NH_4NO_3 e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), sono state calcolate la componente crostale, gli “altri elementi” e infine gli “altri ioni”.

La materia crostale è costruita calcolando la forma ossidata dei principali elementi che la compongono (Si, Al, Mg, Fe, ecc.). Per quelli che possono derivare anche da altre sorgenti viene calcolato il fattore di arricchimento (EF) per stimare che percentuale attribuire alla sorgente crostale. I calcoli sono stati fatti seguendo Marcazzan et al. (2002), usando i valori di riferimento della crosta terrestre di Mason (Nature, 1966). La componente denominata “altri elementi” è composta dagli elementi che non formano la componente crostale (es. rame), più la percentuale non terrigena degli elementi che possono avere origine mista (es. ferro). Anche “altri ioni” sono la somma degli ioni non crostali (cloruro, bromuro, ecc.), e della parte non terrigena di quelli crostali (potassio, calcio, ecc.), meno i principali ioni secondari considerati separatamente (ammonio, nitrato e solfato). È stato infine indicato con “ND” la frazione di massa di PM10 non determinata, in quanto non coperta da tutte le analisi condotte e quindi non quantificabile, composta principalmente da materia organica e acqua.

Nell'analisi di ogni sito sono stati presi in considerazione anche due elementi che seppur non contribuiscono alla massa del particolato, sono utili in quanto traccianti di alcune specifiche sorgenti. Il levoglucosano è un anidro-zucchero che deriva esclusivamente dalla combustione incompleta della cellulosa e pertanto fornisce indicazioni sul quantitativo di PM10 emesso dalla sorgente “combustione di biomassa legnosa”. Il rame invece è un tracciante dell'abrasione del materiale frenante (traffico non-exhaust) ed è quindi utilizzato per rilevare variazioni della sorgente traffico.

Infine, si è valutato il rapporto tra il carbonio organico e il carbonio elementare (OC/EC). Tale rapporto fornisce indicazioni sulle sorgenti di emissione e sui processi di formazione che interessano la frazione carboniosa. Valori bassi indicano un contributo di sorgenti come il traffico (Handler et al. 2008), mentre valori elevati possono essere legati nei mesi più freddi a fattori meteorologici, come l'abbassamento del PBL (Planetary Boundary Layer) e la stabilità atmosferica, tipica della pianura padana, che favoriscono la condensazione dei precursori volatili e la produzione di particolato invecchiato con arricchimento di secondario, oppure alla combustione della biomassa legnosa. Nei mesi caldi un valore alto di questo rapporto può derivare sempre dall'aumento del secondario ma per trasformazioni foto ossidative.



Sono state fatte alcune scelte procedurali (data processing) di seguito elencate:

- Per i dati inferiori al limite di quantificazione si è scelto di utilizzare 1/2 di tale limite;
- Gli analiti presenti in un anno e non nell'altro non sono stati considerati;
- I giorni che non avevano elementi decisivi per la chiusura di massa (es. carbonio organico) non sono stati considerati;
- Nei grafici a torta e nei grafici a boxplot sono stati calcolati i contributi del SIA sul PM10 con un procedimento diverso che in alcuni casi può portare ad alcuni punti percentuali di differenza: nel primo caso si è determinato il rapporto tra le medie mentre nel secondo, che necessita di un dato giornaliero per dare informazione della distribuzione, è stata calcolata la media dei rapporti;
- Il giorno del 1° gennaio è stato eliminato in entrambi gli anni in quanto influenzato dai fuochi d'artificio di Capodanno;
- È stato escluso l'episodio di sabbia dal mar Caspio di fine marzo 2020 (28-30/03/2020).

3.1 Torino

Bilancio di massa

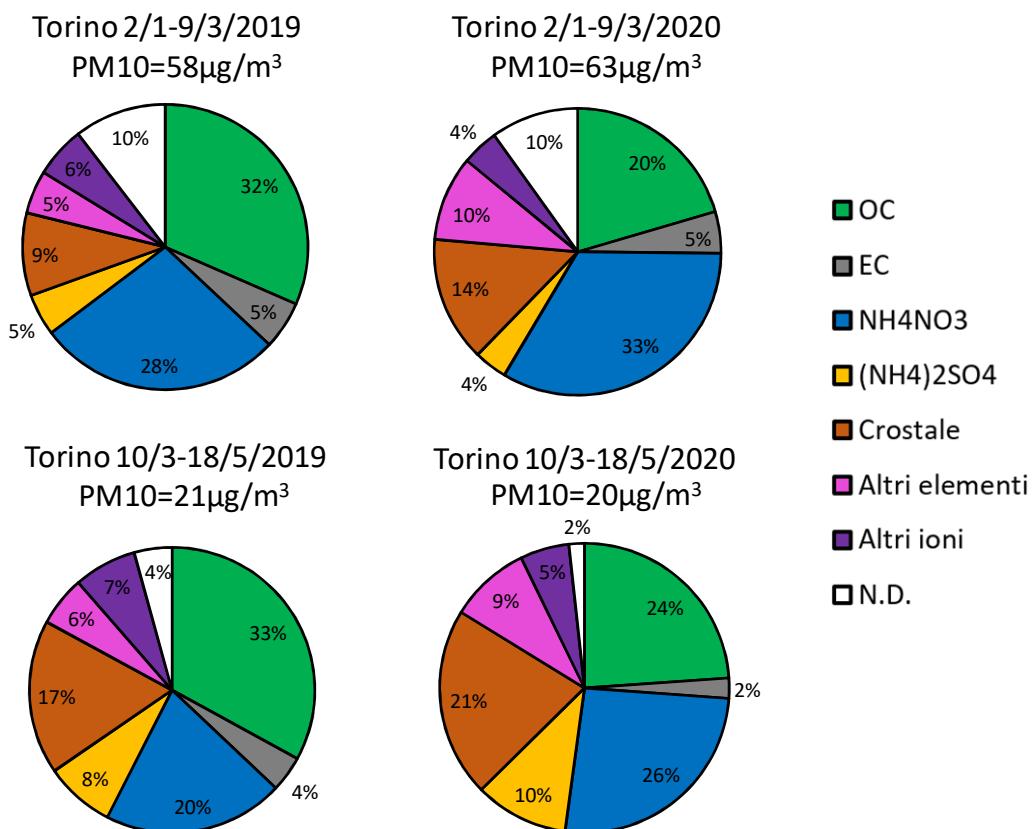


Figura 3.1.1 - Confronto della chiusura del bilancio di massa nel 2019 e nel 2020 nel sito di fondo urbano di Torino

Nella Figura 3.1.1 sono messe a confronto le componenti percentuali del bilancio di massa nei due periodi considerati, ovvero pre-lockdown (2 gennaio – 9 marzo) e lockdown (10 marzo – 18 maggio).

Si può in generale evidenziare che la componente secondaria inorganica (nitrato di ammonio più solfato di ammonio) costituisce la quota prevalente del particolato; tale quota nel 2020 risulta aumentata rispetto



all'anno precedente, sia nel periodo pre-lockdown (33% nel 2019, contro 37% nel 2020) che nel periodo di lockdown (28% nel 2019, 36% nel 2020, con una differenza percentualmente superiore rispetto al primo periodo).

Aumenta quindi nel lockdown 2020 la componente inorganica secondaria derivante dai precursori gassosi (ossidi di azoto, ammoniaca e ossidi di zolfo), nonostante la diminuzione rilevata nelle concentrazioni urbane di ossidi di azoto dovuta al minor traffico veicolare. Il minor apporto del traffico veicolare è visibile anche nella diminuzione del carbonio elementare che dimezza il suo contributo percentuale (dal 4% del 2019 al 2% del 2020) nel periodo di lockdown.

Più difficilmente interpretabile in quanto non attribuibile al solo decremento delle sorgenti (combustioni), la diminuzione percentuale del carbonio organico nel periodo lockdown, visto che questo decremento avviene anche nel periodo non soggetto a limitazioni; potrebbe essere attribuito alla variazione della componente secondaria del carbonio organico, la cui formazione potrebbe essere stata sfavorita da condizioni meteorologiche differenti.

Andamento temporale del bilancio di massa

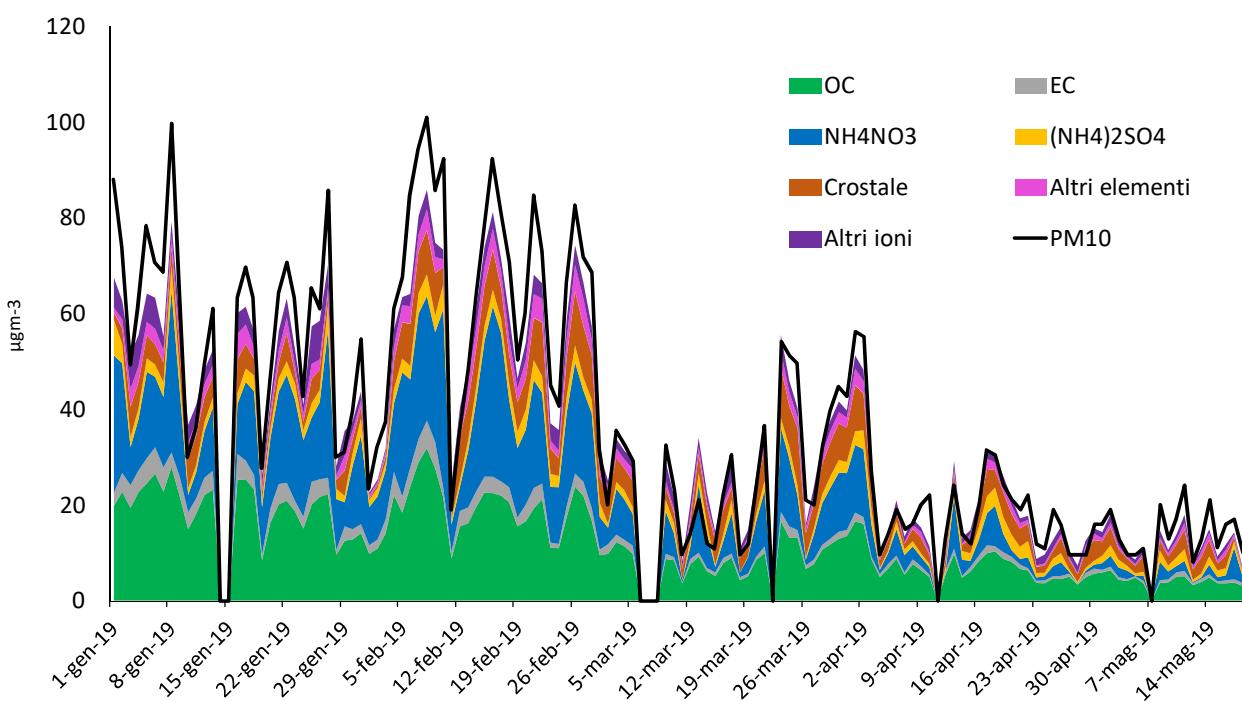


Figura 3.1.2 - Andamento temporale giornaliero delle componenti del particolato nei primi 5 mesi del 2019 nel sito di fondo urbano di Torino



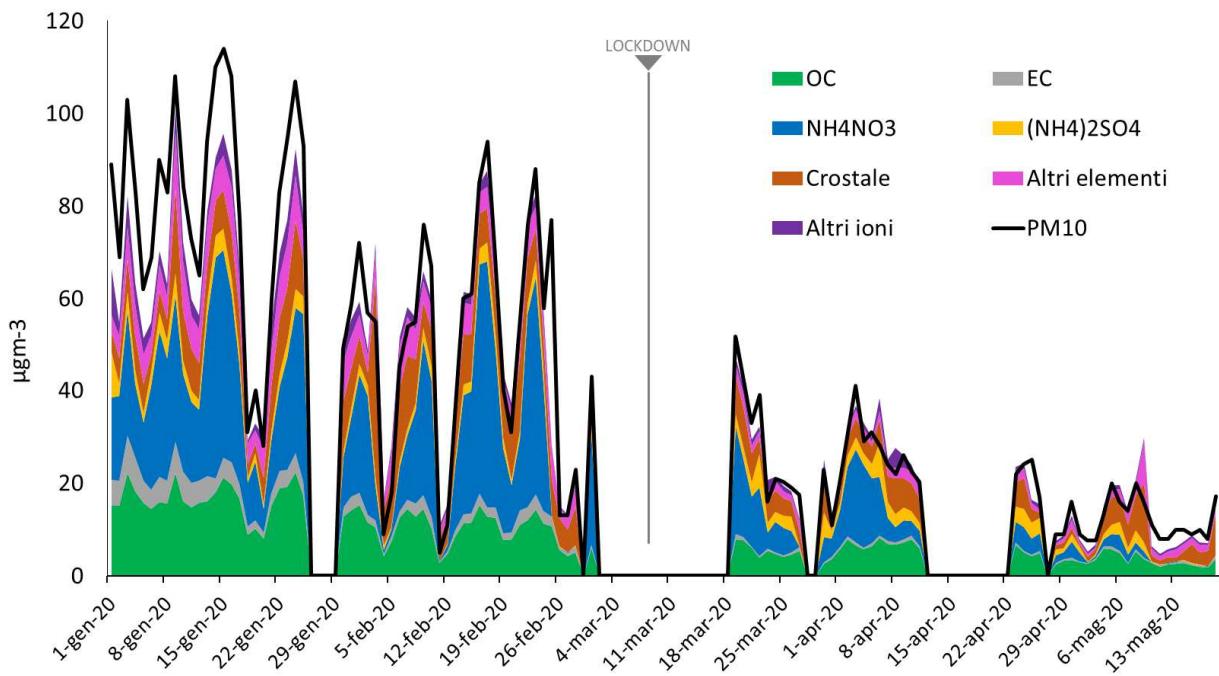


Figura 3.1.3 - Andamento temporale giornaliero delle componenti del particolato nei primi 5 mesi del 2019 nel sito di fondo urbano di Torino

Questo aspetto sarà da valutare nel prosieguo delle attività, si può in parte attribuire alla particolarità del mese di febbraio, mese che in Piemonte detiene il primato degli episodi di phoen con temperature medie giornaliere anche al di sopra dei 15 °C (dal 3 al 5 febbraio, e l'11-12 febbraio). Si consideri che in Piemonte febbraio 2020 ha avuto una temperatura media di circa 5.5 °C con un'anomalia termica positiva di 3.9 °C rispetto alla media del periodo 1971-2000: è stato il mese di febbraio più caldo nella distribuzione storica degli ultimi 63 anni. Questo ha sicuramente sfavorito la condensazione dei composti organici semivolatili, che dà origine al carbonio organico secondario.

La componente crostale invece aumenta nel 2020 sia nel pre-lockdown che nel lockdown: tale componente di origine naturale è legata sia al trasporto su lunga distanza delle polveri, sia al risollevamento delle polveri indotto dal passaggio veicolare.

Un leggero aumento nell'anno 2020 si nota anche per la componente denominata "altri elementi".

L'analisi degli andamenti giornalieri del bilancio di massa – espresso in valori assoluti – conferma le considerazioni riportate nel paragrafo precedente per il bilancio di massa relativo ai due periodi (pre-lockdown e lockdown) del 2019 e 2020.

In particolare risulta evidente nel 2020, a partire già dai primi mesi dell'anno, l'aumento della componente secondaria inorganica, soprattutto per quanto riguarda il nitrato d'ammonio. La formazione del nitrato d'ammonio sembrerebbe essere stata particolarmente favorita dalle condizioni meteorologiche che si sono verificate in gennaio. Fino al 28 gennaio infatti l'atmosfera è stata particolarmente stabile, completamente priva di precipitazioni, ma con persistenza di alta umidità durante tutto il corso delle giornate (mediamente nel periodo 1-28/1 è stata del 72%) e temperature medie intorno a 5 °C. In tali condizioni sono favorite le reazioni di conversione in fase eterogenea gas-liquido di precursori gassosi in particolato. In questo periodo particolarmente critico sono stati numerosi i giorni con concentrazioni di PM10 superiori ai 100 µg/m³. Purtroppo, la mancanza di dati nelle prime settimane di lockdown, legata a inconvenienti di natura tecnica,



non permette di osservare in modo dettagliato la transizione dal periodo pre-lockdown al periodo lockdown nel corso dell'anno 2020.

Boxplot – Rapporti

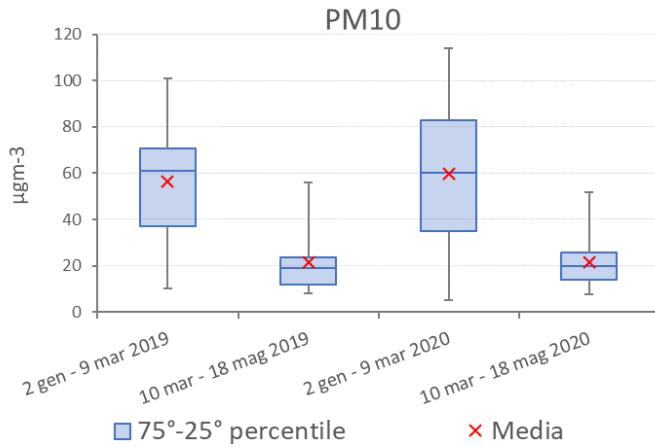


Figura 3.1.4 – Boxplot relativi alle concentrazioni di particolato PM10 nei due periodi in esame degli anni 2019-2020 nel sito di fondo urbano di Torino

Le concentrazioni di particolato nel periodo lockdown - rappresentate nel grafico a boxplot di figura 3.1.4 - appaiono sostanzialmente invariate nel 2019 e nel 2020, sia per i valori medi che per i percentili.

Mostrano invece una maggiore variabilità i dati nei due periodi pre-lockdown, soprattutto nel caso del 2020.

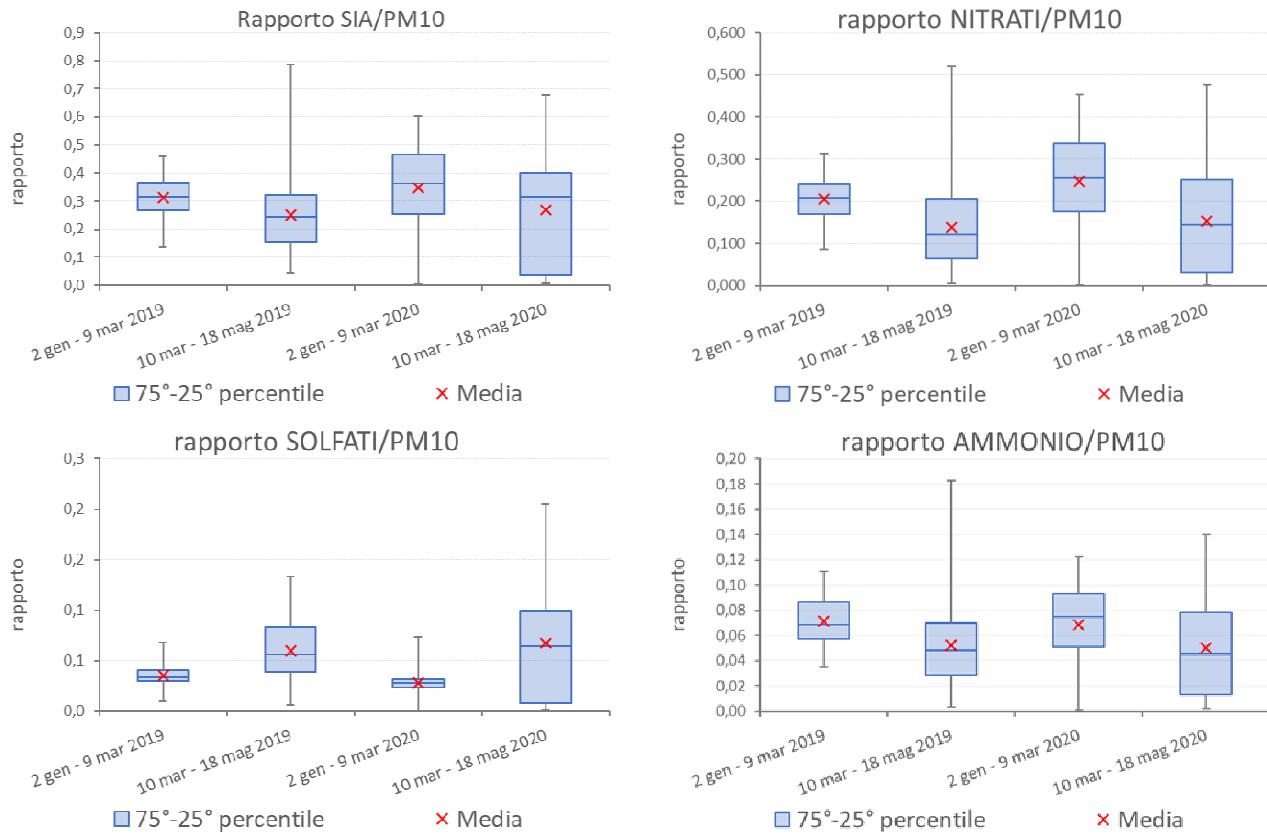


Figura 3.1.5 – Boxplot relativi ai rapporti tra aerosol secondario inorganico (SIA) nel suo insieme e particolato PM10 (in alto, a sinistra), nitrati e PM10 (in alto, a destra), sulfati e PM10 (in basso, a sinistra), ammonio e PM10 (in basso, a destra) nei due periodi in esame degli anni 2019-2020 nel sito di fondo urbano di Torino

Per quanto riguarda la componente inorganica secondaria (nitrato e solfato d'ammonio), i grafici rappresentati in Figura 3.1.5 confermano come il contributo di tale componente rimanga invariato nel periodo primaverile dei due anni.

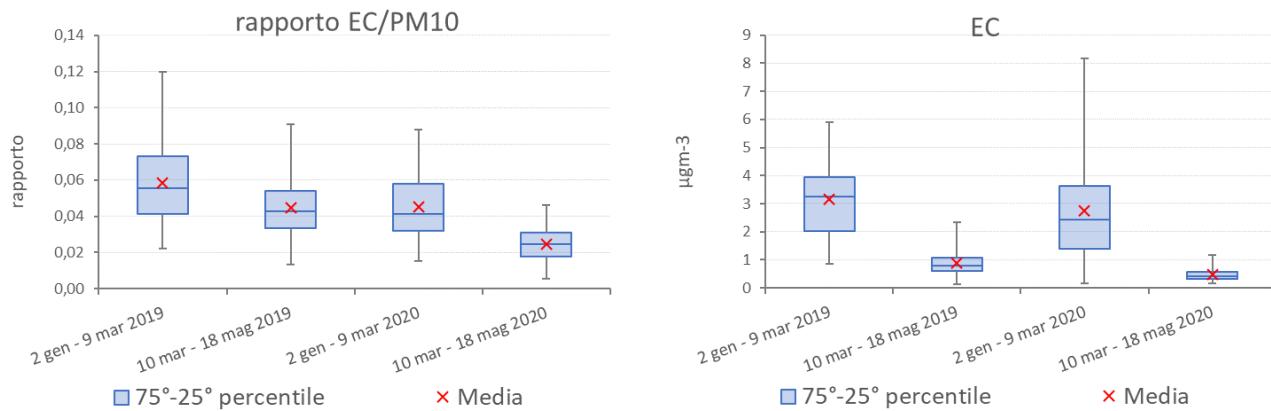


Figura 3.1.6 – Boxplot relativi al carbonio elementare (EC) e al rapporto tra carbonio elementare e particolato PM10 nei due periodi in esame degli anni 2019-2020 nel sito di fondo urbano di Torino

L'osservazione dei grafici relativi al carbonio elementare (EC) - sia in termini assoluti che relativi al contributo sul particolato (Figura 3.1.6) - mostrano una diminuzione nel 2020 rispetto al 2019, particolarmente accentuata nel periodo di lockdown, a causa della significativa riduzione del traffico veicolare. Tale considerazione risulta ancora più evidente dal grafico lineare con gli andamenti giornalieri del contributo dell'EC sul PM10 nei due anni 2019 e 2020 (Figura 2.7), ad eccezione della prima metà del mese di gennaio, a causa della notevole stabilità atmosferica, con giornate prive di precipitazioni e ventilazione assente, e temperature fredde, mediamente intorno ai 5 °C, anche se non particolarmente rigide.

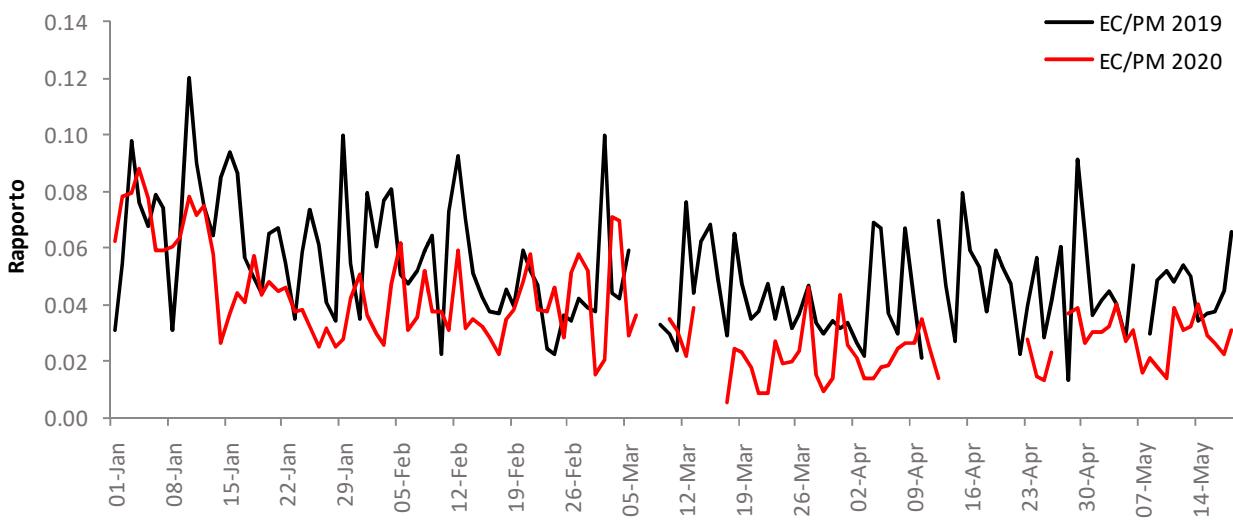


Figura 3.1.7 – Andamento temporale giornaliero del rapporto tra carbonio elementare (EC) e particolato PM10 nei primi 5 mesi del 2019 nel sito di fondo urbano di Torino



La riduzione marcata del carbonio elementare durante il lockdown 2020 spiega anche l'aumento del rapporto carbonio organico/carbonio elementare (OC/EC), per diminuzione del denominatore (Fig. 3.1.8).

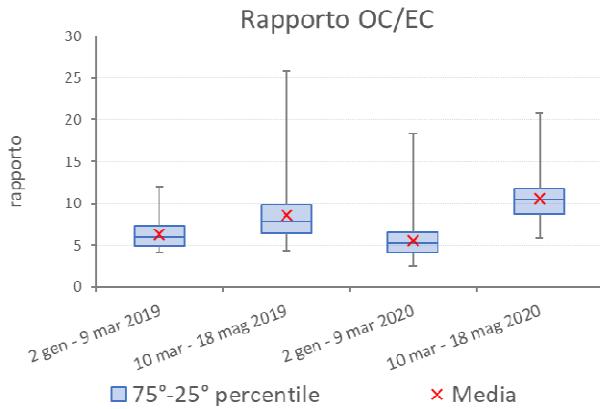


Figura 3.1.8 – Boxplot relativo al rapporto tra carbonio organico (OC) e carbonio elementare (EC) nei due periodi in esame degli anni 2019-2020 nel sito di fondo urbano di Torino

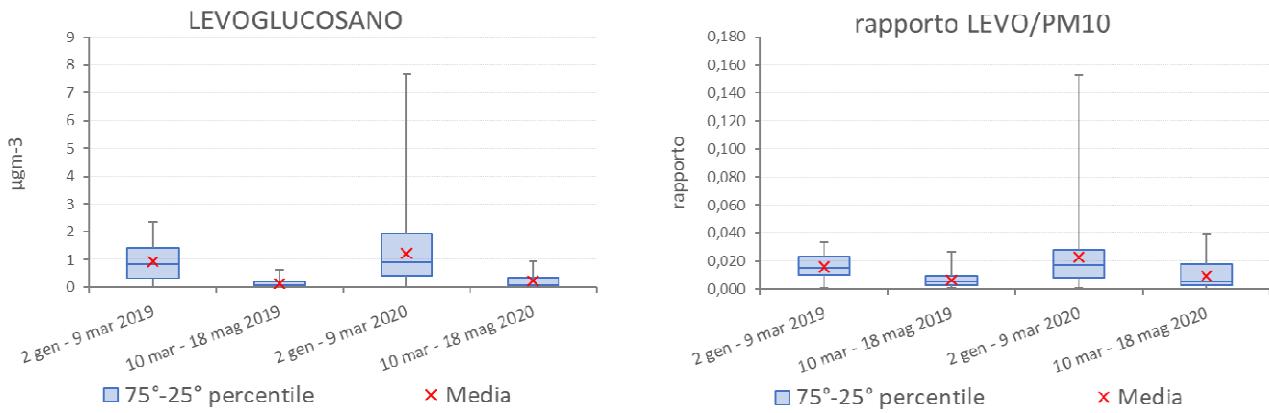


Figura 3.1.9 – Boxplot relativi al levoglucosano e al rapporto tra levoglucosano e particolato PM10 nei due periodi in esame degli anni 2019-2020 nel sito di fondo urbano di Torino

Per quanto riguarda il levoglucosano, il 2020 è caratterizzato da valori mediamente più elevati rispetto al 2019 - sia come valori assoluti che come contributo al PM10 - non imputabili a temperature invernali e primaverili più rigide. In particolare, il rapporto tra i valori primaverili e quelli invernali è più alto rispetto a quello del 2019.



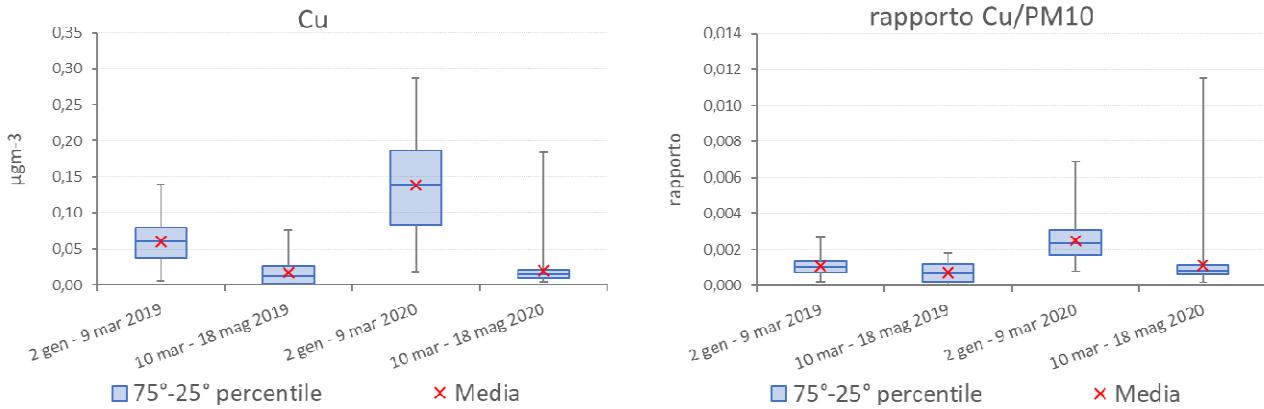


Figura 3.1.10 – Boxplot relativi al rame (Cu) e al rapporto tra rame e particolato PM10 nei due periodi in esame degli anni 2019-2020 nel sito di fondo urbano di Torino

Un caso da approfondire è quello emerso dall’analisi dei valori di concentrazione del rame (Cu) e del loro contributo al PM10: come si può rilevare osservando i grafici a boxplot (Figura 3.1.10), tutto il periodo invernale del 2020 presenta valori particolarmente elevati rispetto all’anno precedente, che non si osservano nel periodo primaverile.

Approfondendo l’analisi con il confronto di Figura 3.1.11 (grafico lineare degli andamenti giornalieri 2019 e 2020), la tendenza risulta ancora più marcata, con valori superiori nel primo trimestre del 2020 rispetto al 2019 e valori inferiori nel secondo trimestre, probabilmente legati alla riduzione della sorgente traffico che inizia a farsi evidente nel periodo di lockdown 2020.

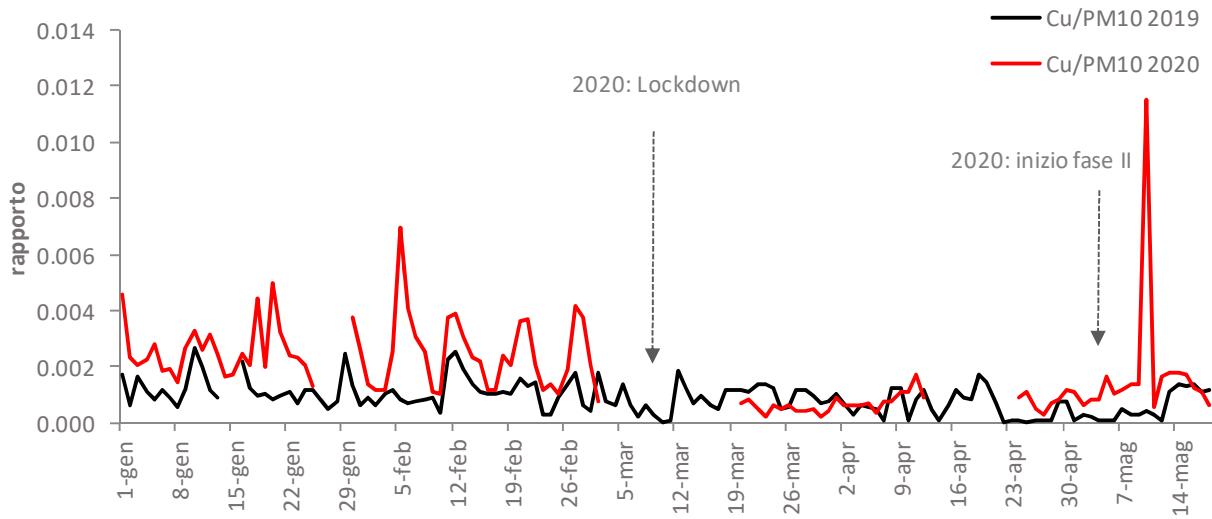


Figura 3.1.11 – Andamento temporale giornaliero del rapporto tra rame (Cu) e particolato PM10 nei primi 5 mesi del 2019 nel sito di fondo urbano di Torino

3.2 Bologna

Bilancio di massa

La massa del PM10 (figg. 3.2.1 e 3.2.4) all’interno dello stesso periodo, mostra una variabilità dell’ordine di qualche microgrammo da un anno all’altro. Anche la maggior parte delle componenti del bilancio di massa non mostra particolari variazioni se non legate a fluttuazioni naturali da un anno all’altro.



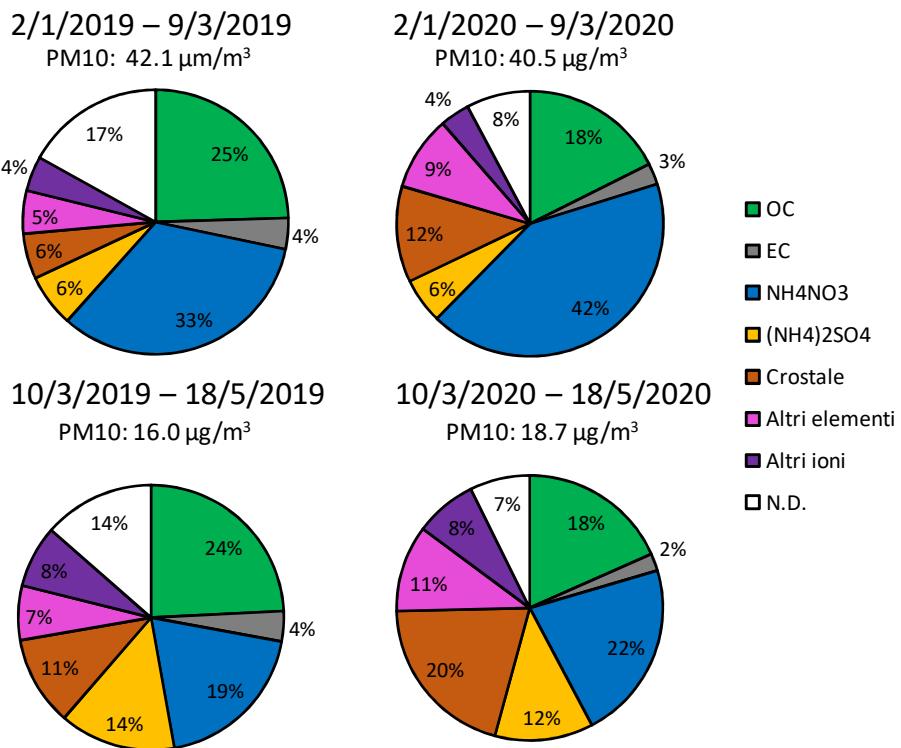
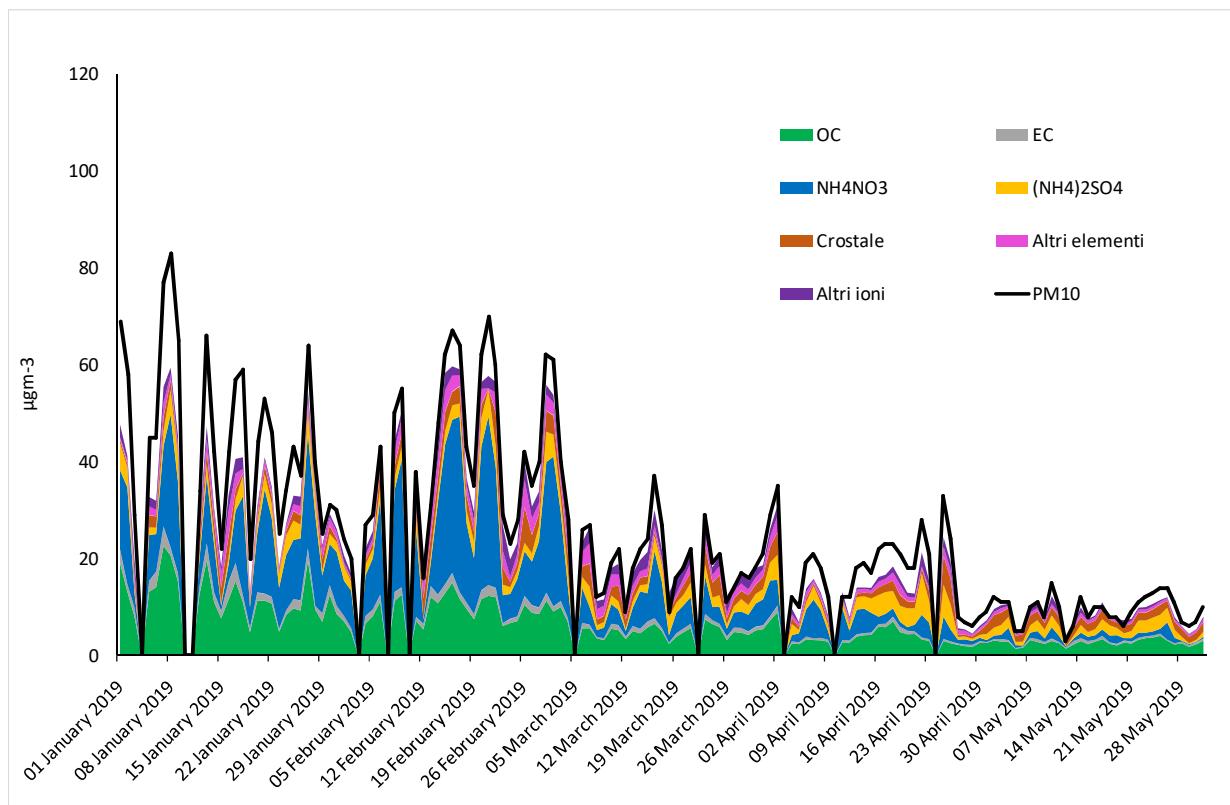


Figura 3.2.1 - Confronto della chiusura del bilancio di massa nel 2019 e nel 2020 nei due periodi pre lockdown e lockdown, nel sito di Bologna

Andamento temporale componenti



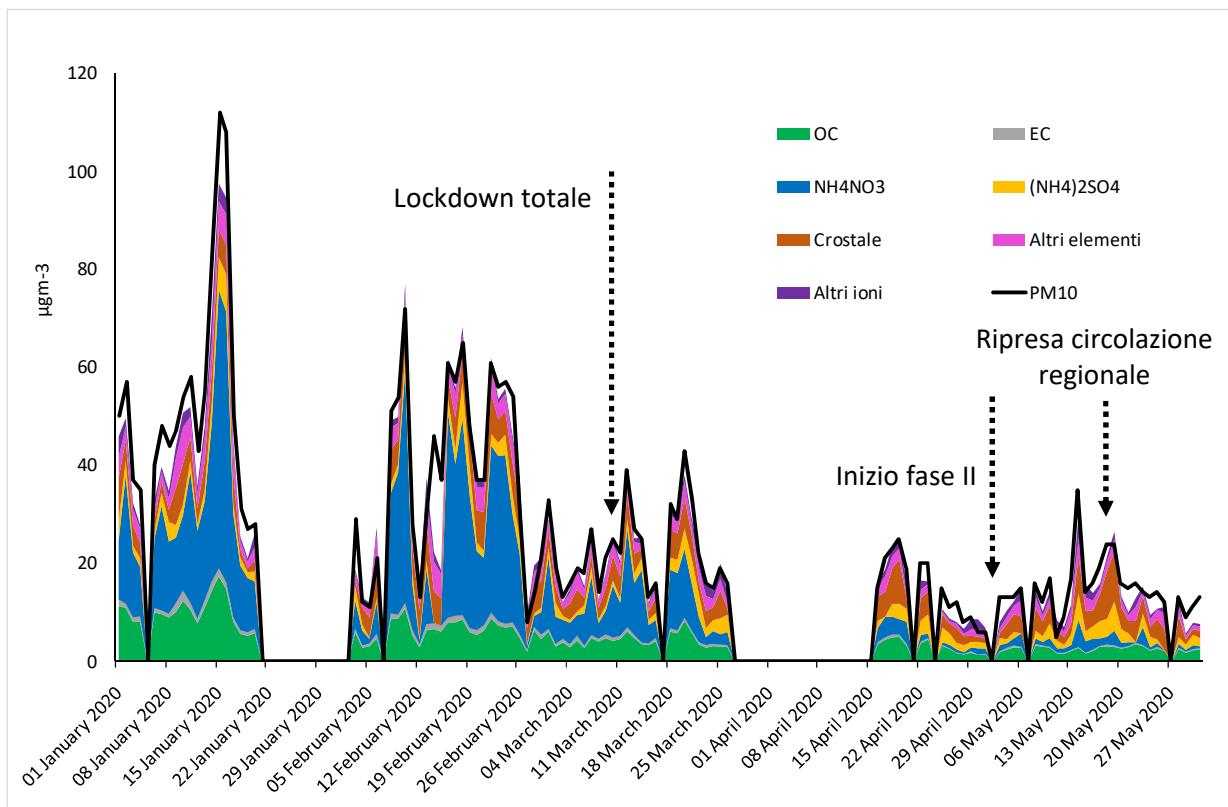


Figura 3.2.2 - Andamento temporale giornaliero delle componenti del particolato nei primi 5 mesi del 2019 (sopra) e nel 2020 (sotto) nel sito di Bologna (la mancanza di dati tra marzo e aprile è legata al blocco dei campionamenti causa Covid19)

La riduzione del nitrato d'ammonio (da 33% a 19% e da 42% a 22% rispettivamente nel 2019 e nel 2020) e il contemporaneo aumento del solfato (da 6% a 14 e da 6% a 12%), dal periodo invernale a quello più primaverile del lockdown, sono legate all'aumento delle temperature e al cambio stagionale (il nitrato è il sale inorganico tipicamente invernale) come si evince anche dall'andamento temporale giornaliero di fig. 3.2.2. Si nota nel periodo invernale del 2019 un valore di nitrato d'ammonio minore rispetto al 2020 (33% vs 44%): questo è in parte dovuto al mese di gennaio 2019 che aveva valori per tale inquinante inferiori rispetto sia ai mesi di gennaio 2020 che di febbraio (sia 2019 che 2020). Durante il periodo lockdown, la componente secondaria nel complesso non mostra dunque differenze rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente (5.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2019 pari al 33% del PM10 e 6.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pari al 34%, nel 2020) come si evince anche dal boxplot a destra di figura 3.2.3.

I valori del crostale, che normalmente tendono ad aumentare andando verso la stagione più calda, risultano particolarmente elevati a marzo-maggio 2020 (3.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 20% del PM10) presumibilmente a causa dell'imponente trasporto di polvere dal Mar Caspio di fine marzo che potrebbe aver inciso anche nei giorni successivi all'evento (con valori di PM10 che hanno superato in alcune stazioni i 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e un numero elevato di giorni siccitosi nel mese di aprile 2020 (il contributo del crostale al PM10 è infatti molto più alto ad aprile che a marzo 2020 mentre i valori sono simili nel 2019).

La variabilità della frazione organica nel 2020 è comparabile a quella del 2019.

Si rileva infine un calo di EC dal 4% al 2% nel periodo lockdown rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente. Come si evince anche dal boxplot di figura 3.4 è presente una riduzione anche nel periodo invernale durante il mese di gennaio 2020, seppur inferiore a quella osservata durante il 10 marzo-18 maggio. Nonostante la grande variabilità giornaliera di EC/PM10 (fig. 3.2.5) l'andamento temporale evidenzia



chiaramente il crollo di EC/PM10 dopo il 10 marzo e in tutto il periodo lockdown il numero di giorni in cui il rapporto è superiore nel 2020 rispetto al 2019 è di soli 4 giorni su 70.

Boxplot

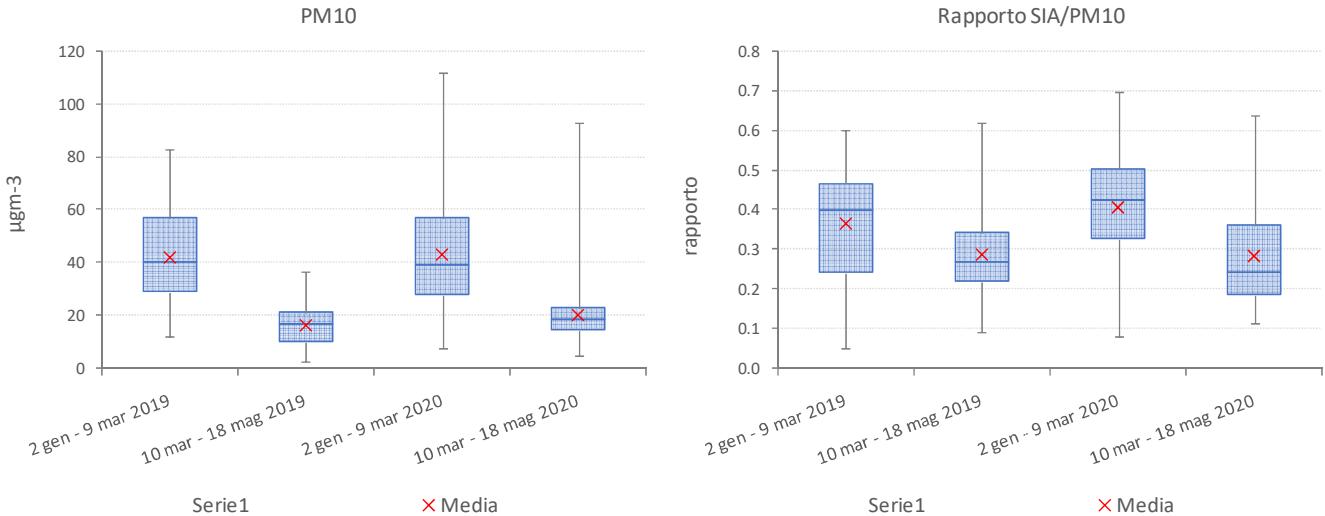


Figura 3.2.3 - Confronto tra il 2020 e il 2019 del PM10 (a sinistra) e del contributo del SIA al PM10 (a destra) e nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di Bologna

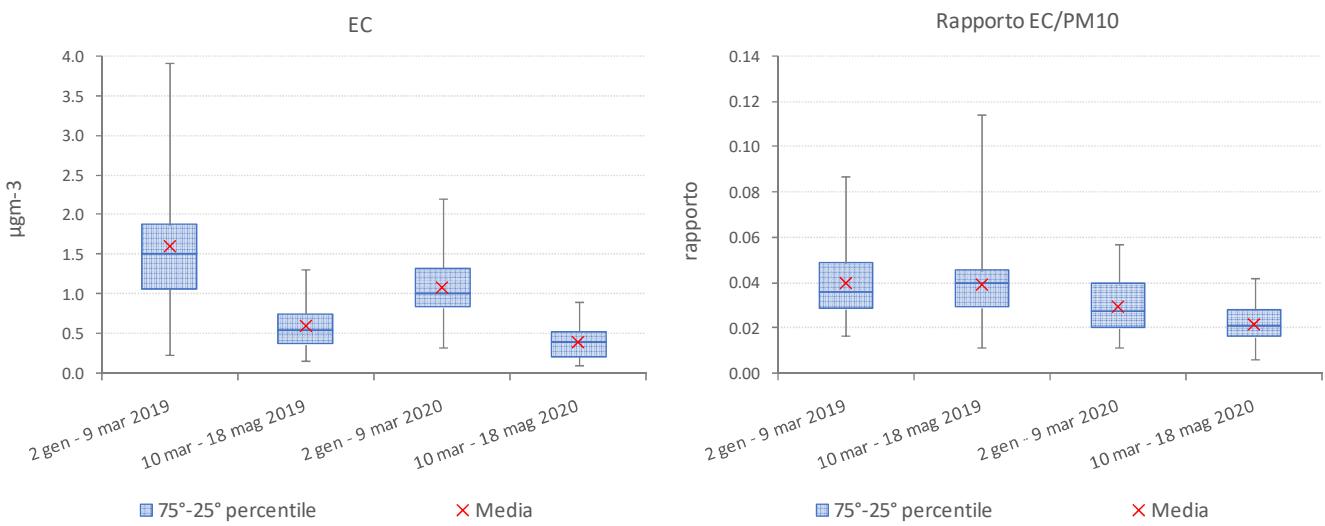


Figura 3.2.4 - Confronto tra il 2020 e il 2019 di EC (a sinistra) e del suo rapporto su PM1 (a destra) nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di Bologna



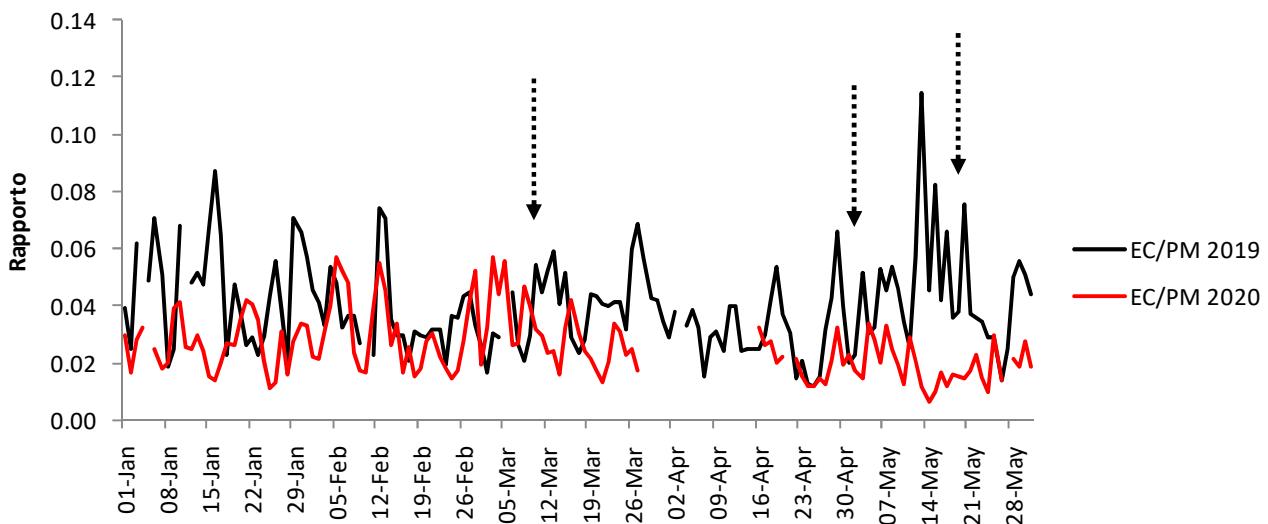


Figura 3.2.5 - Andamento giornaliero del EC/PM10 nel 2019 e nel 2020 nel sito di Bologna

L’andamento di Cu/PM10 (fig. 3.2.6) mostra un calo importante dopo il 10 marzo 2020 (seppur il numero di dati è molto limitato) e, anche se a differenza di EC tale decremento non perdura nel mese successivo (i dati del 2020 al momento disponibili sono solo fino al 30 aprile), tutti i valori del periodo lockdown mostrano concentrazioni o più basse (10-31 marzo) o in linea (1-30 aprile) all’anno precedente, mentre in inverno sono nettamente più alti (fig. 3.2.7 a destra). Anche l’analisi con la concentrazione assoluta di Cu (fig. 3.2.7 a sinistra) mostra un 2020 con valori più elevati, mentre nel periodo lockdown le differenze non sono più evidenti.

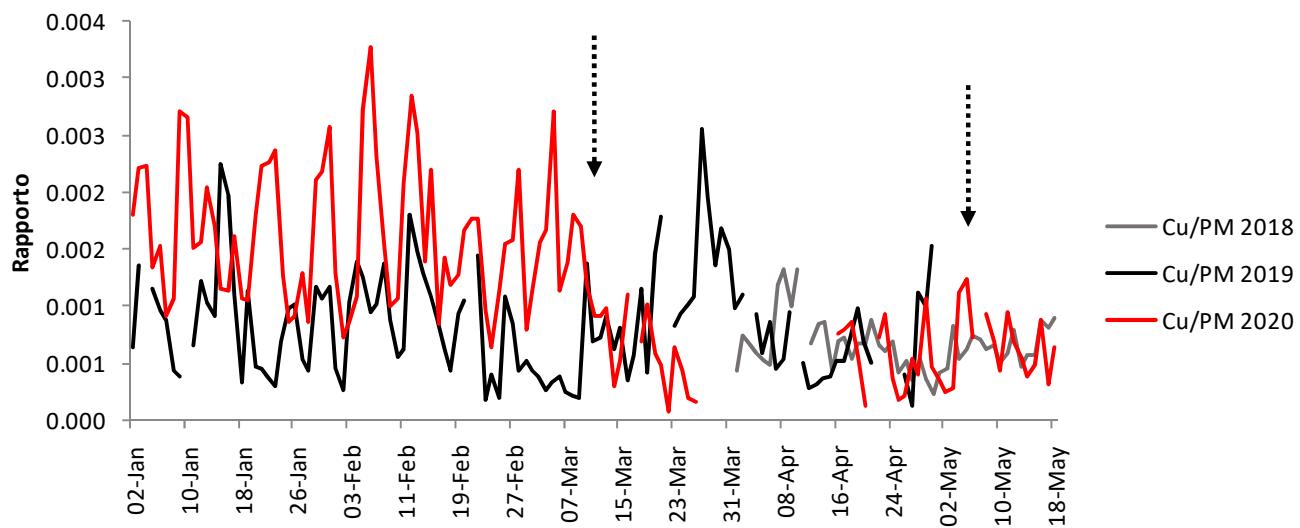


Figura 3.2.6 - Andamento giornaliero del Cu su PM10 nel 2018-2019 e nel 2020 nel sito di Bologna



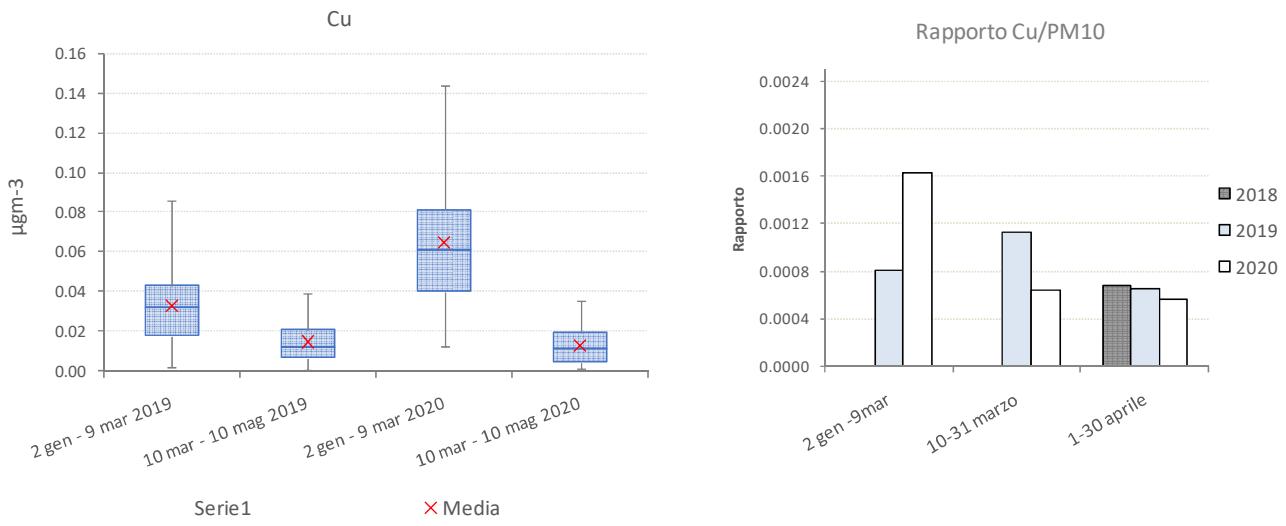


Figura 3.2.7 - Confronto tra il 2020 e il 2019 della concentrazione di Cu (a sinistra) nei due periodi pre lockdown e lockdown e confronto della media di Cu/PM10 in tre periodi differenti (a destra) nel sito di Bologna

Dal confronto tra 2019 e 2020 (fig. 3.2.8) non emergono differenze sostanziali nel periodo di lockdown per quanto riguarda le concentrazioni di levoglucosano, sia in termini assoluti che relativi, e quindi della sorgente “combustione di biomassa”.

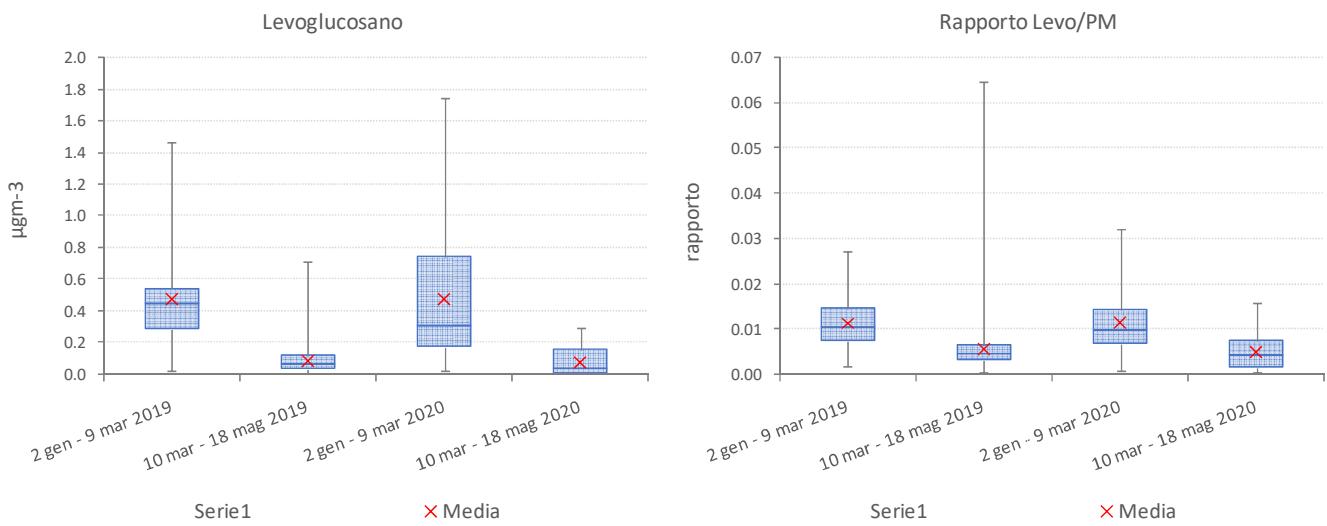


Figura 3.2.8 – Confronto del levoglucosano (a sinistra) e del suo rapporto sul PM10 (a destra) e nel 2019 e 2020 nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di Bologna

Il rapporto tra il carbonio organico e il carbonio elementare (fig. 3.2.9) durante il lockdown mostra chiaramente valori più alti nel 2020 rispetto al 2019.



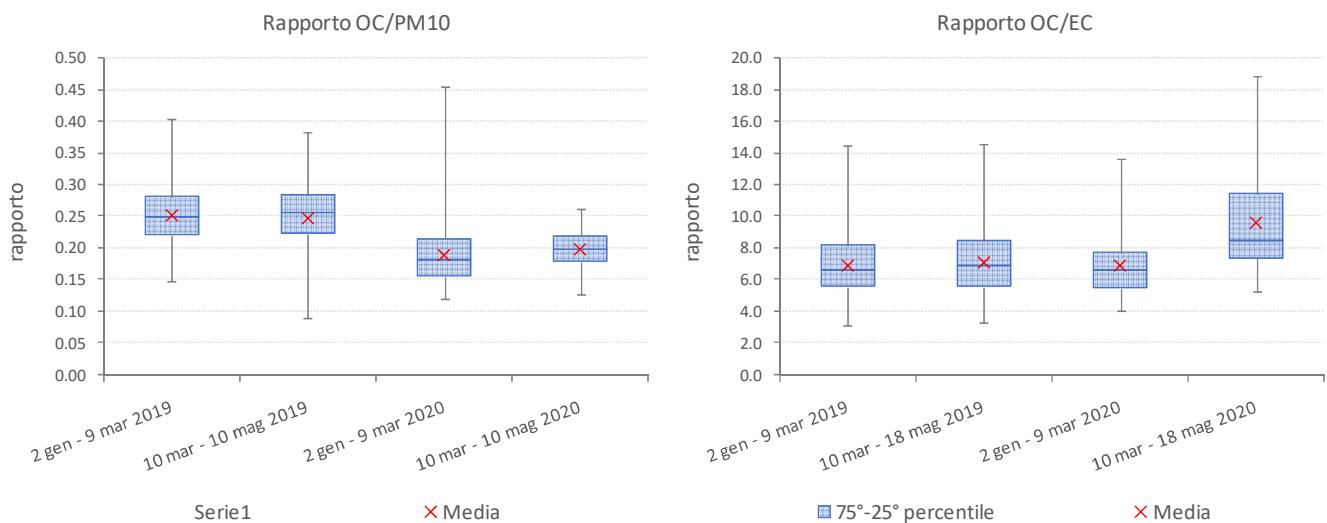


Figura 3.2.9 – Confronto tra il 2020 e il 2019 di OC/PM10 (a sinistra) e OC/EC (a destra) nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di Bologna

3.3 Aosta

Dal 2017 sui campioni di PM10 raccolti nella stazione di fondo urbano di Aosta - Piazza Plouves vengono effettuate in contemporanea le analisi per la determinazione delle specie chimiche di seguito riportate:

- Elementi: Al (dal 2018), Cr, Cd, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Co, Mo e Pb
- Cationi: Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}
- Anioni: Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}
- Composto organico (marker combustione della biomassa) : Levoglucosano
- Composti carboniosi: OC (carbonio organico) e EC (carbonio elementare)

Nel sito sono in funzione due campionatori a basso volume, per la raccolta di filtri di PM10 di diametro 47 mm, uno con filtri in fibra di quarzo e l'altro con filtri in fibra di vetro +PTFE.

I filtri in fibra di vetro sono dedicati all'analisi di anioni e cationi tramite cromatografia ionica, mentre i filtri in fibra di quarzo sono impiegati, in alternanza, per l'analisi dei componenti elementari – metalli tramite tecnica ICP-MS e della componente carboniosa (EC e OC) degli zuccheri (levoglucosano) , tramite tecnica termo-ottica TOR/TOT e gascromatografia accoppiata con FID, rispettivamente. La determinazione della frazione carboniosa viene eseguita, presso il laboratorio di ARPA Valle d'Aosta (analizzatore Sunset Laboratory inc.) applicando il protocollo termico EUSAAR2.

Poiché il protocollo termico utilizzato per le determinazioni di EC ed OC nel presente lavoro è il NIOSH-like, si presenta l'esito del confronto realizzato su campioni di PM10 dello stesso sito di fondo urbano di Aosta nel 2018. Il confronto tra i due protocolli termici ha mostrato buone correlazioni (fig. 3.3.1): l'OC presenta una differenza del 5% tra NIOSH-like e EUSAAR2 ($m_{\text{OC}}=1,05$, $R^2= 0,99$) mentre l'EC del 19% ($m_{\text{EC}}=0,81$, $R^2= 0,99$). Si ha comunque una ottima confrontabilità dei due protocolli per quanto riguarda il TC (Total Carbon, somma di EC ed OC). Per eseguire un confronto corretto delle concentrazioni di EC ed OC di Aosta con quelle osservate



negli altri siti - determinate da ARPA Lombardia con il medesimo metodo termo-ottico ma applicando il protocollo termico NIOSH-like - si è provveduto a “correggere” i dati per ottenere un valore equivalente (NIOSH-like) attraverso i coefficienti moltiplicativi ricavati dalle rette di correlazione.

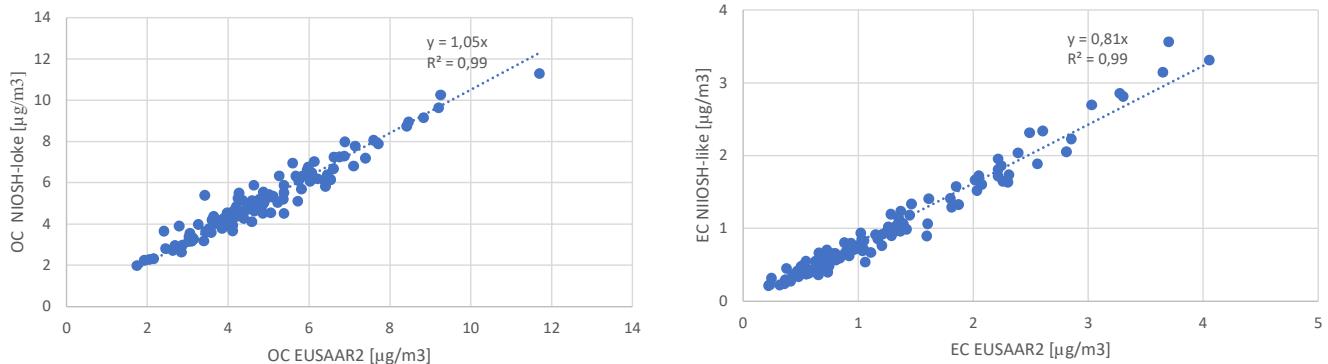


Figura 3.3.1 – Correlazione delle medie giornaliere di OC (a sinistra) e di EC (a destra) dopo l'applicazione dei due protocolli termici NIOSH-like ed EUSAAR2

Bilancio di massa

Per valutare gli effetti del lockdown sulla composizione del PM10, sono stati ricostruiti e confrontati tra loro i bilanci di massa (fig. 3.3.2) delle componenti del particolato PM10 per le annualità 2017, 2018, 2019 e 2020 per quanto riguarda il periodo prelockdown (2/1 – 9/3) e lockdown (10/3 – 18/5).

Le componenti considerate sono le stesse dei siti di PrepAIR calcolate sulla base degli elementi disponibili. La componente crostale è stata determinata, non avendo a disposizione il Si, a partire dalla concentrazione di Al, attraverso un fattore moltiplicativo (12,3) desunto da Mason (1966), in funzione della concentrazione relativa di tale elemento nella crosta terrestre; nel bilancio di massa del 2017 la materia crostale non figura in quanto non era disponibile il dato di Al, e risulta inglobata nella frazione non determinata (N.D.). Gli altri ioni sono la somma Na^+ , Cl^- , K^+ , Mg^+ e Ca^{2+} .



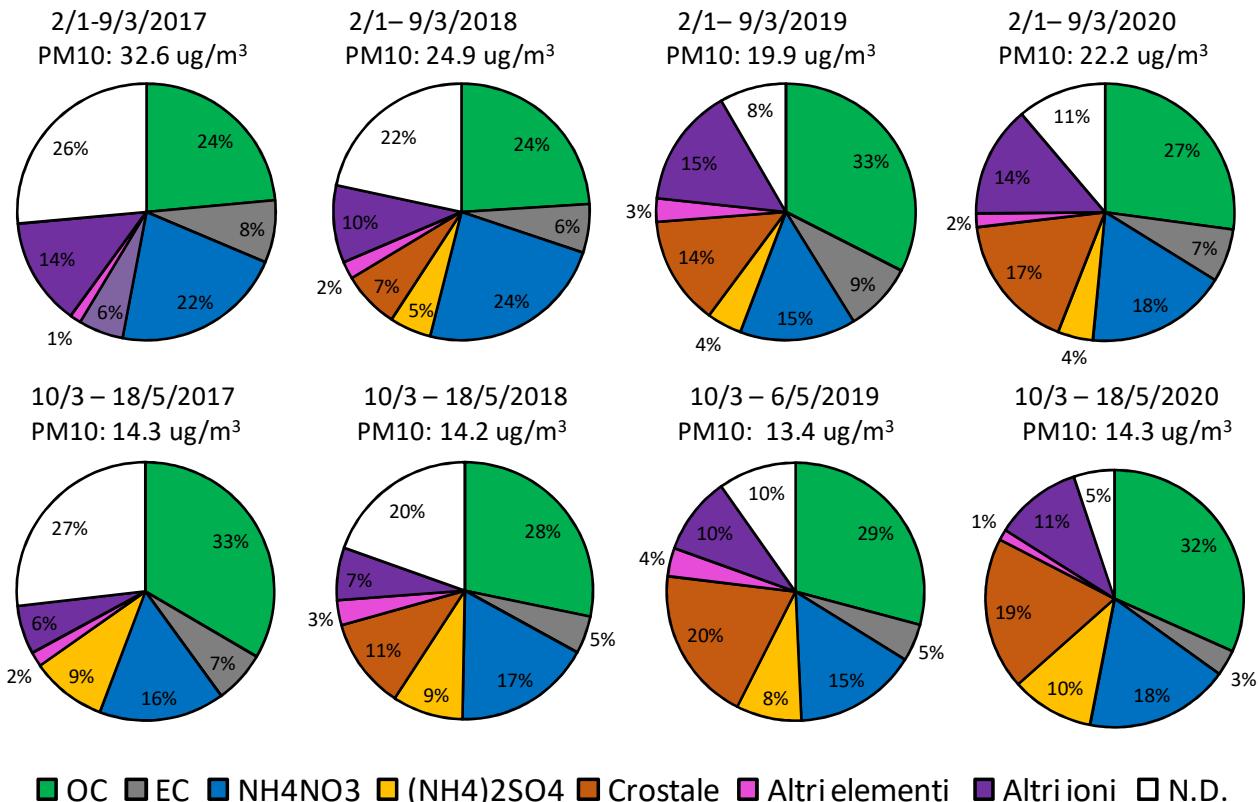


Figura 3.3.2 - Confronto della chiusura del bilancio di massa negli anni 2017, 2018, 2019 e 2020 nei due periodi prelockdown e lockdown, nel sito di Aosta

Per quanto riguarda il periodo invernale (2 gennaio – 9 marzo) si osserva come la frazione carboniosa (OC+EC) risulti quella, in termini relativi, più significativa e si mantenga sostanzialmente stabile, tra il 30% ed il 34%, eccezion fatta per il 2019, dove si registra il contributo percentuale maggiore (42%). Per quanto riguarda la componente secondaria si osserva come il nitrato d'ammonio vari tra il 15% del 2019 ed il 24 % (nel 2018), con un contributo nel 2020 (18%) che si attesta nella fascia bassa di tale range di variazione. Il solfato d'ammonio registra una bassa variabilità (tra il 4% ed il 6%).

La componente crostale, più influenzata dai fenomeni meteoclimatici avvenuti nei singoli anni, mostra una variazione dal 7% al 17 %. La componente “altri elementi”, che tiene conto della parte non crostale degli elementi analizzati, di provenienza sia industriale che da traffico veicolare (usura delle parti meccaniche), risulta in termini assoluti e relativi la minore nel bilancio di massa e ha una variabilità molto bassa. Infine, la componente “altri ioni” risulta, nei mesi più freddi, poco variabile e fortemente legata agli ioni Na^+ e Cl^- , provenienti dalla salatura delle strade e al Potassio emesso durante la combustione della biomassa per il riscaldamento degli edifici.

Analizzando ora il periodo 10 marzo – 18 maggio, si osserva una bassa variabilità della componente organica, tra il 28% (2018) e il 33% (2017), con un valore (4,55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pari al 32% del PM10) registrato nel lockdown del 2020 che si posiziona comunque al secondo posto, sia in termini assoluti che in termini relativi. L'EC, invece, mantiene una variabilità limitata tra i vari anni, passando dal 7 % nel 2017 al 5 % nel 2018 e 2019 mentre nel periodo di lockdown 2020 crolla al 3%, con un calo relativo di quasi il 40%, spiegabile con la riduzione significativa dei flussi di traffico - ed alle conseguenti emissioni di EC – conseguente alle misure di contenimento della pandemia.



Andamento temporale componenti

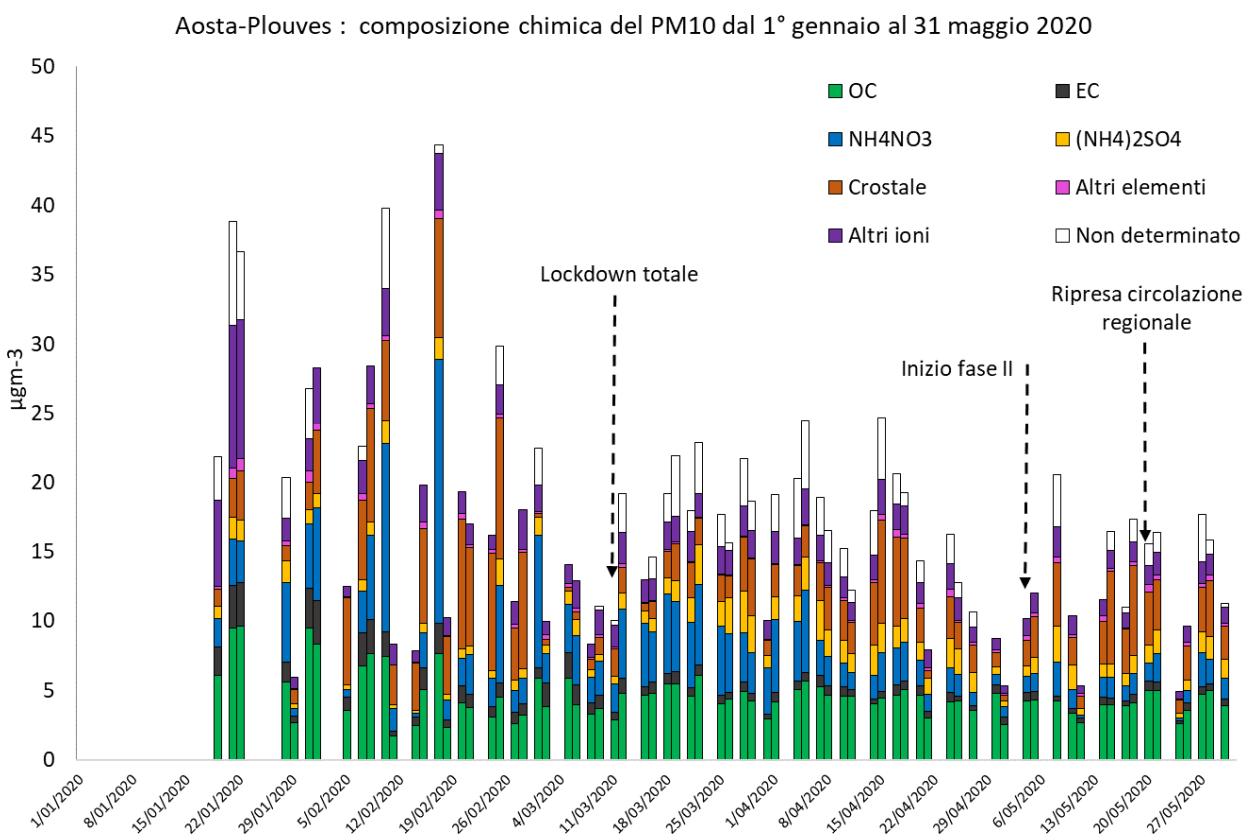


Figura 3.3.3 - Andamento temporale giornaliero delle componenti del particolato nei primi 5 mesi del 2020 nel sito di Aosta

La componente secondaria mostra una bassissima variabilità ed i valori assoluti e relativi registrati nel lockdown del 2020 si attestano nella fascia alta di tale range di variazione, complice anche una maggiore presenza di fenomeni di avvezione dalla Pianura Padana, favoriti da venti da est più frequenti in tale periodo rispetto agli anni precedenti. Anche per la componente ionica, inferiore rispetto al periodo invernale, si osserva una bassa variabilità, in termini assoluti e relativi, con i valori maggiori registrati nel 2020.

Infine, la componente antropica “altri elementi” mantiene un peso limitato tra i vari anni, passando dal 2 % nel 2017 al 4 % nel 2018 mentre nel periodo di lockdown 2020 subisce un significativo calo, scendendo al 1,3 % nel periodo 10 marzo- 18 maggio, imputabile allo spegnimento della produzione (da inizio confinamento a metà aprile) dell’azienda siderurgica che insiste sull’area urbana di Aosta, in ragione delle restrizioni imposte a livello regionale e nazionale per il contrasto alla pandemia da COVID, con il conseguente calo degli elementi (metalli pesanti) caratteristici della produzione di tale stabilimento.

Per il 2020, avendo a disposizione un dataset con la compresenza di tutte le determinazioni analitiche sullo stesso campione, è stato possibile ricostruire l’andamento delle varie componenti in un grafico lineare.

Sono stati esclusi alcuni episodi di sahariane (25-26/1/2020 e 3-4/2/2020).

Nel grafico è visibile la diminuzione delle concentrazioni di PM10 passando dai mesi più freddi a quelli più caldi, come anche del nitrato d’ammonio, dell’EC e degli “altri ioni”, componenti rilevanti nei mesi invernali, oltre alla frazione organica.



Boxplot

Quanto sopra descritto trova riscontro nelle figure successive, che riportano i grafici boxplot per il PM10 e per ciascuna componente, mettendo a confronto il 2020 e la media del periodo 2017- 2019 nei due periodi pre lockdown e lockdown

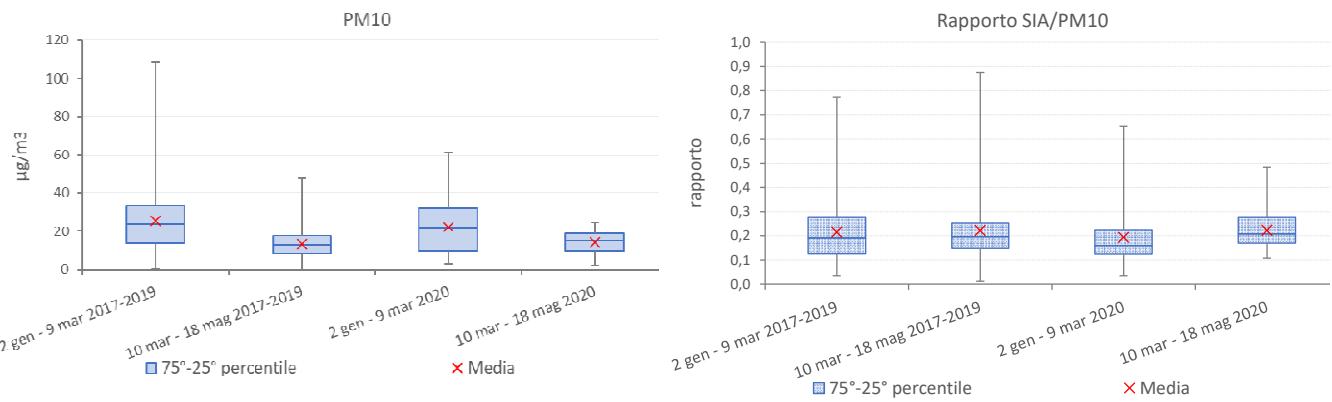
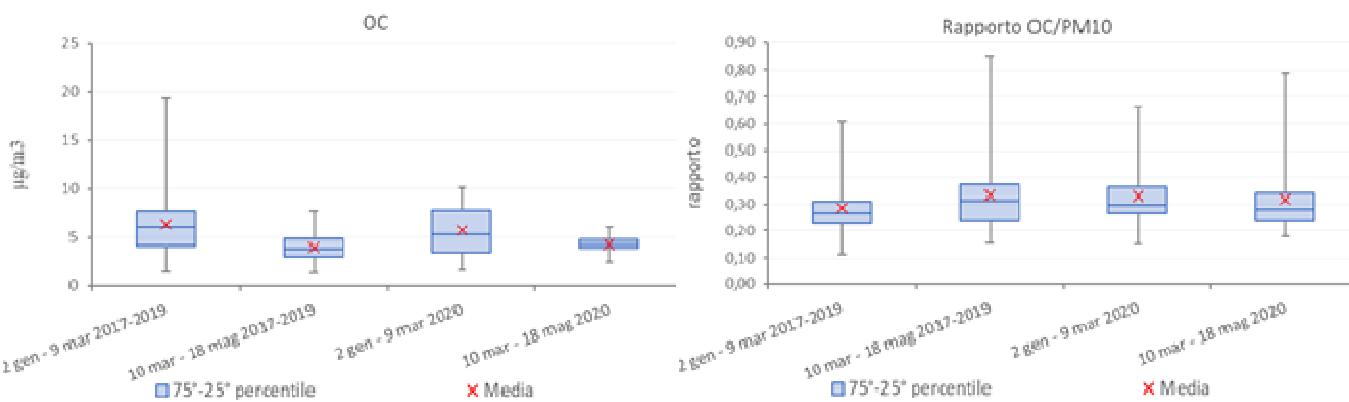


Figura 3.3.4- Confronto tra il 2020 e la media del periodo 2017- 2019 del PM10 (a sinistra) e del contributo del SIA (secondary inorganic aerosols) al PM10 (a destra) e nei due periodi prelockdown e lockdown nel sito di Aosta



Come si evidenza dalla fig. 3.3.4 per il PM10 misurato ad Aosta e per la maggior parte delle sue componenti si osserva, nel periodo di lockdown, una concentrazione osservata nel 2020, in termini assoluti e relativi, all'interno della variabilità 25°-75° percentile dei precedenti ultimi 3 anni, ad eccezione delle componenti EC (figg. 3.3.6 e 3.3.7) e Cu (fig. 3.3.8), entrambe legate al traffico veicolare.



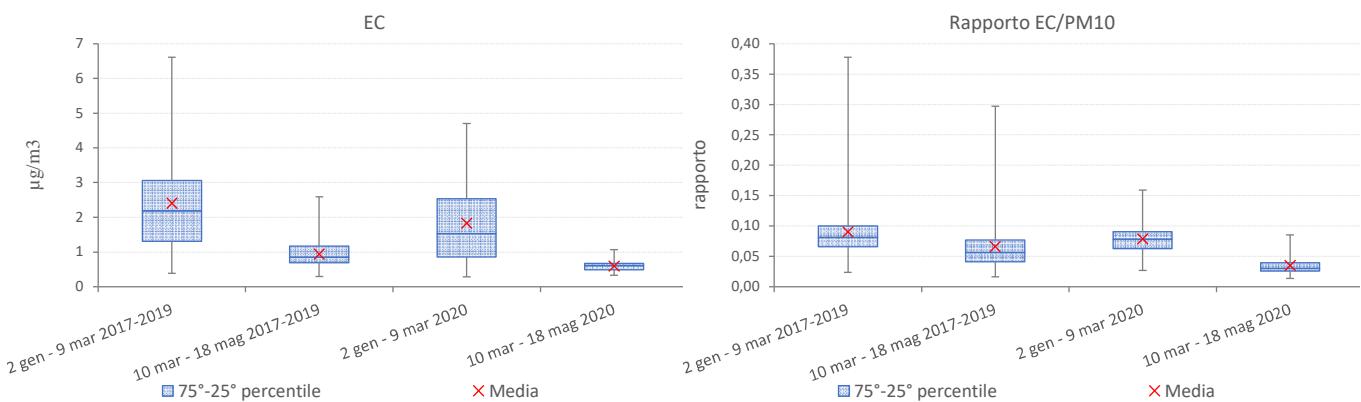


Figura 3.3.6 - Confronto tra il 2020 e la media del periodo 2017-2019 di EC (a sinistra) e del suo rapporto sul PM10 (a destra) nei due periodi prelockdown e lockdown nel sito di Aosta

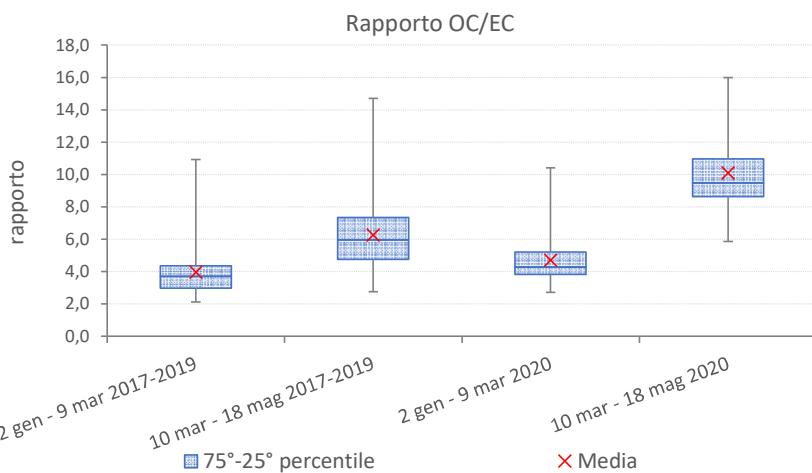


Figura 3.3.7 – Confronto tra il 2020 e la media 2017-2019 del rapporto OC/EC nei due periodi prelockdown e lockdown nel sito di Aosta

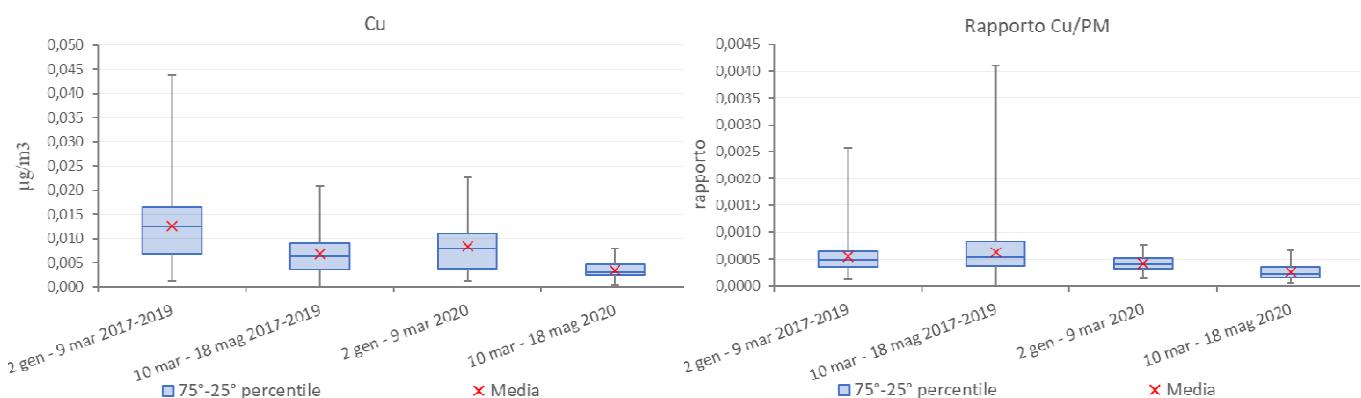


Figura 3.3.8 - Confronto tra il 2020 e la media del periodo 2017-2019 del Cu (a sinistra) e del suo rapporto sul PM10 (a destra) nei due periodi prelockdown e lockdown nel sito di Aosta



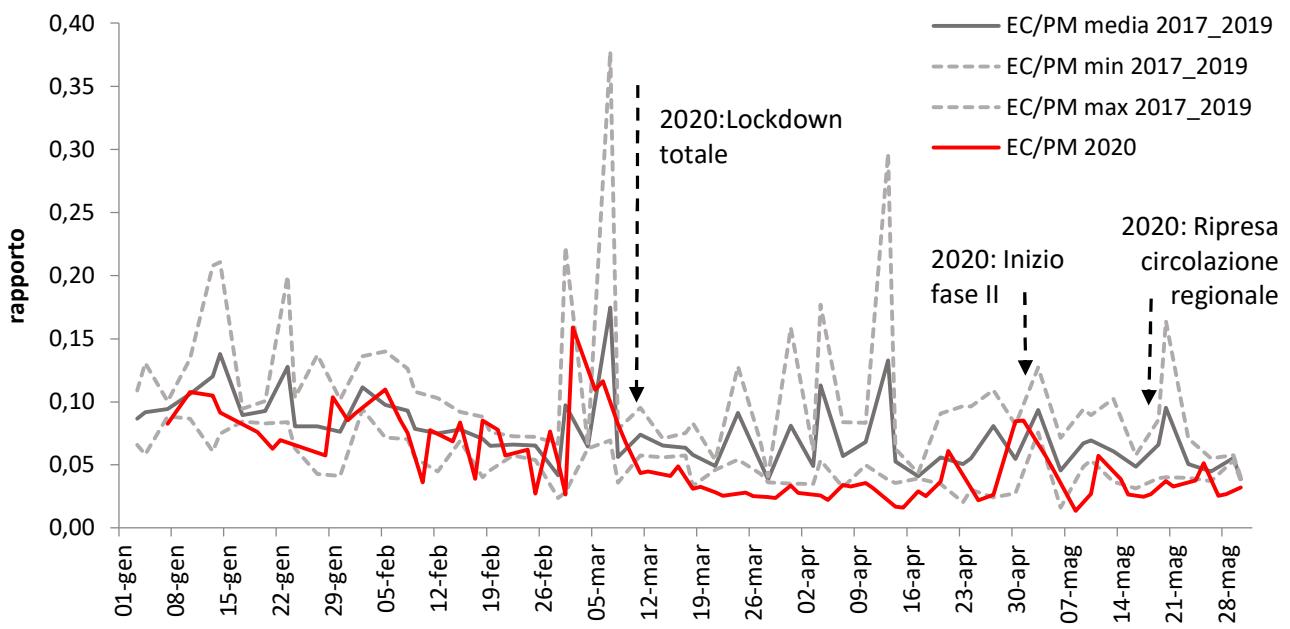


Figura 3.3.9 - Andamento giornaliero di EC su PM10 nel 2020 e come media, minimo e massimo nel periodo 2017-2019 nel sito di Aosta

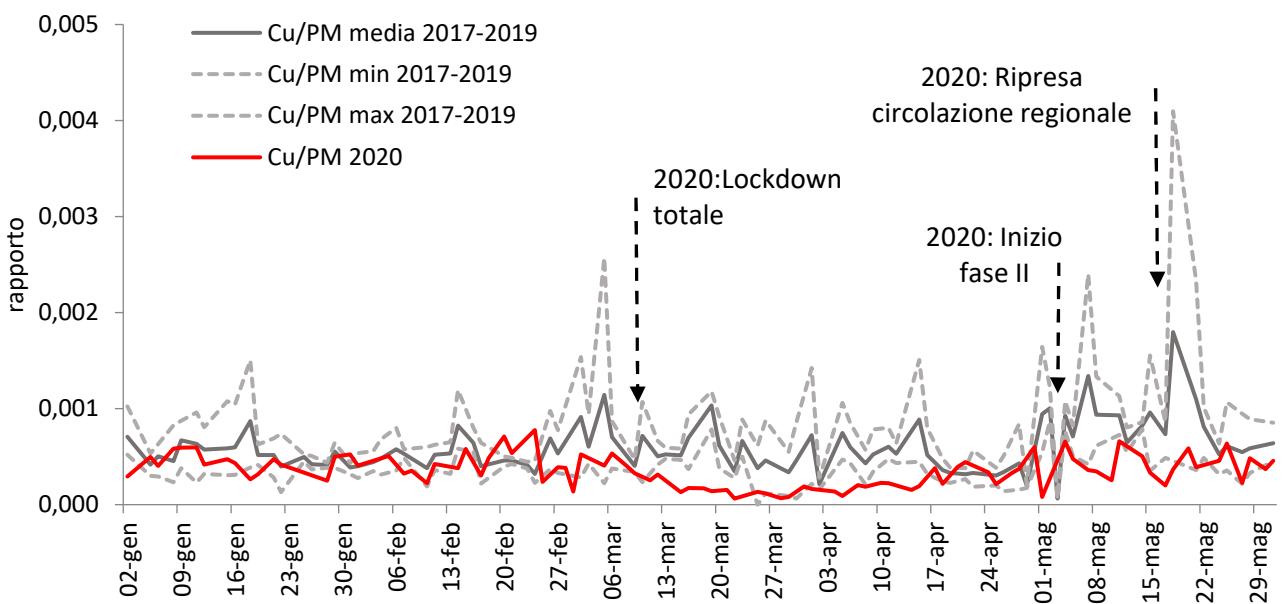


Figura 3.3.10 - Andamento giornaliero del rame (Cu) su PM10 nel 2020 e come media, minimo e massimo nel periodo 2017-2019 nel sito di Aosta

Gli andamenti di EC/PM e Cu/PM, riportati nelle figg. 3.3.9 e 3.3.10, mostrano, durante la fase di confinamento più stretto (10 marzo – 3 maggio) valori molto bassi e decisamente inferiori ai minimi registrati nel triennio precedente; successivamente, nonostante la riapertura di alcune attività economiche (dal 3 maggio) e la cessazione di tutte le misure limitative della circolazione sul territorio regionale (dal 18 maggio), si



sono osservati valori di tali rapporti comunque bassi, che si attestano ai minimi dello stesso periodo del triennio precedente.

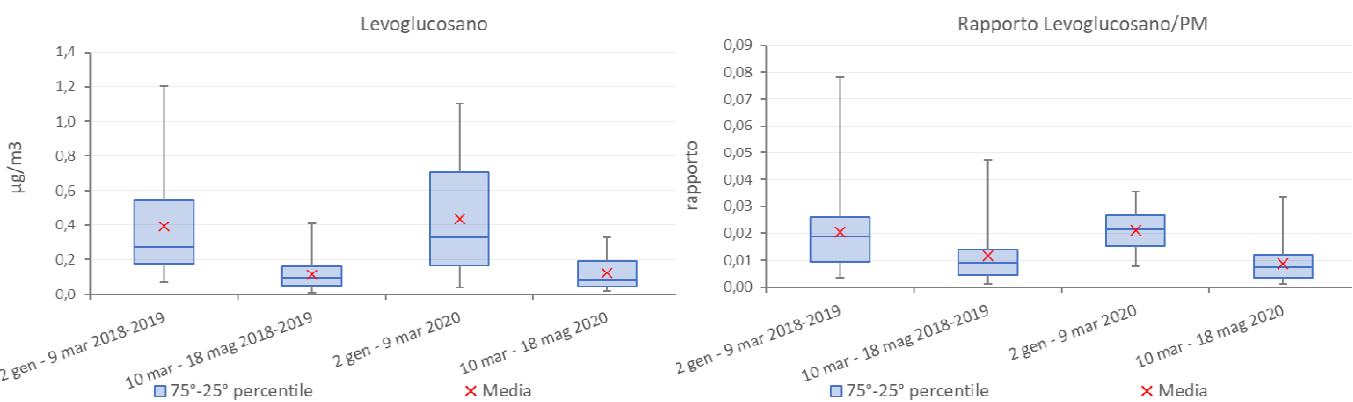


Figura 3.3.11 – Confronto tra il 2020 e la media del periodo 2017-2019 del levoglucosano (a sinistra) e del suo rapporto sul PM10 (a destra) nei due periodi prelockdown e lockdown nel sito di Aosta

I grafici di fig. 3.3.11 evidenziano come le concentrazioni di levogucosano, sia in termini assoluti che relativi, siano sostanzialmente confrontabili nel periodo di lockdown, portando all'indicazione che non vi sia stata una variazione apprezzabile nell'uso della biomassa per il riscaldamento delle abitazioni.

Come si evince infine dall'andamento degli "altri elementi" (fig. 3.3.12), si osserva un brusco calo della somma delle concentrazioni, in termini assoluti e relativi, degli elementi derivanti da sorgenti antropiche (industria, con una quota importante legata alle emissioni dell'acciaieria) da inizio marzo, in corrispondenza dell'avvio del lockdown, fino a metà aprile, quando i processi produttivi dello stabilimento siderurgico sono stati riavviati.

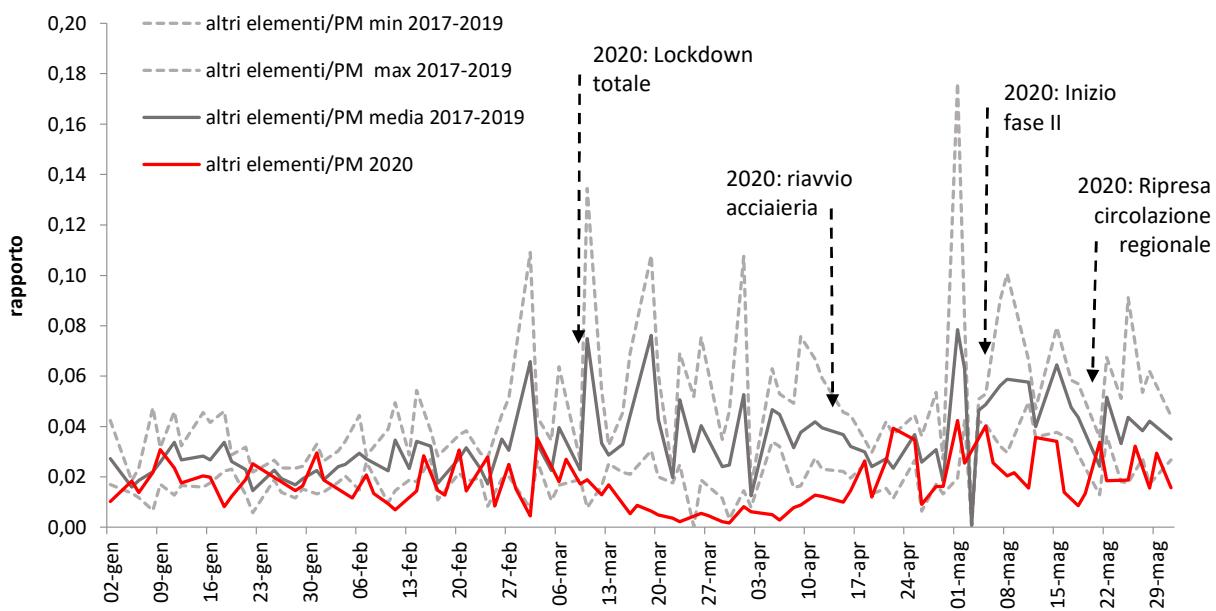


Figura 3.3.12 – Andamento del rapporto tra la componente "altri elementi" (somma della quota antropica degli elementi) sul PM10 nel 2020 e come media, minimo e massimo nel periodo 2017-2019 nel sito di Aosta



3.4 Milano Pascal

Bilancio di massa

In Figura 3.4.1 è riportata la composizione chimica del PM10 per il periodo pre lockdown (2 gennaio – 9 marzo) e lockdown (10 marzo – 18 maggio) del 2020 e le corrispettive determinazioni per il 2019. Per entrambi gli anni, passando da gennaio-marzo a marzo-maggio, si osservano le aspettate variazioni tipiche del passaggio dalla stagione fredda a quella più mite: in particolare, la diminuzione del nitrato d'ammonio e dei composti antropici (legati in particolare alla presenza di alcuni specifici metalli) e l'aumento del solfato d'ammonio e della componente crostale. Se si esamina il periodo di lockdown 2020, in relazione a quanto determinato nel 2019, a parità di concentrazioni di PM10 si osserva una diminuzione dei composti del carbonio (sia OC sia EC), un aumento del crostale e del solfato d'ammonio e una sostanziale costanza del nitrato d'ammonio.

Bisogna osservare che la diminuzione della frazione carboniosa nel 2020, rispetto al 2019, risultava già presente anche nel periodo pre lockdown.

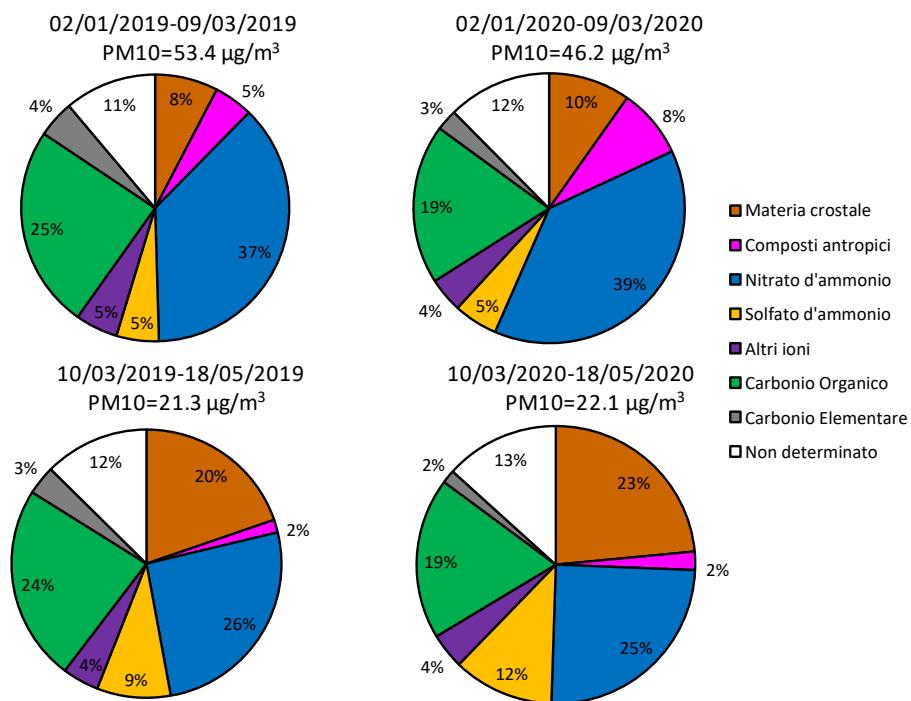


Figura 3.4.1 - Confronto della chiusura del bilancio di massa nel 2019 e nel 2020 nei due periodi pre lockdown e lockdown, nel sito di Milano Pascal.

Andamento temporale componenti

In Figura 3.4.2 è riportato l'andamento giornaliero della composizione chimica del PM10 dal 1° gennaio al 31 maggio, sia del 2019 che del 2020. In entrambi i grafici è visibile la diminuzione delle concentrazioni di PM10



passando dai mesi più freddi a quelli più caldi, come anche del nitrato d'ammonio, principale componente del PM10.

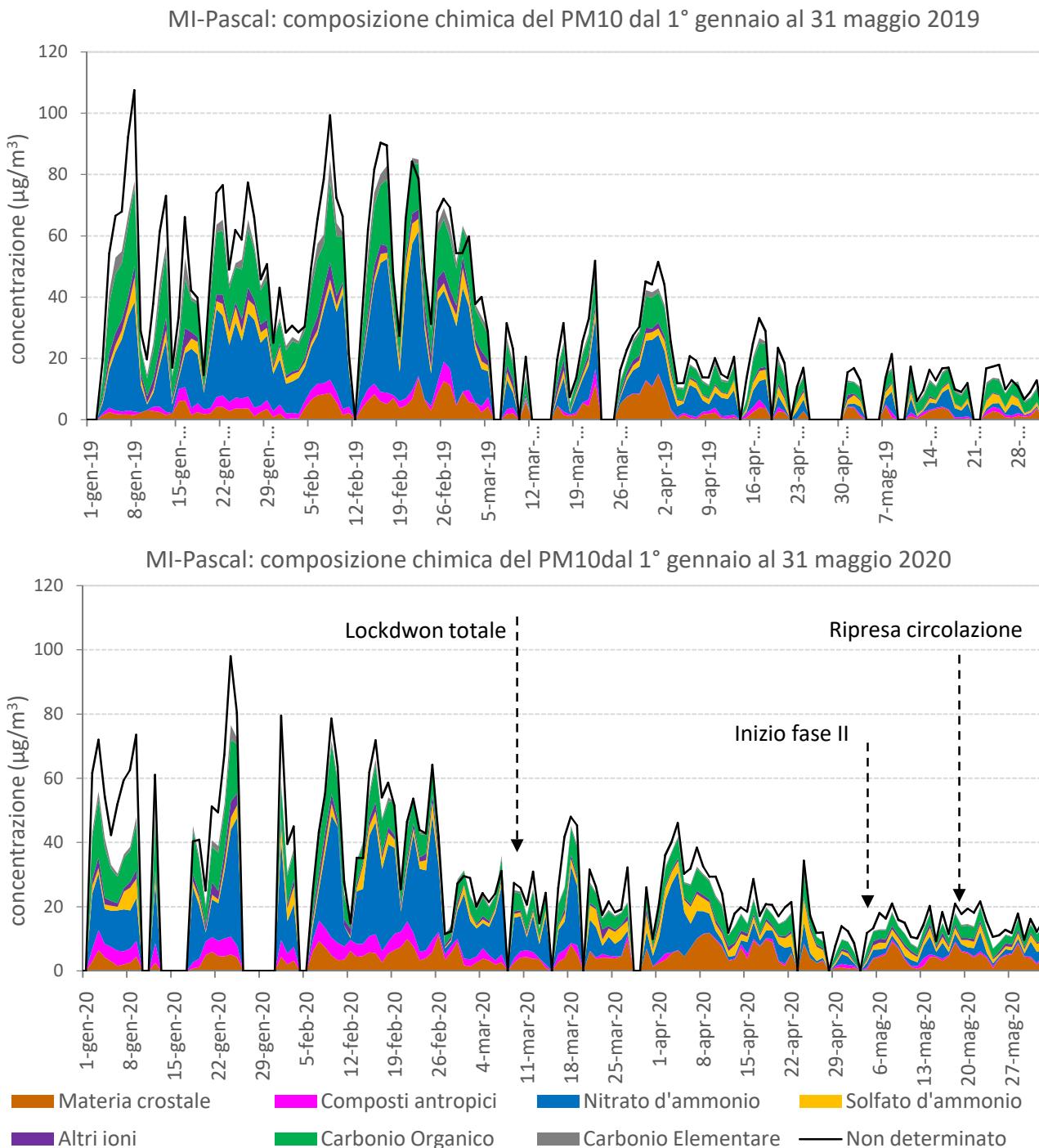


Figura 3.4.2 - Andamento temporale giornaliero delle componenti del particolato nei primi 5 mesi del 2019 (sopra) e nel 2020 (sotto) nel sito di Milano Pascal.

Boxplot – Rapporti



Nelle figure successive sono riportati dei grafici box-plot con lo scopo di evidenziare meglio le differenze tra i periodi pre lockdown – lockdown sia per il 2019 sia per il 2020. In particolare, si riportano le distribuzioni (nelle loro statistiche principali) dei rapporti tra il PM10 e le sue diverse componenti.

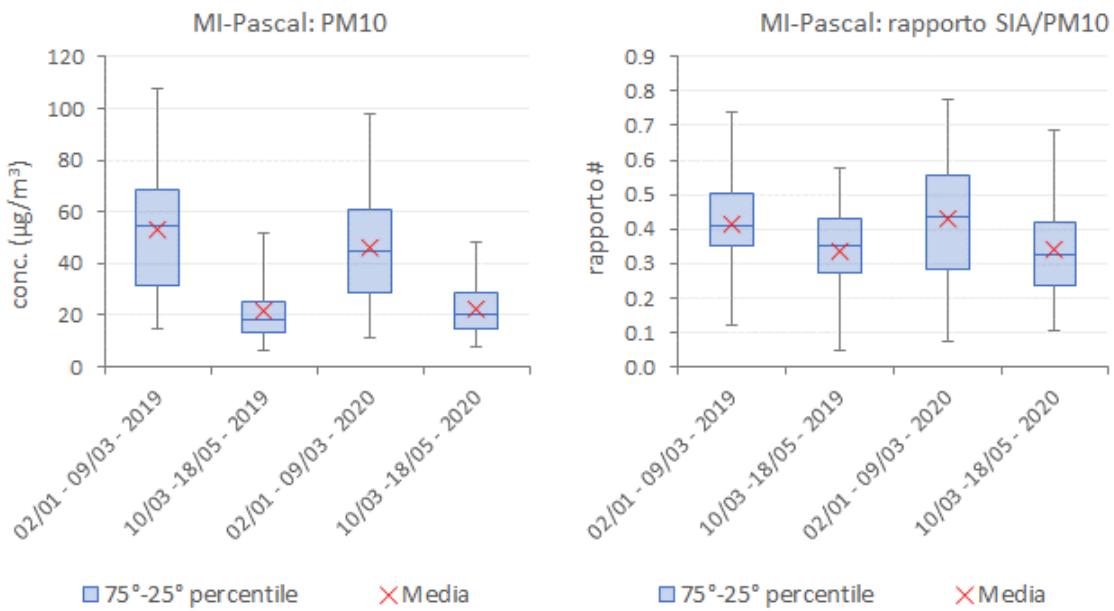


Figura 3.4.3 - Confronto tra il 2020 e il 2019 del PM10 (a sinistra) e del rapporto SIA/PM10 (a destra) nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di MI-Pascal.

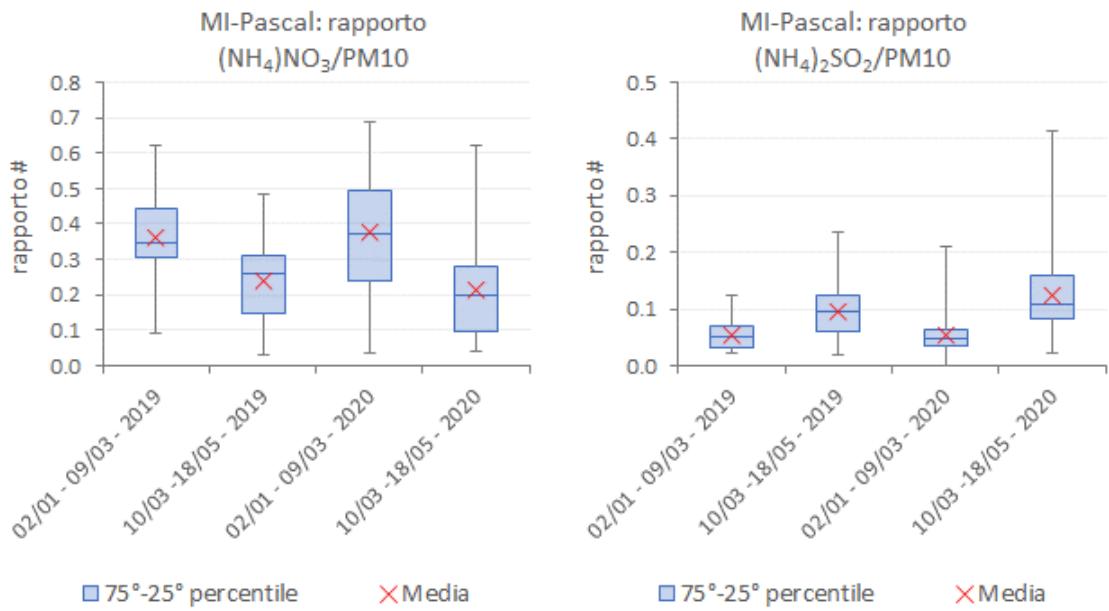


Figura 3.4.4 - Confronto tra il 2020 e il 2019 del rapporto nitrato d'ammonio/PM10 (a sinistra) e del rapporto solfato d'ammonio/PM10 (a destra) nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di MI-Pascal.



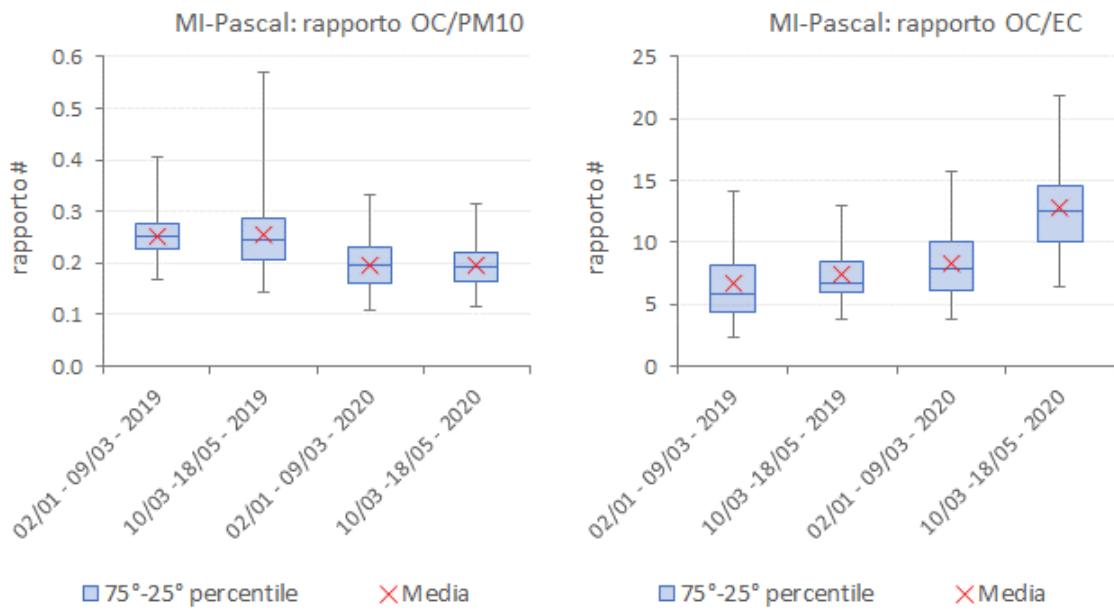


Figura 3.4.5 - Confronto tra il 2020 e il 2019 del rapporto OC/PM10 (a sinistra) e del rapporto OC/EC (a destra) nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di MI-Pascal.

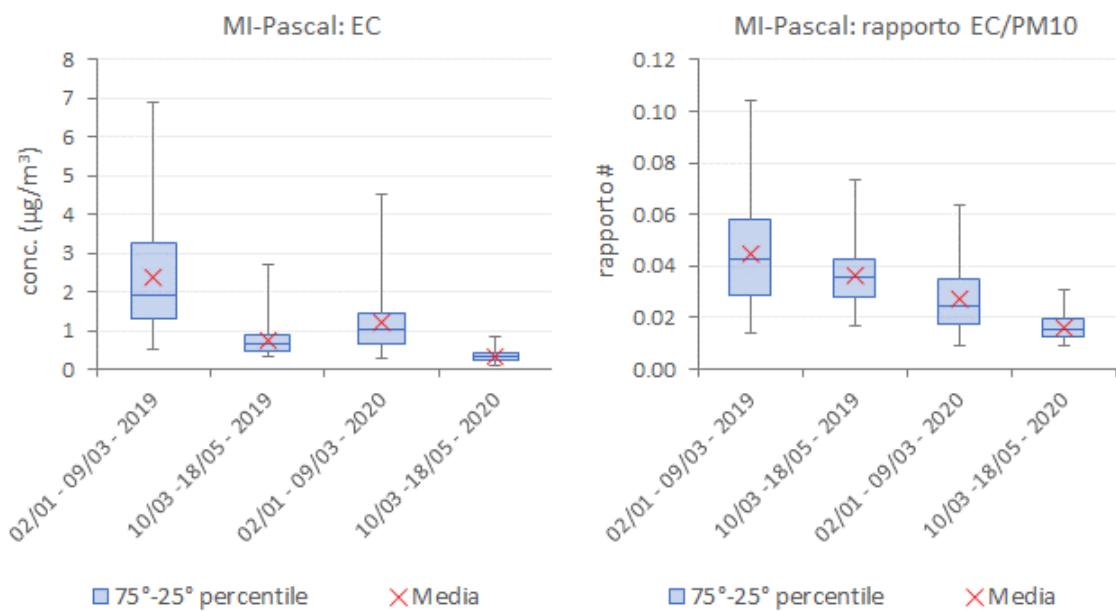


Figura 3.4.6 - Confronto tra il 2020 e il 2019 della concentrazione di EC (a sinistra) e del rapporto EC/PM10 (a destra) nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di MI-Pascal.



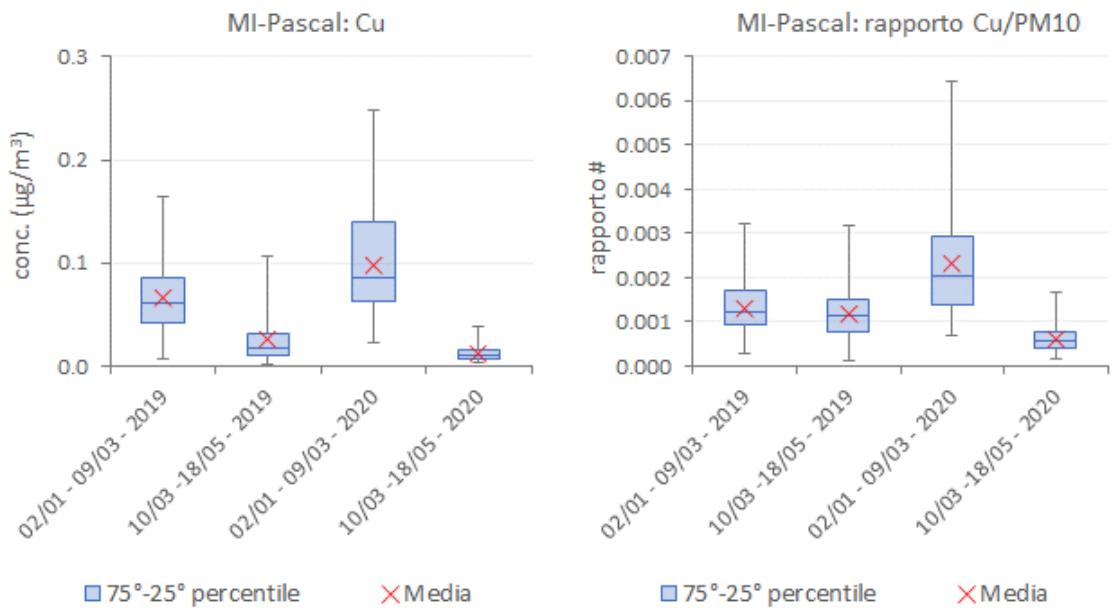


Figura 3.4.7 - Confronto tra il 2020 e il 2019 della concentrazione di rame (a sinistra) e del rapporto Cu/PM10 (a destra) nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di MI-Pascal.

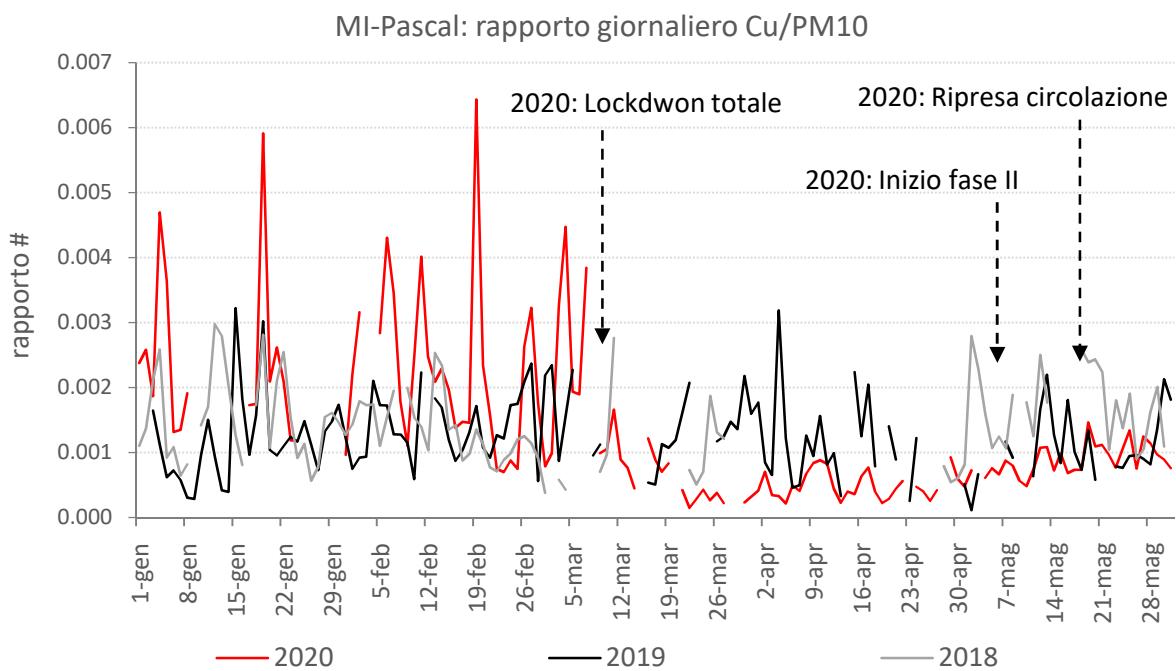


Figura 3.4.8 – Andamento giornaliero del rapporto rame/PM10 per i primi cinque mesi del 2018, 2019 e 2020 nel sito di MI-Pascal.



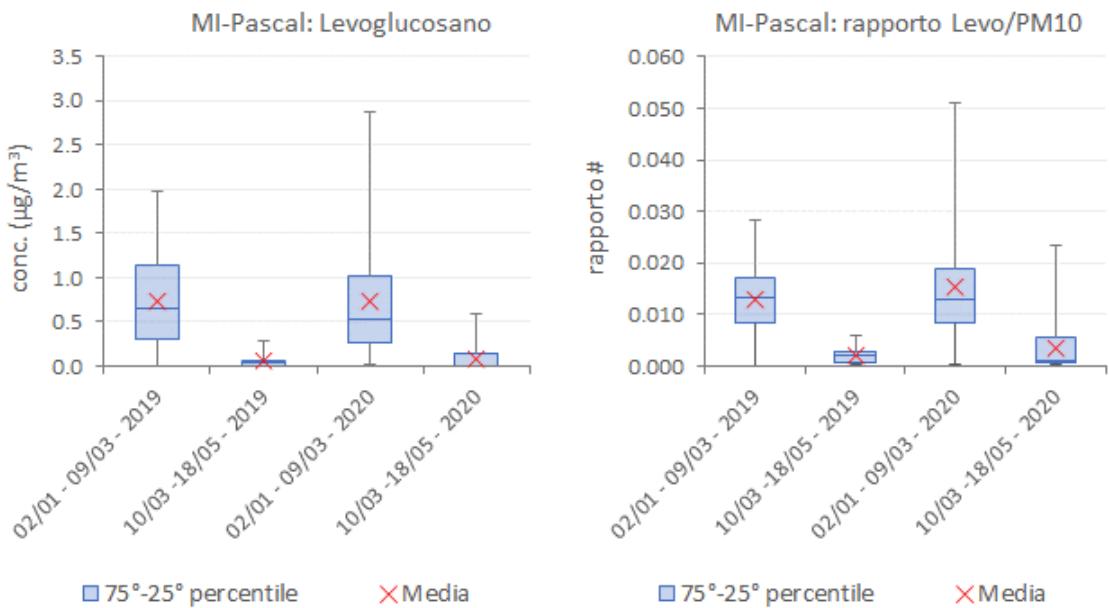


Figura 3.4.9 - Confronto tra il 2020 e il 2019 della concentrazione di Levoglucosano (a sinistra) e del rapporto Leco/PM10 (a destra) nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di MI-Pascal.

Il grafico a sinistra di Figura 3.4.3 evidenzia come le concentrazioni di PM10 registrate durante il lockdown del 2020 siano sostanzialmente confrontabili, sia come media sul periodo sia come dispersione dei valori giornalieri, con quanto misurato nel corrispondente periodo del 2019. Questo risultato, fornendo un base simile di “normalizzazione”, facilita il confronto 2019-2020 per quanto riguarda i rapporti del PM10 con le sue diverse componenti. Il grafico di destra mostra la sostanziale similarità, per quanto riguarda la componente secondaria, tra i due anni considerati; in particolare per il nitrato d'ammonio (Figura 3.4.4 a sinistra) mentre il solfato registra valori più alti durante il lockdown del 2020 rispetto il corrispettivo periodo del 2019 (Figura 3.4.4 a destra).

Dal grafico a sinistra di Figura 3.4.5 si osserva una diminuzione del rapporto OC/PM10 nel 2020, rispetto al 2019, comune ad entrambi i periodi pre lockdown – lockdown, mentre il rapporto EC/PM10 (Figura 3.4.6) registra una diminuzione maggiore durante il lockdown 2020; questo si riflette anche nel rapporto OC/EC nel grafico a destra di Figura 3.4.5.

Una diminuzione simile a quella dell'EC, si ha per il rame: il rapporto Cu/PM10 durante il lockdown risulta inferiore rispetto al corrispettivo periodo del 2019 e ai rapporti pre lockdown. Viceversa, il rapporto Cu/PM10 relativo al pre lockdown del 2020 è il più alto in assoluto tra i periodi considerati (Figura 3.4.7).

Il grafico di Figura 3.4.8 sembra confermare questa ipotesi: le concentrazioni giornaliere di Cu mostrano un brusco calo in corrispondenza dell'avvio delle restrizioni più forti, a partire dal 10 marzo, e una graduale ripresa terminato il lockdown totale.

Il rapporto levoglucosano/PM10, nel grafico a sinistra di Figura 3.4.9, mostra nel 2020 valori più alti rispetto i corrispettivi periodi del 2019 (sia come valore medio sia come variabilità del dato).



3.5 Schivenoglia

Bilancio di massa

La composizione chimica del PM10 è stata valutata per il periodo pre lockdown (2 gennaio – 9 marzo) e lockdown (10 marzo – 18 maggio) del 2020 e per le corrispettive determinazioni per il 2019 (Figura 3.5.1). Per entrambi gli anni, passando da gennaio-marzo a marzo-maggio, si osservano le variazioni tipiche del passaggio dalla stagione fredda a quella più mite: in particolare, si nota la diminuzione del nitrato d'ammonio e l'aumento del solfato d'ammonio e della componente crostale. Se si considera il periodo di lockdown 2020, in relazione a quanto misurato nel 2019, si osserva una diminuzione dei composti del carbonio (sia OC sia EC), un aumento del crostale e del solfato d'ammonio mentre il nitrato d'ammonio rimane sostanzialmente invariato.

Si sottolinea che già nel periodo pre lockdown nel 2020, rispetto al 2019 si osservava una diminuzione della frazione carboniosa.

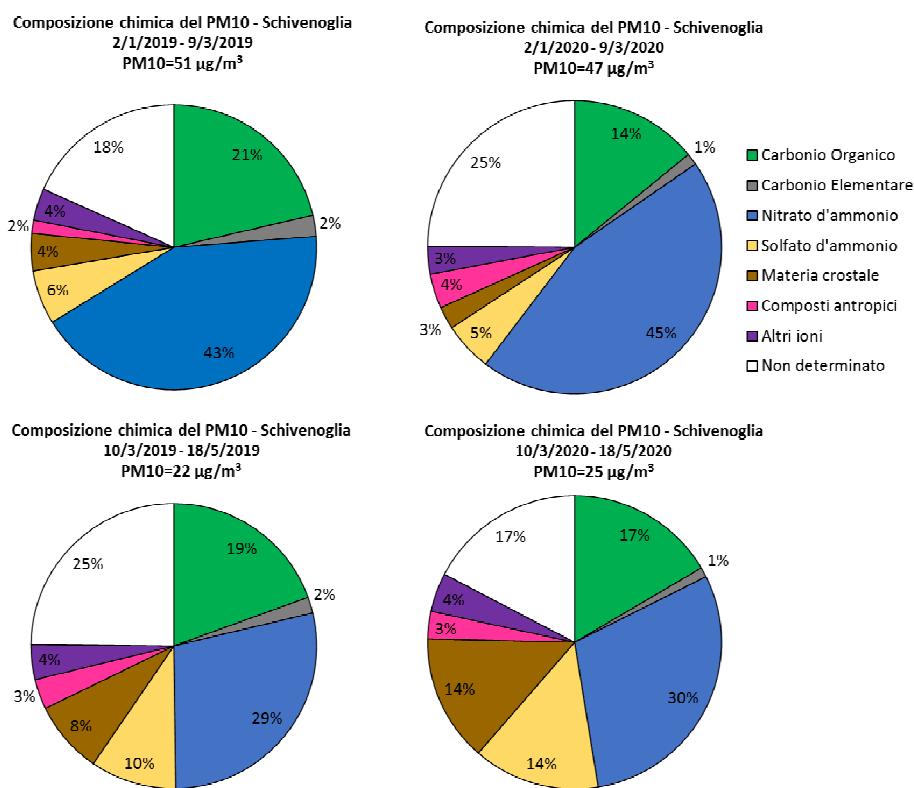


Figura 3.5.1 - Confronto della chiusura del bilancio di massa nel 2019 e nel 2020 nei due periodi pre lockdown e lockdown, nel sito di Schivenoglia.

Andamento temporale componenti

In Figura 3.5.2 è riportato l'andamento giornaliero della composizione chimica del PM10 dal 1° gennaio al 31 maggio, sia del 2019 sia del 2020. In entrambi i grafici è visibile la diminuzione delle concentrazioni di PM10 passando dai mesi più freddi a quelli più caldi, accompagnata dalla diminuzione del nitrato d'ammonio, principale componente del PM10.



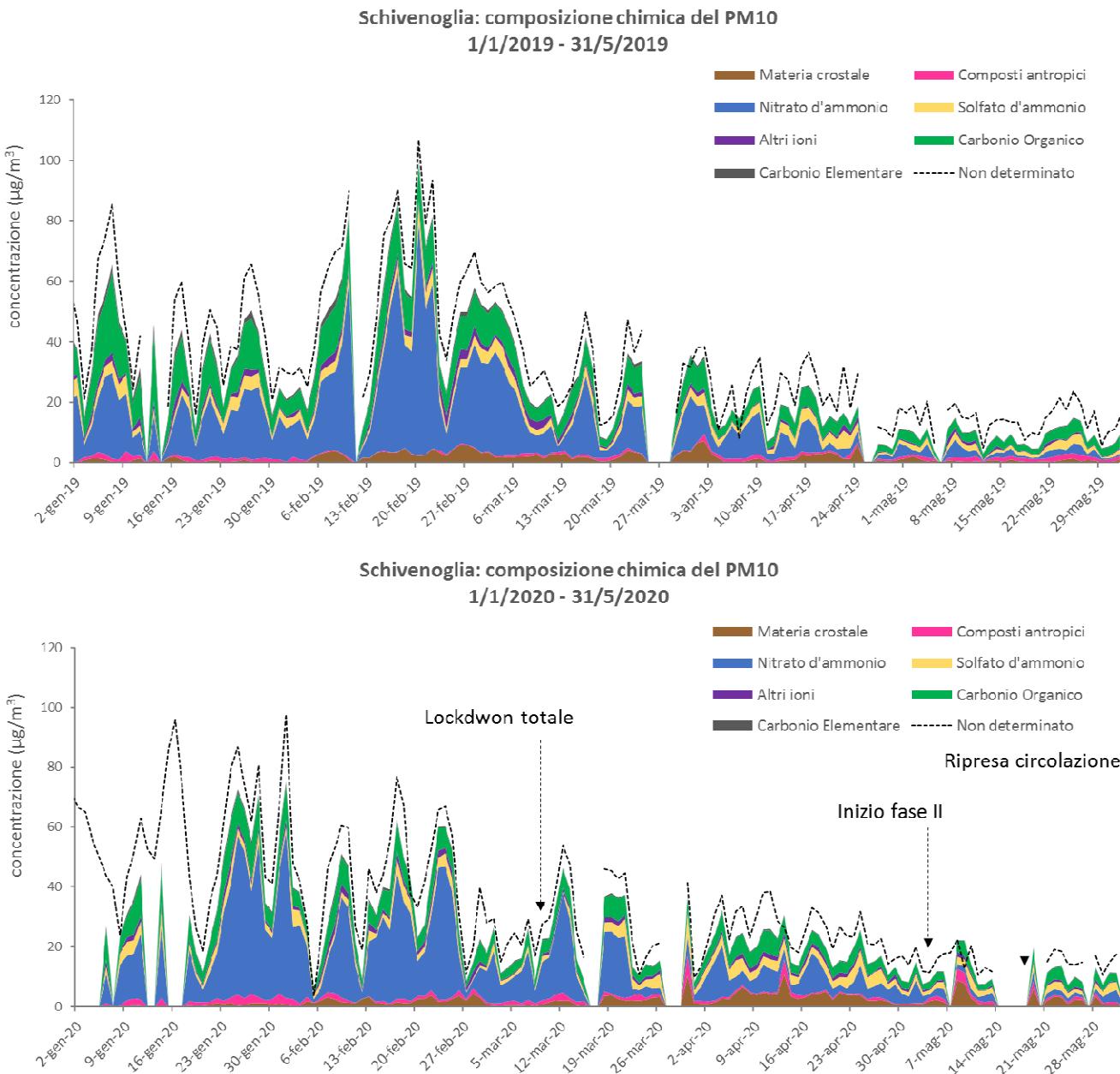


Figura 3.5.2 - Andamento temporale giornaliero delle componenti del particolato nei primi 5 mesi del 2019 (sopra) e nel 2020 (sotto) nel sito di Schivenoglia.

Boxplot – Rapporti

Nelle figure successive sono riportati dei grafici box-plot con lo scopo di porre in evidenza le eventuali differenze presenti tra i periodi pre lockdown – lockdown sia per il 2019 sia per il 2020. In particolare, si riportano le distribuzioni (descritte dalle loro statistiche principali) dei rapporti tra il PM10 e le sue diverse componenti.



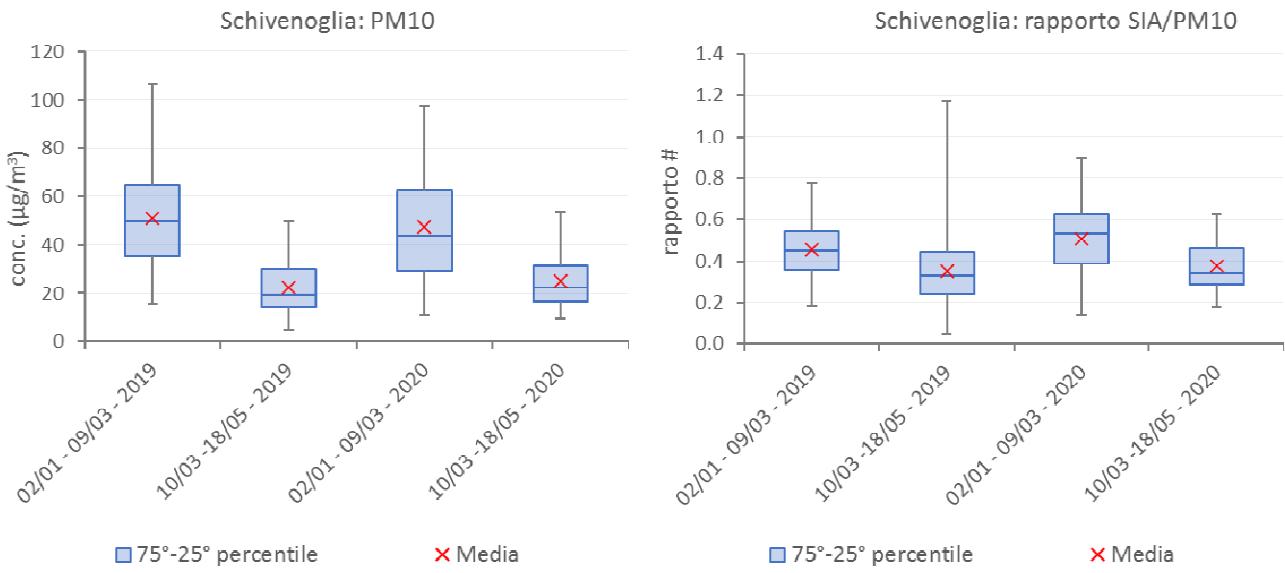


Figura 3.5.3 - Confronto tra il 2020 e il 2019 del PM10 (a sinistra) e del rapporto SIA/PM10 (a destra) nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di Schivenoglia.

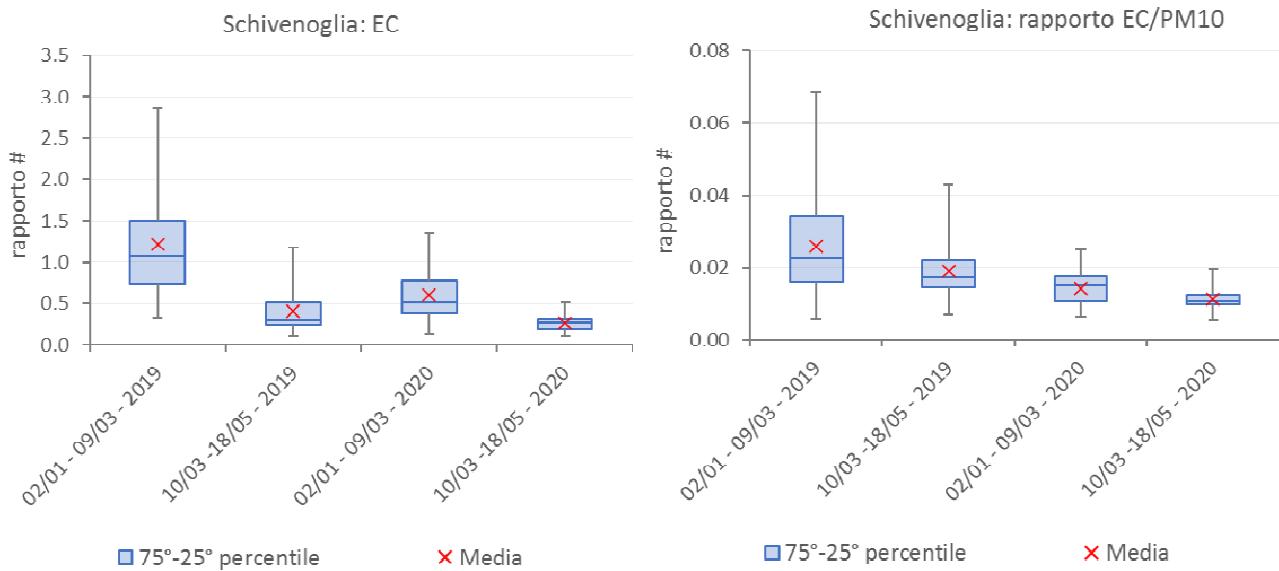


Figura 3.5.4 - Confronto tra il 2020 e il 2019 della concentrazione di EC (a sinistra) e del rapporto EC/PM10 (a destra) nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di Schivenoglia.



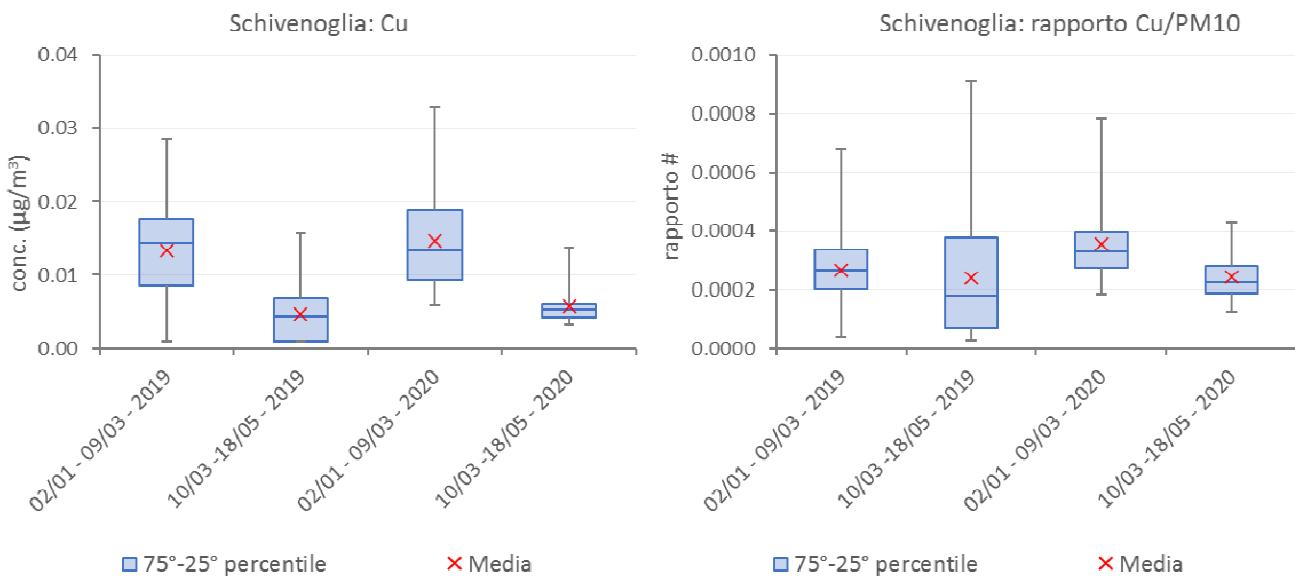


Figura 3.5.5 - Confronto tra il 2020 e il 2019 della concentrazione di Cu (a sinistra) e del rapporto Cu/PM10 (a destra) nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di Schivenoglia.

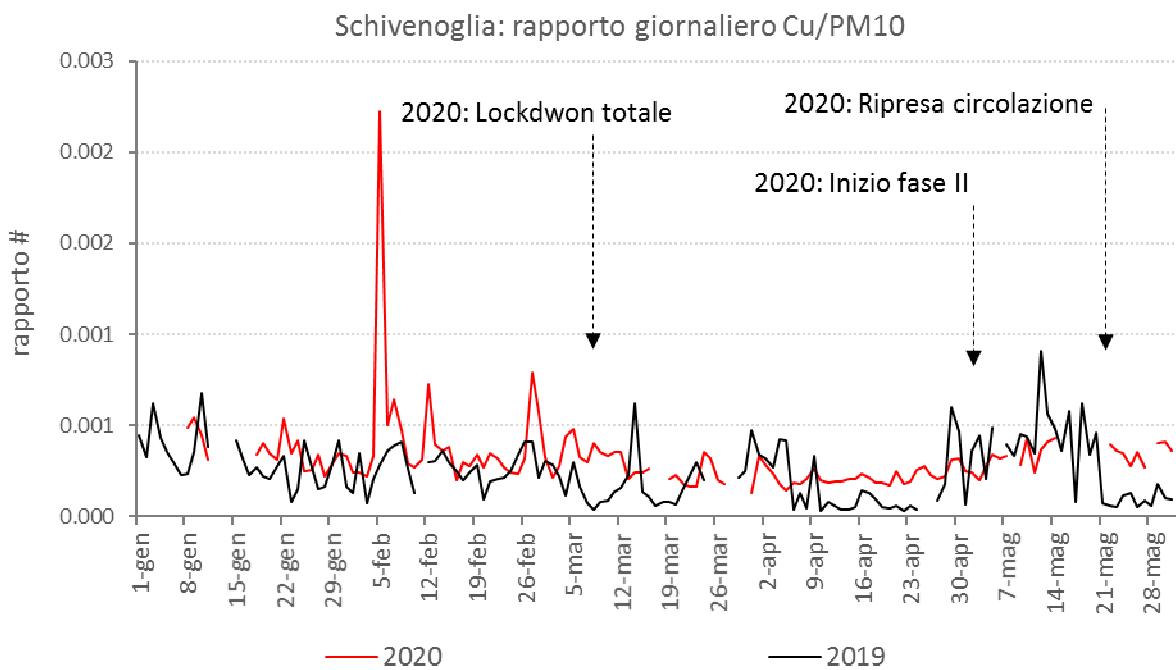


Figura 3.5.6 – Andamento giornaliero del rapporto Cu/PM10 per i primi cinque mesi del 2019 e 2020 nel sito di Schivenoglia.



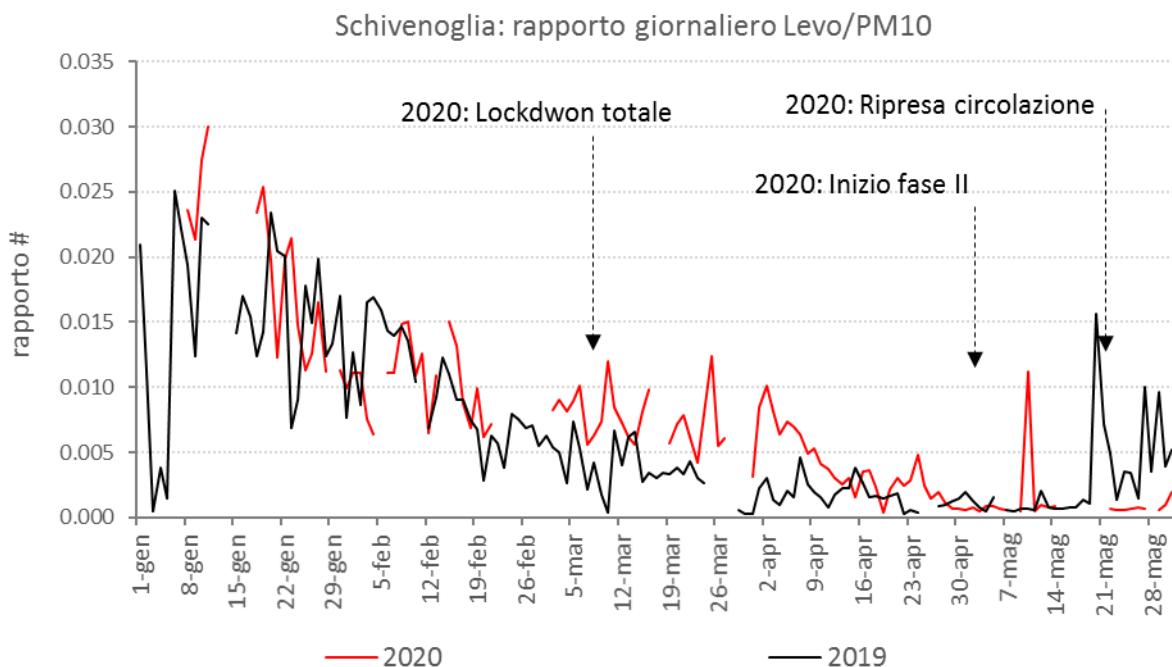


Figura 3.5.7 – Andamento giornaliero del rapporto levoglucosano/PM10 per i primi cinque mesi del 2019 e 2020 nel sito di Schivenoglia.

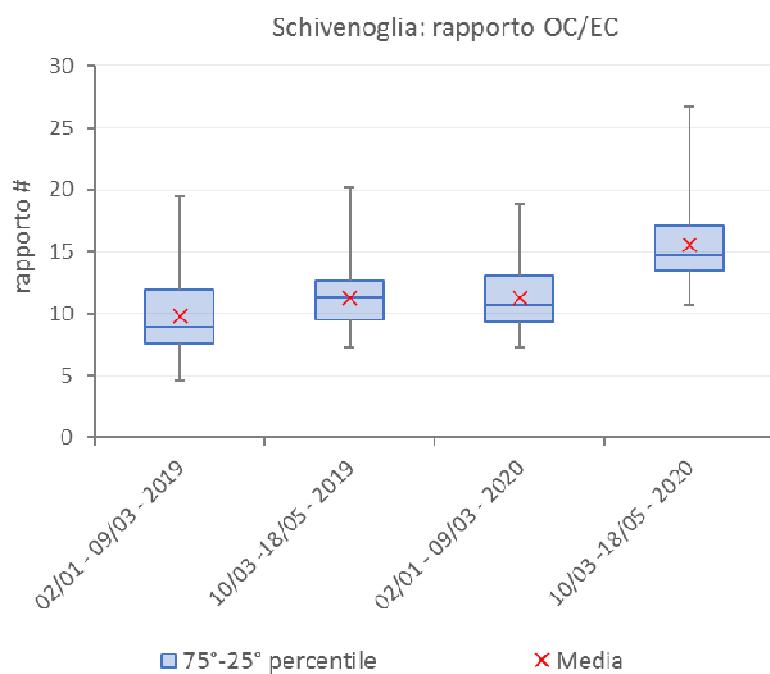


Figura 3.5.8 - Confronto tra il 2020 e il 2019 del rapporto OC/EC nei due periodi pre lockdown e lockdown nel sito di Schivenoglia.



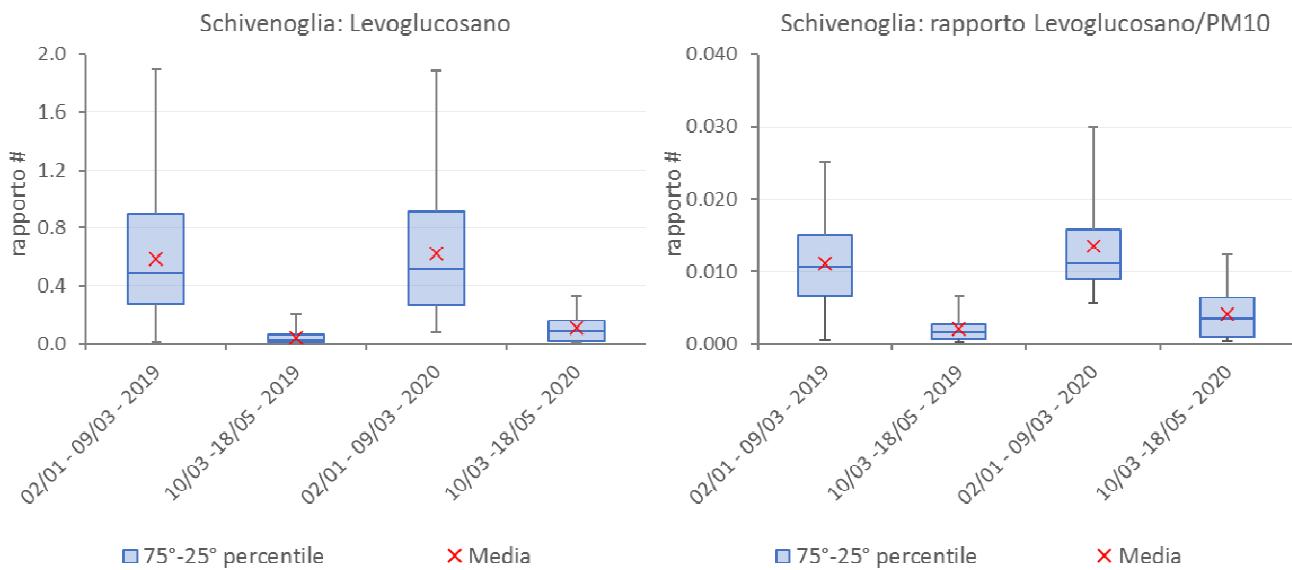


Figura 3.5.9 – Andamento giornaliero del levoglucosano (a sinistra) e del rapporto levoglucosano/PM10 (a destra) per i primi cinque mesi del 2019 e 2020 nel sito di Schivenoglia.

Il grafico a sinistra di Figura 5.3 evidenzia come le concentrazioni di PM10 registrate durante il lockdown del 2020 siano sostanzialmente confrontabili, sia come media sul periodo sia come dispersione dei valori giornalieri, con quanto misurato nel corrispondente periodo del 2019. Questo risultato, fornendo un base simile di “normalizzazione”, facilita il confronto 2019-2020 per quanto riguarda i rapporti del PM10 con le sue diverse componenti. Nello specifico, la componente secondaria, data dalla somma del nitrato e del solfato d’ammonio, mostra, per i periodi 2019-2020, il medesimo equilibrio del PM10.

Dai grafici di Figura 3.5.4 si osserva una diminuzione del rapporto EC/PM10 nel 2020, rispetto al 2019, soprattutto durante il lockdown; questo si riflette anche nel rapporto OC/EC nel grafico di Figura 3.5.8.

Diversamente da quanto riscontrato a Milano Pascal, a Schivenoglia non si evince una diminuzione del rapporto Cu/PM10 nel periodo di lockdown 2020 (Figure 3.5.5 e 3.5.6). Questo rapporto è confrontabile nei periodi considerati. Probabilmente questo è imputabile al fatto che si tratta di un sito di fondo rurale e quindi lontano dalle emissioni dirette.

Il rapporto levoglucosano/PM10, nel grafico a sinistra di Figura 3.5.9, mostra durante il lockdown 2020 valori più alti rispetto al corrispettivo periodo del 2019. Probabilmente diversamente da Milano nell’area rurale si fa un uso più consistente della combustione di biomassa. Durante il primo periodo del lockdown le temperature ancora rigide e le lunghe permanenze in casa hanno portato probabilmente ad un uso maggiore della combustione di biomassa rispetto al medesimo periodo dell’anno precedente. Con la fine della prima metà aprile e le temperature più miti anche le concentrazioni di Levoglucosano si sono abbassate (Figura 3.5.7).



4. CONFRONTO tra i SITI

In fig. 4.1 si è riportata una visione di insieme dei risultati delle singole postazioni sopra esposte, per consentire un confronto sulla chiusura di massa del PM10 (in concentrazione relativa) nei due periodi fin qui selezionati, ovvero 2 gennaio-9 marzo e 10 marzo-18 maggio per gli anni 2019 e 2020. In entrambi i periodi e per tutti i siti si nota una variabilità molto bassa di quasi tutte le componenti, con differenze tipiche nel passaggio dalla stagione invernale a quella più calda: riduzione del nitrato d'ammonio, aumento apparente del solfato e crescita della materia crostale, più evidente durante il lockdown a causa di un aprile siccioso. Una prima visione permette di notare che, indipendentemente dagli anni, i fingerprint delle città rimangono sostanzialmente invariati, con qualche lieve peculiarità, funzione della variazione stagionale piuttosto che della chiusura delle attività. Infatti, nel passaggio dal 2019 al 2020, ad esempio, si può notare un calo percentuale dell'OC spostandosi da nord a sud nel bacino, con la percentuale maggiore ad Aosta. Nello stesso verso di osservazione (da Aosta a Schivenoglia) si può notare un calo dell'EC che si mantiene anche nel passaggio da 2019 a 2020 e da primo e secondo periodo. Viceversa, nel primo intervallo 2 gennaio-9 marzo di entrambi gli anni si osserva un aumento percentuale del SIA spostandosi verso sud e verso est. Durante il lockdown, invece, sovrapposto al calo intrinseco dell'ammonio nitrato del cambio stagionale, si osserva in generale un'invarianza se non un relativo aumento nel periodo di fermo delle attività. Il crostale, insieme alle componenti minoritarie mostrano variazioni combinate tra il cambio stagionale e l'assenza e/o limitazione delle attività antropiche del lockdown, senza impatti significativi.

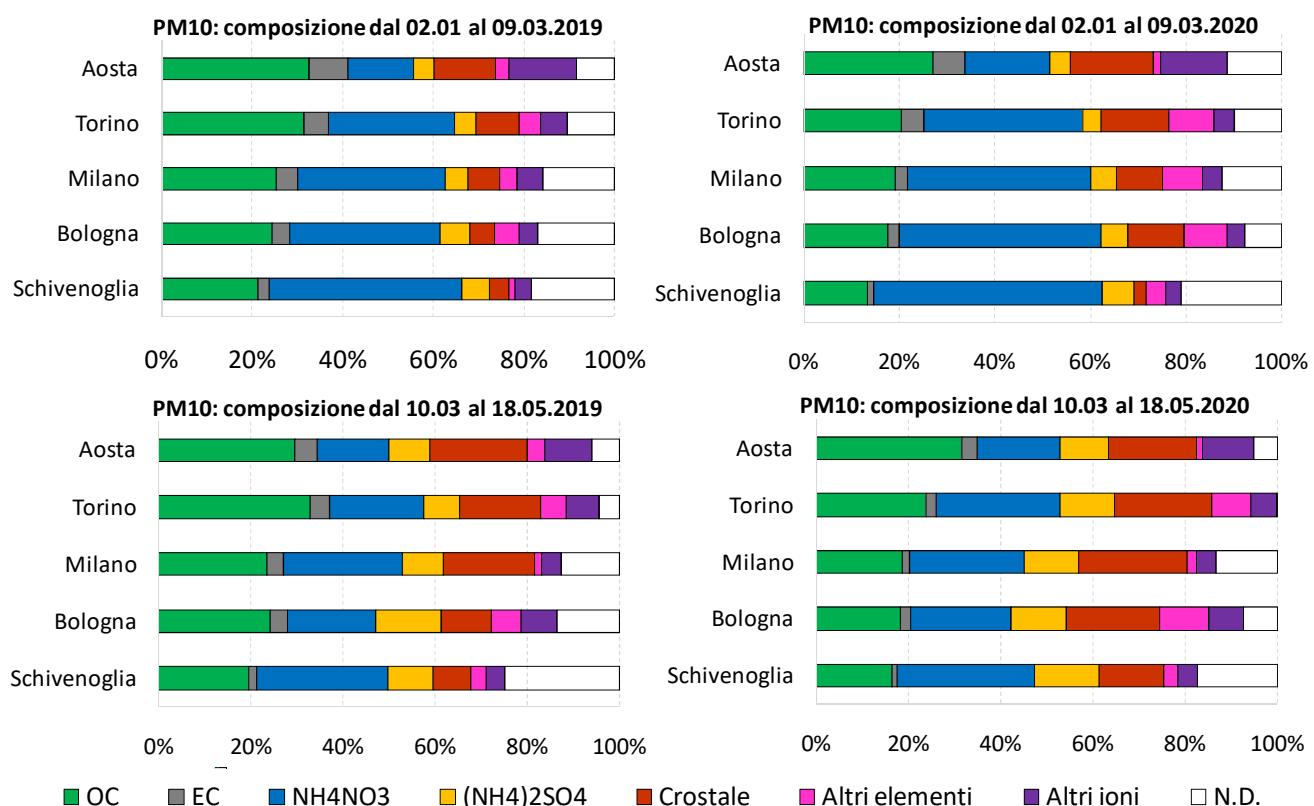


Figura 4.1 - Confronto della chiusura di massa in concentrazione relativa al PM10 sia nel 2019 che nel 2020 per il periodo "lockdown" in tutti i siti.

La biomassa legnosa, identificata dal levoglucosano, evidenzia durante il lockdown un aumento importante sia nei due siti lombardi che nel sito di Torino (fig. 4.2). In particolare, Schivenoglia mostra la crescita maggiore



(con concentrazioni quasi triplicate) rispetto gli altri due siti (concentrazioni raddoppiate) dovuto probabilmente a un utilizzo più consistente della legna che potrebbe essere compatibile con un sito rurale. In generale, l'aumento è presumibilmente legato al confinamento domiciliare imposto dalle misure del lockdown, comuni a tutti i siti, e le differenze potrebbero essere imputabili sia alle temperature, che in alcune aree sono state particolarmente rigide in certi periodi, sia ad un utilizzo della legna diversificato nell'ambito della pianura padana. Con l'arrivo della seconda metà di aprile e, quindi, di temperature più miti, le concentrazioni di levoglucosano sono diminuite, in linea con gli altri anni.

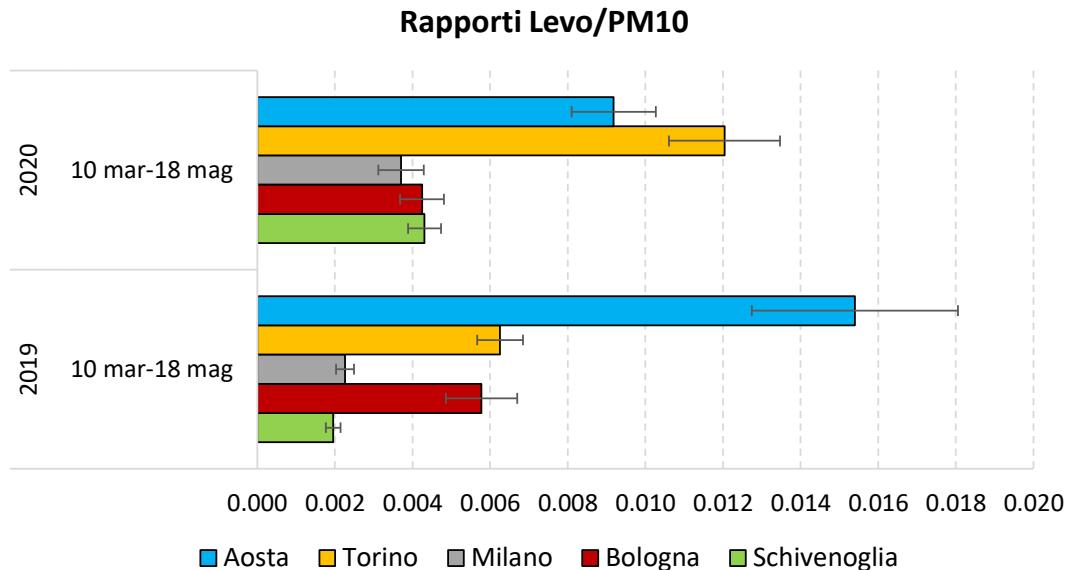


Figura 4.2 - Confronto nel periodo "lockdown" tra il 2019 e il 2020 del Levo/PM10 in tutti i siti.

Un aspetto comune a tutti i siti è stata la riduzione di EC nel PM (fig. 4.3) durante il lockdown. È evidente che il crollo delle emissioni legate ai trasporti sia la principale causa del calo di questo composto primario. Si ricorda che a Bologna, Torino e Schivenoglia tale confronto è relativo ad un solo anno di misure, ma sia Milano Pascal che Aosta confermano questo risultato con un numero di anni precedenti rilevanti: calo del 31% a Milano a marzo rispetto al 2013-2019 e del 40% ad Aosta rispetto al 2017-2019. Anche il calo di Cu, derivante dall'usura delle parti meccaniche degli autoveicoli e visibile in particolare a Milano e Aosta, è in linea con questi risultati.

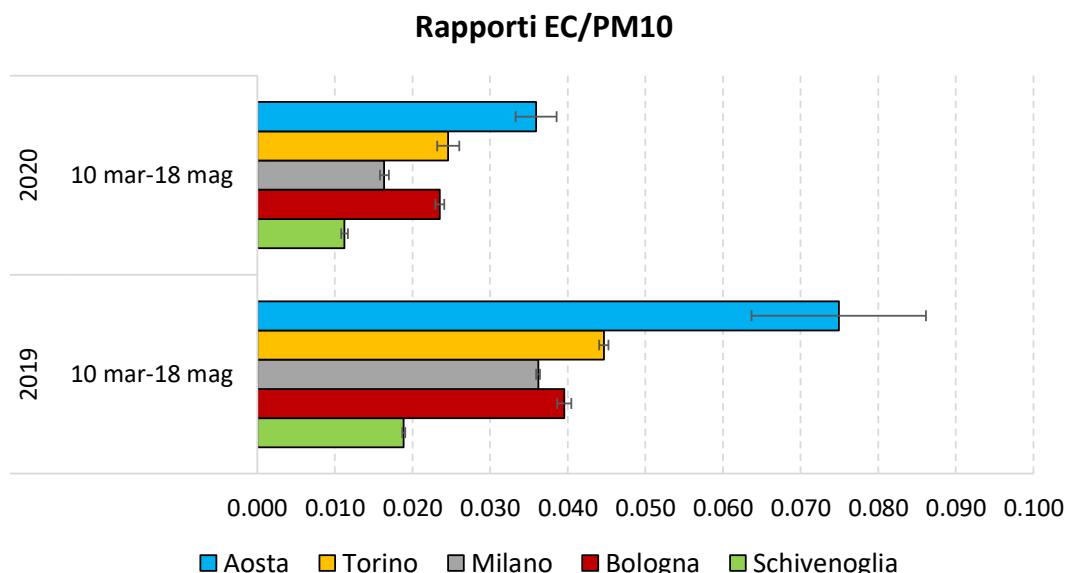


Figura 4.3 -Confronto nel periodo "lockdown" tra il 2019 e il 2020 di EC/PM10 in tutti i siti.



Anche la variazione di OC/EC, che mostra un aumento passando dal 2019 al 2020 durante il lockdown, è comune a tutti i siti del bacino (fig. 4.4). Tale crescita è sicuramente legata alla diminuzione di EC vista precedentemente, ma, anche se in maniera diversa a seconda della stazione considerata, può essere in parte derivata dall'aumento sia della combustione di biomassa legnosa (che in alcuni siti mostra appunto una crescita e che ha un rapporto OC/EC più alto rispetto al traffico) che del secondario organico formatosi per foto-ossidazione, anche se attualmente, con i dati a disposizione, non è possibile verificare quest'ultima ipotesi.

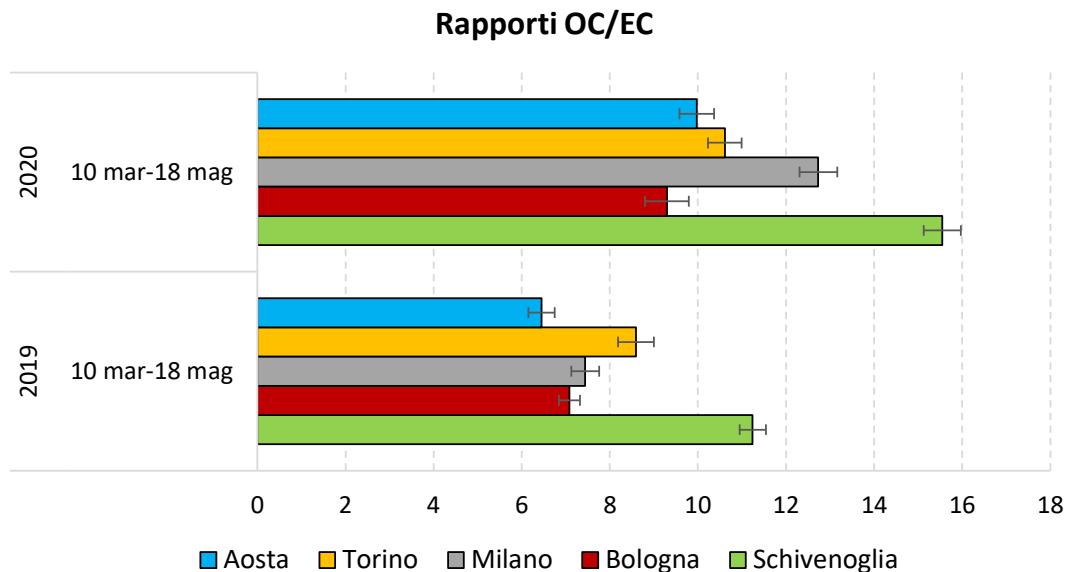


Figura 4.4 - Confronto nel periodo "lockdown" tra il 2019 e il 2020 di OC/EC in tutti i siti.

L'analisi dell'aerosol secondario inorganico (SIA), componente maggioritaria nel bilancio di massa del PM10 nel bacino padano (es. fino al 54% a Schivenoglia), evidenzia una omogeneità sul bacino, come ben visualizzato nel grafico di fig. 4.5, con l'unica differenza per la stazione di Aosta che mostra contributi molto più bassi per lo ione ammonio (in Tabella 4.1 le concentrazioni assolute). Le analisi sui trasporti delle masse d'aria (Diémoz et al., 2019), molto frequenti sul territorio valdostano e cariche di aerosol, spiegano come la maggior parte del secondario inorganico misurato nel sito sia di origine remota (principalmente dal bacino padano), con un contributo locale di minore importanza; è stato stimato, da analisi PMF, un apporto medio annuale delle componenti trasportate ricche in nitrati e solfati del 25% del PM10, misurato nella città di Aosta. Nei siti remoti, dove si hanno minori emissioni locali, l'importanza relativa di questo contributo risulta maggiore.



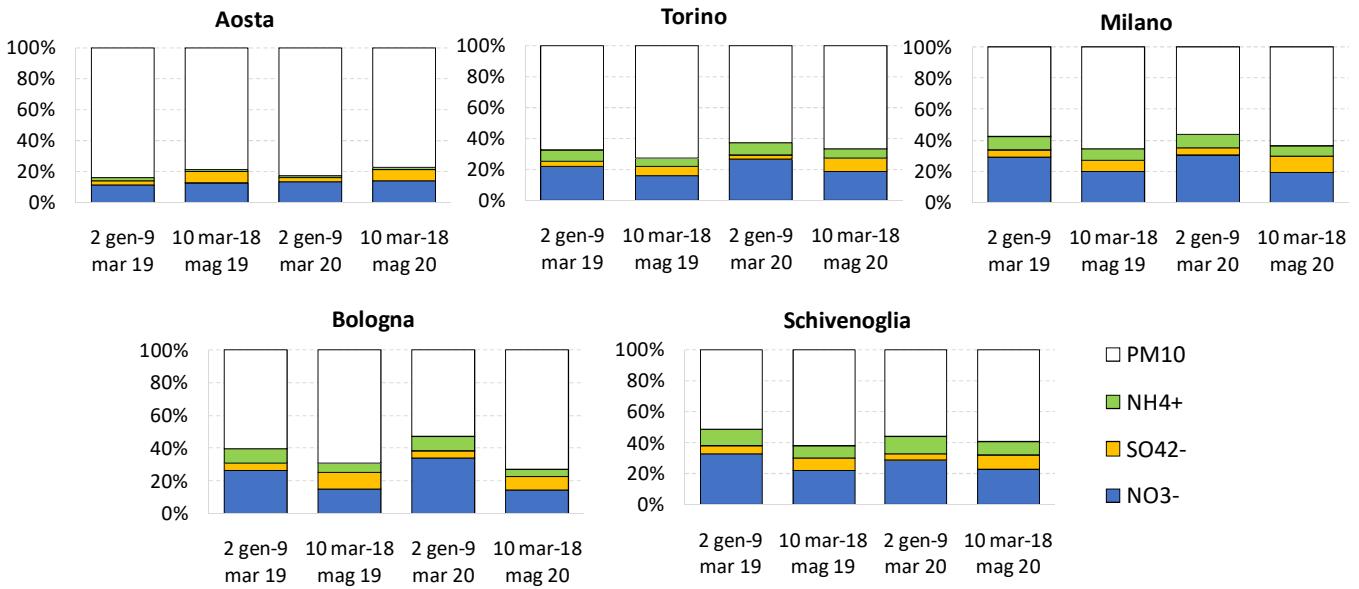


Figura 4.5 - Confronto in tutti i siti dei tre principali ioni che compongono il secondario inorganico (somma di nitrato, solfato e ammonio) rapportati al PM10.

Analizzando la singola specie ionica del nitrato si nota un aumento sul periodo di lockdown in tutti i siti nel passaggio dal 2019 al 2020, ad eccezione di Milano dove si mantengono uguali, con la massima concentrazione misurata a Schivenoglia ($5.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Confrontando i dati con una serie temporale più lunga, come quella presente a Milano Pascal o Aosta, queste variazioni sembrano rientrare in un range di variabilità interannuale. Anche lo ione solfato aumenta ovunque nel 2020 tranne a Bologna dove si mantiene costante.

		2019				2020			
		NO3-	SO42-	NH4+	PM10	NO3-	SO42-	NH4+	PM10
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$				$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
AO	2°gen-9 mar	2.2	0.6	0.3	20	3.0	0.7	0.2	23
	10 mar-18 mag	1.5	0.8	0.2	12	2.0	1.1	0.2	14
TO	2°gen-9 mar	12.2	2.0	4.1	56	15.9	1.6	4.6	60
	10 mar-18 mag	3.4	1.2	1.2	21	4.0	1.6	1.3	21
MI	2°gen-9 mar	15.5	2.4	4.7	53	14.0	2.2	4.1	46
	10 mar-18 mag	4.3	1.5	1.6	21	4.3	2.3	1.5	22
BO	2°gen-9 mar	11.0	2.0	3.6	42	14.5	1.9	3.8	42
	10 mar-18 mag	2.5	1.7	0.9	16	3.2	1.7	1.0	22
SCHI	2°gen-9 mar	16.8	2.6	5.4	51	13.8	1.9	5.4	48
	10 mar-18 mag	4.9	1.8	1.8	22	5.6	2.4	2.1	25

Tabella 4.1 - Concentrazioni di nitrato, solfato, ammonio e PM10 in ogni sito e nei 4 periodi analizzati.

Approfondendo ulteriormente la valutazione delle concentrazioni legate al secondario inorganico, si sono osservate le concentrazioni di ammoniaca in atmosfera. I valori di NH_3 mostrano un comportamento opposto rispetto a quello degli ossidi di azoto: durante il lockdown non si è registrata una diminuzione di tale inquinante (come si è visto nei report precedenti già pubblicati di PrepAIR), anzi, ad eccezione di Milano e



Schivenoglia che restano invariate, si è osservata una crescita delle concentrazioni (fig. 4.6). Questo comportamento era prevedibile dall'assenza di provvedimenti sulle attività agricole durante il lockdown, al contrario di quanto avvenuto sul traffico, che infatti ha portato ad un calo fino al 40% dei valori di NOx (massimo decremento settimanale delle emissioni). L'andamento osservato è in accordo con quello della parte inorganica secondaria del particolato che non ha mostrato flessioni rilevanti nelle concentrazioni, rispetto all'anno precedente, nonostante il calo consistente degli ossidi di azoto.

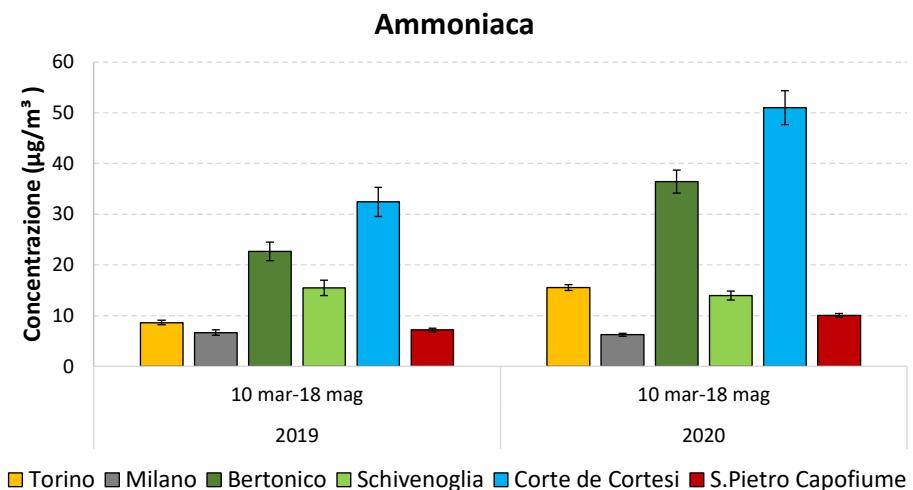
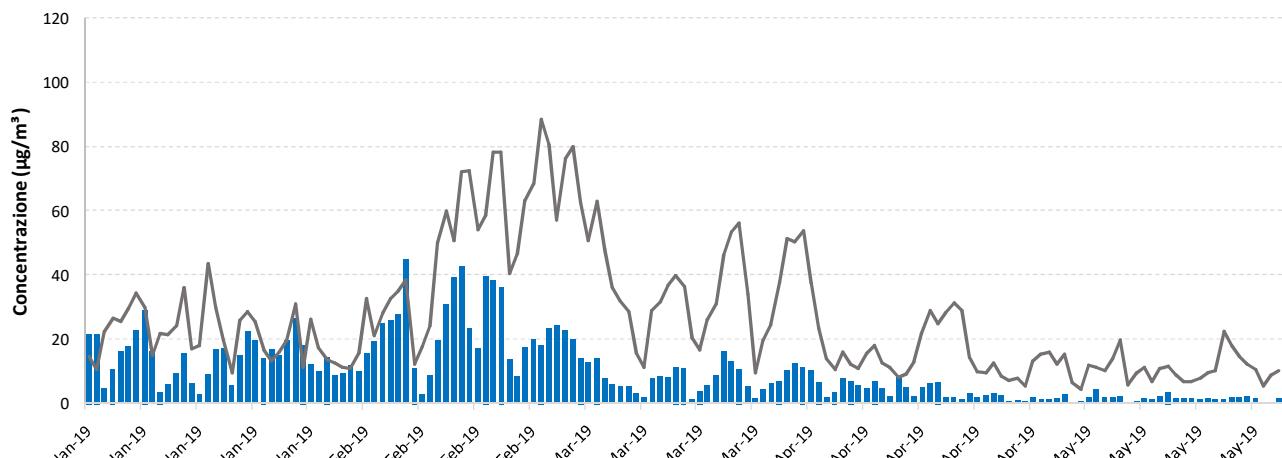


Figura 4.6 - Confronto tra alcuni siti del bacino padano ove è disponibile la misura di ammoniaca - in aggiunta ad alcuni siti presenti nello studio sono presenti: San Pietro Capofiume, sito rurale (BO), Corte de Cortesi (CR) e Bertonico (LO), entrambi siti di fondo agricolo il primo limitrofo a un allevamento di suini.

Nella figura 4.7 e 4.8 sono riportati gli andamenti dell'ammoniaca negli anni 2019 e 2020: nel primo grafico a confronto con l'ammonio nitrato e nel secondo con lo ione ammonio, entrambi calcolati come media giornaliera delle concentrazioni misurate in tutti i siti ad eccezione di Aosta. La concentrazione dell'ammoniaca rappresenta invece la media giornaliera tra la stazione di Torino (Piemonte) e Corte de Cortesi (Lombardia). Nonostante sia prematuro al momento fare considerazioni che possano spingersi ad individuare un nesso tra sorgenti e concentrazioni al recettore, si osserva un buon accordo tra i due andamenti, specialmente in determinate condizioni meteo-climatiche (situazioni favorevoli all'accumulo di masse d'aria ricche di ammoniaca). Questo legame potrebbe suggerire un ruolo dell'agricoltura sulle concentrazioni durante il lockdown, considerata l'invarianza della componente secondaria inorganica e del PM10 rispetto al 2019. Ulteriori considerazioni necessitano di analisi aggiuntive sia in termini di elaborazioni della componente meteo-climatica che dal punto di vista chimico, ovvero delle trasformazioni dell'ammoniaca in atmosfera e dei processi di accumulo, valutazioni che permetteranno di verificare tale ipotesi già analizzata in territorio lombardo su episodi di accumulo osservati negli anni precedenti (Colombi et al., 2018; Dal Santo et al., 2018).



Andamento giornaliero nel 2019 di ammoniaca e nitrato d'ammonio



Andamento giornaliero nel 2020 di ammoniaca e nitrato d'ammonio

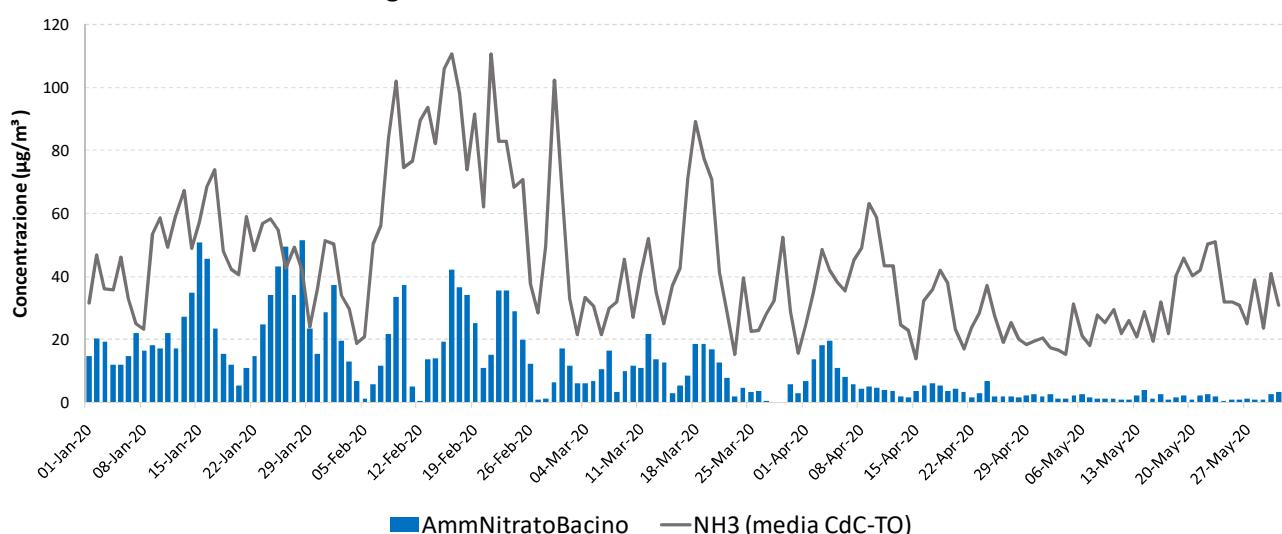


Figura 4.7 - Andamento giornaliero dell'ammoniaca (media tra le stazioni di Corte de Cortesi e Torino) e delle concentrazioni di ammonio nitrato (media delle stazioni del bacino oggetto senza Aosta).

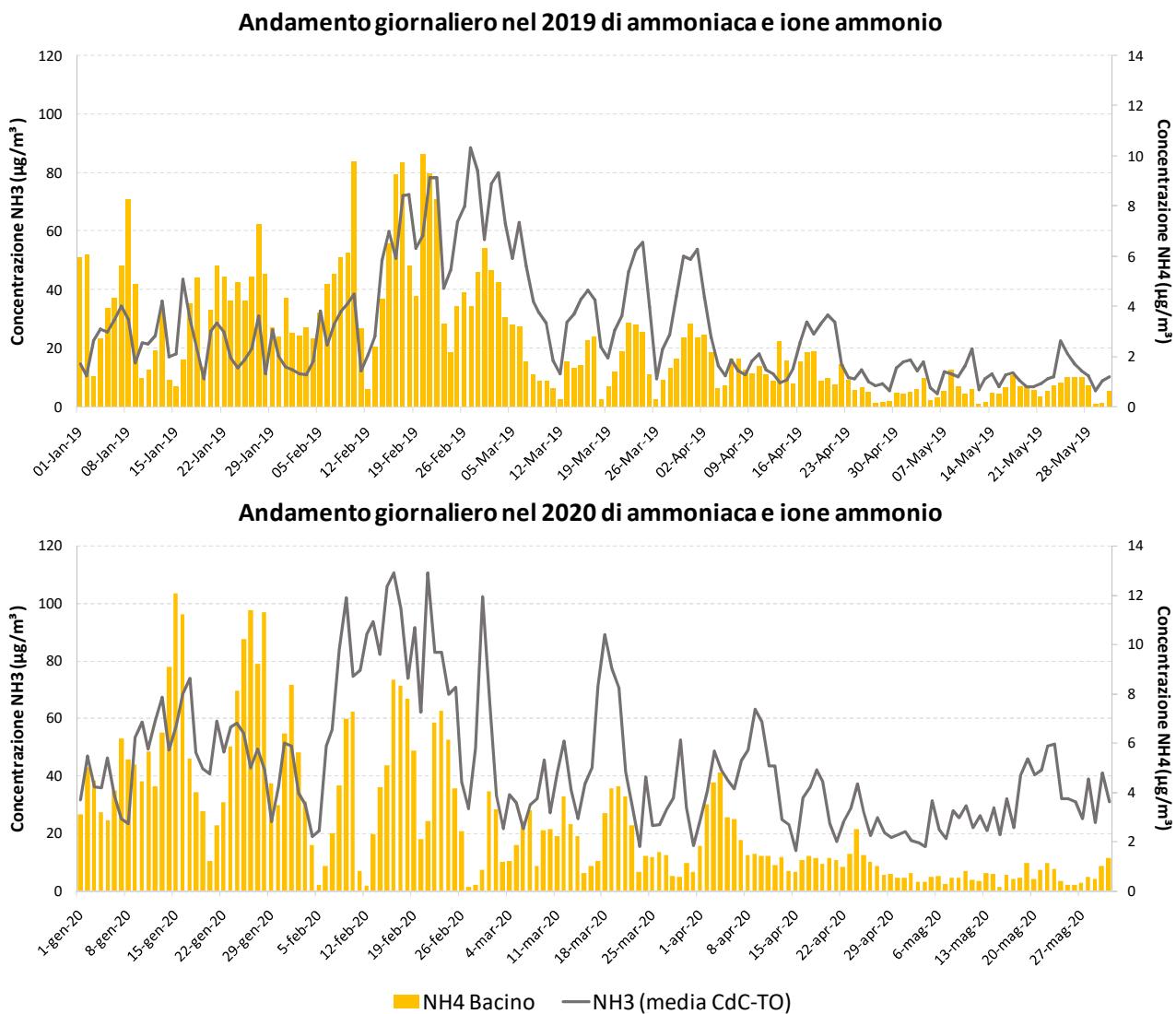


Figura 4.8– Andamento giornaliero dell’ammoniaca (media tra le stazioni di Corte de Cortesi e Torino) e delle concentrazioni di ammonio (media delle stazioni del bacino senza Aosta).



5. CONCLUSIONI

Obiettivi dello studio

I primi due rapporti del progetto PrepAIR sugli effetti del lockdown sulla qualità dell'aria (<https://www.lifeprepair.eu/>) hanno evidenziato la drastica riduzione dei determinanti avvenuta nell'area del bacino padano a seguito delle misure restrittive prese nell'ambito della pandemia del Covid19, che hanno causato la riduzione emissiva sia di NOx (che è arrivato a un massimo decremento settimanale del 40%) che di PM10 primario (massimo decremento 20%). È stato inoltre analizzato da un lato il decremento considerevole delle concentrazioni in aria dei gas (sia primari che secondari), derivante dalle riduzioni emissive, dall'altro il comportamento della massa di PM10 che ha evidenziato variazioni negative e positive discontinue durante il periodo del lockdown totale con un andamento legato più alle condizioni meteorologiche. L'obiettivo di questo terzo rapporto è stato quello di indagare la ragione di tale comportamento nel particolato e se, e in che modo, sia variata la sua composizione chimica.

Stato delle conoscenze

Ormai da tempo è noto come la massa del PM10 in pianura padana, seppur con contributi differenti a seconda dell'area studiata, sia principalmente composta da carbonio organico e specie inorganiche secondarie e successivamente, con percentuali ridotte, altre specie ioniche, materia crostale e carbonio elementare. Il secondario è sicuramente il contributo maggioritario al PM e può essere inorganico, dominato in inverno dal nitrato d'ammonio mentre in estate, a causa della sua volatilizzazione, dal solfato, e organico, per condensazione dei precursori volatili nella stagione fredda e per foto ossidazione in quella più calda. La formazione di tale componente in pianura padana è molto complessa (Gilardoni et al., 2011) e la geografia del territorio e le condizioni meteorologiche (stabilità atmosferica, basse temperature, elevata umidità e inversioni termiche), assieme alla disponibilità di precursori, hanno un ruolo più importante rispetto alle variazioni delle singole sorgenti. L'andamento del PM nel tempo (La qualità dell'aria in Italia, SNPA – ED. 2020) nell'area padana ha mostrato riduzioni del contributo primario al PM, grazie a una serie di interventi messi in atto dalle amministrazioni, mentre tale decremento non sembra visibile per quella parte di particolato che si forma in atmosfera (La qualità dell'aria in Italia, SNPA – ED. 2020, parte approfondimenti). Un altro importante contributo al PM è la biomassa legnosa (BB) la quale, ad esempio, in Emilia-Romagna si stima che arrivi fino a un 35% della concentrazione di PM2.5 nella stagione fredda (Scotto et al., 2021 – sottomesso). Inoltre, da recenti studi, la combustione di BB, oltre a comportare un importante apporto al PM primario, è stato evidenziato che concorra anche alla produzione di una parte organica secondaria (Paglione et al., 2019; Kodros et al., 2020).

I risultati

In questo studio sono stati analizzati i dati della composizione chimica dell'aerosol atmosferico PM10 di cinque stazioni di rilevamento della rete di qualità dell'aria di cui quattro facenti parte dell'Azione 4 del progetto PrepAIR (stazioni speciali di Torino, Bologna, Milano Pascal e Schivenoglia) iniziata ad aprile 2018. I dati del periodo pre Lockdown (2 gennaio – 9 marzo) e lockdown (10 marzo – 18 maggio) 2020 sono stati confrontati con i dati degli stessi periodi dell'anno precedente e, dove possibile (Milano Pascal e Aosta), con una serie storica più lunga.

I principali indicatori utilizzati sono stati:

- la chiusura di massa composta dalla frazione carboniosa (carbonio organico e carbonio elementare, OC e EC), secondario inorganico (SIA somma del nitrato d'ammonio e solfato d'ammonio), materiale crostale, composti antropici e altri ioni;



- il rapporto tra il carbonio organico e il carbonio elementare (OC/EC). Valori bassi indicano un contributo di sorgenti come il traffico (Handler et al. 2008), mentre valori elevati possono essere legati nei mesi più freddi a fattori meteorologici, che favoriscono la produzione di particolato invecchiato con arricchimento di secondario, oppure alla combustione della biomassa legnosa. Nei mesi caldi un valore alto di questo rapporto può indicare un aumento del secondario per trasformazioni foto ossidative;
- il levoglucosano, indicatore della combustione di biomassa legnosa ed il rame (Cu) usato come tracciante del traffico veicolare (derivante dall'usura delle parti meccaniche);
- l'ammoniaca emessa dalle attività agro-zootecniche.

Nel complesso, nei due periodi analizzati, si nota in tutti i siti una variabilità molto bassa di quasi tutte le componenti, con differenze tipiche nel passaggio dalla stagione invernale a quella più calda: riduzione del nitrato d'ammonio (tipico sale inorganico della stagione fredda) e aumento apparente del solfato d'ammonio, crescita della materia crostale, più evidente durante il lockdown 2020 a causa di un aprile siccitoso. L'analisi del SIA, componente maggioritaria nel bilancio di massa del PM10 nel bacino padano (es. fino al 54% a Schivenoglia), evidenzia una omogeneità sul bacino, con l'unica differenza per la stazione di Aosta che mostra contributi molto più bassi per lo ione ammonio. La maggior parte del secondario inorganico misurato nel sito di Aosta risulta di origine remota (principalmente dal bacino padano).

Il confronto nei vari siti evidenzia come i *fingerprint* delle città rimangono sostanzialmente invariati, indipendentemente dagli anni, con qualche lieve peculiarità, funzione della variazione stagionale e annuale, piuttosto che della chiusura delle attività. In generale, spostandosi da ovest verso est nel bacino (da Aosta a Schivenoglia), si nota un calo percentuale dell'OC e un aumento percentuale del SIA (con il massimo nella stazione rurale) e un calo di OC e EC passando dal 2019 al 2020. Il crostale e le altre componenti minoritarie mostrano variazioni combinate tra il cambio stagionale e l'assenza e/o limitazione delle attività antropiche del lockdown, senza impatti significativi.

Analizzando il periodo lockdown 2020 rispetto al 2019 i dati evidenziano:

- nessuna riduzione dei composti totalmente o parzialmente secondari in tutti i siti;
- diminuzione di EC e Cu in tutti i siti;
- aumento del levoglucosano nella maggioranza dei siti;
- aumento del rapporto OC/EC in tutti i siti.

Questi risultati sono supportati dall'analisi della stazione di Milano Pascal che possiede le analisi di composizione chimica dal 2013. Nella maggior parte dei casi infatti, le componenti, tra cui quella secondaria inorganica, rientrano nell'intervallo di variabilità di ciascuna specie compresa tra il primo e terzo quartile ad eccezione in particolare di EC e il Cu, che si posizionano al di sotto del minimo della serie storica, e del levoglucosano che presenta valori superiori al terzo quartile. Nel primo caso è evidente l'importanza delle drastiche riduzioni del traffico auto veicolare (ad Aosta EC è calato del 40% nel 2020 rispetto alla media 2017-2019 e a Milano Pascal del 31% rispetto al periodo 2013-2019), nel secondo una maggiore attività di BB. Anche la crescita di OC/EC durante il lockdown è indice sia di un calo di EC che dell'aumento di BB nonché di un possibile aumento del secondario organico formato per foto-ossidazione, anche se con i dati a disposizione, attualmente non è possibile verificarlo.

Ipotesi interpretativa

I principali precursori della componente secondaria inorganica ad oggi sono SO₂, NH₃ e NOx. Tralasciando il biossido di zolfo che è calato drasticamente negli ultimi 20 anni, gli ultimi due gas sono resi disponibili in grandi



quantità dall'agricoltura e dalle combustioni (principalmente traffico, riscaldamento e industrie). Durante il lockdown, nonostante il calo considerevole della concentrazione di NOx (<https://www.lifeprepair.eu/>), questo è rimasto comunque disponibile (nel bacino padano la media di NO₂ si è mantenuta in un intorno di 10-25 µg/m³ durante i mesi del lockdown) assieme all'ammoniaca, che non ha subito variazioni in quanto non sono stati presi provvedimenti nell'ambito del settore agricolo-zootecnico, e anzi, in diversi siti la sua concentrazione ha mostrato valori più alti dell'anno precedente. Entrambi questi precursori erano quindi in quantità sufficiente a sostenere la formazione di aerosol secondario. Inoltre il levoglucosano, tracciante della sorgente BB, in tre dei cinque siti analizzati, ha mostrato un aumento durante il periodo di lockdown totale (nel sito rurale il levoglucosano ha mostrato valori quasi triplicati rispetto allo stesso periodo nel 2019), probabilmente dovuto ai provvedimenti di limitazione di circolazione delle persone che le costringeva in casa, oltre che alla diminuzione delle temperature in alcune aree.

Implicazioni per i piani

I risultati dello studio del particolarissimo periodo vissuto durante il lockdown, mostrano come lo "spegnimento" o la riduzione di una parte degli inquinanti non sia sufficiente a determinare una variazione apprezzabile nella formazione del secondario e confermano che gli interventi che possono essere intrapresi per una riduzione del particolato devono essere coordinati, a livello di bacino, e riguardare tutte le attività che concorrono alla produzione di precursori (principalmente agricoltura e combustioni, quali traffico, biomassa e comparto industriale e dei servizi) agendo in maniera incisiva sulle emissioni.



6. Appendice

6.1 Bibliografia

- Colombi C., Cuccia E., Dal Santo U., "Progetto Supersiti: la stazione di Milano Via Pascal", 2018, https://www.arpalombardia.it/sites/DocumentCenter/Documents/Aria%20-%20Progetto%20Supersiti/RMM_Milano_20181231.pdf;
- Dal Santo U., Cuccia E., Giannelle V., 2018, "Analisi della composizione chimica del PM10 durante un episodio di precipitazioni nevose; il ruolo del secondario", BEA;
- Diémoz H., Gobbi G.P., Magri T., Pession G., Pittavino S., Tombolato I.K.F., Campanelli M., Barnaba F., 2019, "Transport of Po Valley aerosol pollution to the northwestern Alps – Part 2: Long-term impact on air quality", *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, 10129-10160;
- Gilardoni S., Vignati E., Cavalli F., Putaud J.P., Larsen B.R., Karl M., Stenstrom K., Genberg J., Henne S., Dentener F., 2011, "Better constrains on sources of carbonaceous aerosols using a combined C-14-macro tracer analysis in a European rural background site", *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11, 5685-5700;
- Handler M., Puls C., Zbiral J., Puxbaum H., Limbeck A. , 2008, "Size and composition of particulate emissions from motor vehicles in the Kaisermuhlen-Tunnel, Vienna", *Atmospheric Environment*, 42, 2173-2186;
- Kodros J. K., Papanastasiou D. K., Paglione M, Masiol M., Squizzato S., Florou K., Skyllakou K., Kaltsounoudis C., Nenes A., Pandis S. N., 2020, "Rapid dark aging of biomass burning as an overlooked source of oxidized organic aerosol", *PNAS*, 52, 33028-33033;
- Marcazzan G.M., Valli G., Vecchi R., 2002, "Factors influencing mass concentration and chemical composition of fine aerosols during a PM high pollution episode", *The Science of the Total Environment*, 298, 65-79;
- Mason B., 1966, "Composition of the Earth", *Nature*, 211, 616-618;
- Paglione M., Gilardoni S., Rinaldi M., Decesari S., Zanca N., Sandrini S., Giulianelli L., Bacco D., Ferrari S., Poluzzi V., Scotto F., Trentini A., Poulain L., Herrmann H., Wiedensohler A., Canonaco F., Prévôt A. S. H., Massoli P., Carbone C., Facchini M.C., Fuzzi S., 2019, "The impact of biomass burning and aqueous-phase processing on air quality: a multi-year source apportionment study in the Po Valley, Italy", *Atmospheric Chemistry and Physic*, 20, 1233-1254;
- Sandrini S., Fuzzi S., Piazzalunga A., Prati P., Bonasoni P., Cavalli F., Bove M.C., Calvello M., Cappelletti D., Colombi C., Contini D., de Gennaro G., Di Gilio A., Fermo P., Ferrero L., Gianelle V., Giugliano M., Ielpo P., Lonati G., Marinoni A., Massabò D., Montelmi U., Moroni B., Pavese G., Perrino C., Perrone M.G., Perrone M.R., Putaud J.P., Sargolini T., Vecchi R., Gilardoni S., 2014, "Spatial and seasonal variability of carbonaceous aerosol across Italy", *Atmospheric Environment*, 99, 587-598;
- Scotto F., Bacco D., Lasagni S., Trentini A., Poluzzi V., Vecchi R., 2021, "A multi-year source apportionment of PM2.5 at multiple sites in the eastern Po Valley (Italy)", *Atmospheric Pollution Research* (sottomesso);



Simoneit B.R.T., Schauer J.J., Nolte C.G., Oros D.R., Elias V.O., Fraser M.P., Rogge W.F., Cass G.R., 1999, "Levoglucosan, a tracer for cellulose in biomass burning and atmospheric particles", *Atmospheric Environment*, 33, 173-182;

La qualità dell'aria in Italia, Edizione 2020, report di sistema SNPA 17 e approfondimenti (ISBN 978-88-448-1027-6).

<https://www.lifeprepair.eu/index.php/2020/06/22/qualita-dellaria-nelle-settimane-di-emergenza-coronavirus-i-risultati-dellanalisi-life-prepair/>

<https://www.lifeprepair.eu/index.php/2020/09/25/qualita-dellaria-nelle-settimane-di-emergenza-coronavirus-i-risultati-dellanalisi-life-prepair-2/>

6.2 Cronosintesi delle misure di lockdown

La Tabella sotto riportata include le principali misure di contenimento adottate nel periodo di lockdown. Si noti che il quadro non è esaustivo dei numerosi provvedimenti assunti dai singoli Enti, ma vuole costituire uno schema di riferimento delle misure maggiormente legate alle finalità del Report.

SETTIMANA	DATE SETTIMANA	PROVVEDIMENTO	MISURE DI LOCKDOWN	AREA DI INTERESSE
1	22/2-28/2	Ordinanza del 21 febbraio 2020	Misure urgenti di contenimento e sospensione delle attività commerciali, delle manifestazioni pubbliche, delle attività ludiche, attività scolastiche, ecc.	Comuni lombardi (Codogno, Castiglione D'Adda, Casalpusterlengo, Fombio, Maleo, Somaglia, Bertonico, Terranova dei Passerini, Castelgerundo, San Fiorano)
		DPCM 23 febbraio 2020	Misure urgenti di contenimento	Comuni "zone rosse" delle Regioni Lombardia e Veneto
		Ordinanza contingibile e urgente n. 1, "Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-2019", firmata dal Ministro della Salute e dal Presidente della Regione Emilia-Romagna il 23/02/2020 e decreto legge 23/2/2020 n. 6	Chiusura scuole	Emilia-Romagna



		Ordinanza contingibile e urgente n. 1, "Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-2019", firmata dal Ministro della Salute e dal Presidente della Regione Veneto il 23/02/2020	Chiusura scuole	Veneto
		Decreto n°498 del 24/02/2020	Ulteriori misure applicative dell'ordinanza del 23 febbraio 2020- Riunioni in uffici pubblici ed attività di front-office	Regione Lombardia
		DPCM 25 febbraio 2020	Sospensioni eventi sportivi, viaggi di istruzione, ecc.	Regioni Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Lombardia, Veneto, Liguria e Piemonte
2	29/2-6/3	DPGR n. 24 del 1 marzo 2020 "Ordinanza regionale di sospensione delle attività didattiche nei giorni 2 e 3 marzo 2020		Piemonte
		DPGR n. 25 del 2 marzo 2020 "Ordinanza regionale di sospensione delle attività didattiche ed educative fino al giorno 8 marzo 2020		Piemonte
SETTIMANA	DATE SETTIMANA	PROVVEDIMENTO	MISURE DI LOCKDOWN	AREA DI INTERESSE
		DPCM 4 marzo 2020 del 4 marzo 2020 (Misure riguardanti il contrasto e il contenimento sull'intero territorio nazionale del diffondersi del coronavirus)		Intero territorio nazionale
2	29/2-6/3	Ordinanza contingibile e urgente n. 1, "Misure per la prevenzione e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-2019", firmata dal Presidente della Provincia	Chiusura scuole	Trentino
		Linee Guida della Provincia Autonoma di Trento (DPCM 4 marzo 2020) firmate dal Presidente della Provincia	Sospensioni eventi sportivi, viaggi di istruzione, ecc.	Trentino



3	7/3-13/3	<p>DPCM 8 marzo 2020</p> <p>Divieto di spostamento delle persone fisiche in entrata e in uscita dai territori e all'interno di essi, non motivato da comprovate esigenze lavorative o situazioni di necessità o motivi di salute.</p> <p>Chiusura impianti nei comprensori sciistici.</p> <p>Sospensione di tutte le manifestazioni organizzate e degli eventi in luogo pubblico o privato.</p> <p>Chiusura dei i musei e degli altri istituti e luoghi della cultura.</p> <p>Sospensione dei servizi educativi per l'infanzia e delle attività didattiche in presenza nelle scuole di ogni ordine e grado, della frequenza delle attività di formazione superiore, comprese le Università.</p> <p>Sospensione delle attività di palestre, centri sportivi, piscine, centri natatori, centri benessere, centri termali, centri culturali, centri sociali, sportivi, ricreativi.</p> <p>Sospensione di convegni, riunioni meeting, ed eventi sociali;</p> <p>Sospensione delle attività di pub, scuole di ballo, sale giochi, scommesse, discoteche, ecc;</p> <p>Accesso limitato di parenti e visitatori a strutture residenziali per anziani (RSA), hospice, ecc.</p>	
		<p>Prima parte: Regione Lombardia e province di Modena, Parma, Piacenza, Reggio nell'Emilia, Rimini, Pesaro e Urbino, Alessandria, Asti, Novara, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Padova, Treviso e Venezia</p> <p>Seconda parte: Intero territorio nazionale.</p>	
	DPCM 9 marzo 2020	<p>Estensione delle misure di contenimento all'intero territorio nazionale.</p> <p>Divieto di ogni forma di assembramento di persone in luoghi pubblici o aperti al pubblico.</p>	Intero territorio nazionale
	DPCM 11 marzo 2020	<p>Chiusura di tutte le attività commerciali, di vendita al dettaglio, ad eccezione dei negozi di generi alimentari, di prima necessità, delle farmacie e delle parafarmacie.</p> <p>Sospensione dei servizi di ristorazione salvo la sola ristorazione con consegna a domicilio;</p> <p>Sospensione delle attività inerenti ai servizi alla persona.</p>	Intero territorio nazionale



	Direttiva 2/2020 di Funzione pubblica (registrata presso la Corte dei conti il 12/03/2020 - n. 446)	Il lavoro agile dovrà diventare la modalità ordinaria ed essere esteso anche ad attività escluse in precedenza. Inoltre, non sono più previste soglie minime o massime.	Intero territorio nazionale
	Ordinanza del Presidente della Regione Emilia-Romagna n. 34 del 12/3/2020	Riduzione del servizio ferroviario regionale; Erogazione del servizio di trasporto pubblico locale su bus (urbano ed extraurbano) secondo la programmazione prevista nei periodi di vacanza scolastica; rimodulazione servizio taxi e servizio di noleggio con per garantire i servizi minimi essenziali.	Regione Emilia-Romagna
	Ordinanza del Presidente della Regione Veneto n. 28 del 12/3/2020	Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da virus COVID-19. Disposizioni per il Trasporto Pubblico Locale su ferro.	Veneto
	Ordinanza del Presidente della Regione Veneto n. 29 del 12/3/2020	Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da virus COVID-19. Disposizioni per il Trasporto Pubblico Locale su gomma e acqua.	Veneto
4	ORDINANZA N. 104 DEL PRESIDENTE DELLA REGIONE (11 MARZO 2020) - misure per la prevenzione e gestione dell'emergenza epidemiologica da covid-2019. ordinanza ai sensi dell'art. 32, comma 3, della legge 23 dicembre 1978, n. 833 in materia di igiene e sanità pubblica		Valle d'Aosta
	Ordinanza del Presidente della Regione Veneto n. 30 del 18/3/2020	Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da virus COVID-19. Disposizioni per il Trasporto Pubblico non di linea taxi e noleggio con conducente e per i servizi atipici.	Veneto
	Ordinanza del Presidente della Regione Veneto n. 30 del 18/3/2020	Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da virus COVID-19. Disposizioni per il contrasto dell'assembramento di persone	Veneto
	Ordinanza 3 del 19/03/2020	Chiusura dei parchi pubblici,	Friuli-Venezia



		chiusura nella giornata di domenica di tutti gli esercizi commerciali, obbligo di effettuazione della spesa da parte di una sola persona per nucleo familiare	Giulia
5	21/3-27/3	ORDINANZA N. 115 DEL PRESIDENTE DELLA REGIONE (19 marzo 2020) - misure per la prevenzione, e gestione dell'emergenza epidemiologica da covid-19. ordinanza ai sensi dell'art. 32, comma 3, della legge 23 dicembre 1978, n. 833 in materia di igiene e sanità pubblica	Valle d'Aosta
		ORDINANZA N. 116 DEL PRESIDENTE DELLA REGIONE (19 marzo 2020) - ulteriori misure per la prevenzione e gestione dell'emergenza epidemiologica da covid-19. ordinanza ai sensi dell'art. 32, comma 3, della legge 23 dicembre 1978, n. 833 in materia di igiene e sanità pubblica. Chiusura dei cantieri e contrasto alle forme di assembramenti di persone	Valle d'Aosta
		Ordinanza Ministro Salute 20 marzo 2020	Divieto di accesso del pubblico ai parchi, alle ville, alle aree gioco e ai giardini pubblici; divieto di svolgere attività ludiche o ricreative all'aperto.
		Ordinanza del Ministero della Salute del 22/3/2020	Divieto a tutte le persone fisiche di trasferirsi o spostarsi, con mezzi di trasporto pubblici o privati, in comune diverso da quello in cui si trovano, salvo che per comprovate esigenze lavorative, di assoluta urgenza ovvero per motivi di salute (previsti dalla norma)
		DPCM 22 marzo 2020	Chiusura attività produttive non essenziali o strategiche.
		DPGR n. 34 del 21 marzo 2020 "Ulteriori misure per la prevenzione e la gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-19. Ordinanza ai sensi dell'art. 32, comma 3, della	Piemonte



		legge 23 dicembre 1978, n. 833 in materia di igiene e sanità pubblica”		
		DECRETO-LEGGE 25 marzo 2020, n. 19 Misure urgenti per fronteggiare l'emergenza epidemiologica da COVID-19		Intero territorio nazionale
		Ordinanza n° 514 del 21/03/2020	Limitazione degli spostamenti su tutto il territorio regionale	Regione Lombardia
		Ordinanza n° 515 del 22/03/2020	Sospensione attività in presenza di amministrazioni pubbliche e dei soggetti privati preposti all'esercizio di attività amministrative nonché modifiche dell'ordinanza n° 514 del 21/03/2020	Regione Lombardia
		Decreto MiSE del 25 marzo	Sospensione delle attività non essenziali con elenco dei codici ATECO	Intero territorio nazionale
		Ordinanza 5 del 25/03/2020	demandare alle aziende di TPL di riorganizzare una riduzione del servizio	Friuli-Venezia Giulia
6	28/3-3/4	ORDINANZA N. 123 DEL PRESIDENTE DELLA REGIONE (26 marzo 2020) - misure per la prevenzione e la gestione dell'emergenza epidemiologica da covid-19, finalizzate alla riduzione dei servizi di trasporto pubblico locale		Valle d'Aosta
		DPGR n. 35 del 29 marzo 2020 “Ulteriori misure per la gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-19. Ordinanza ai sensi dell'art. 32, comma 3, della legge 23 dicembre 1978, n. 833 in materia di igiene e sanità pubblica”		Piemonte
		ORDINANZA N. 124 DEL PRESIDENTE DELLA REGIONE (27 marzo 2020) - ulteriori misure per la prevenzione e gestione dell'emergenza epidemiologica da covid-2019. ordinanza ai sensi dell'art. 32, comma 3, della legge 23 dicembre 1978, n. 833 in materia di igiene e sanità		Valle d'Aosta



		pubblica. indicazioni per la gestione dell'emergenza covid-19 sul territorio della regione autonoma Valle d'Aosta e la standardizzazione dei comportamenti da adottare in tutti gli ambiti socio-sanitari e territoriali		
11/12/13	4/5-17/5	DPCM 26 aprile 2020 Ulteriori disposizioni attuative del decreto-legge 23 febbraio 2020, n. 6, recante misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-19, applicabili sull'intero territorio nazionale	<p><u>Attività consentite:</u> 1) spostamenti solo per comprovate esigenze lavorative, di necessità o per motivi di salute o per incontrare congiunti purchè nel rispetto del divieto di assembramento e del distanziamento interpersonale di almeno un metro e con l'utilizzo di protezioni delle vie respiratorie ma divieto assoluto per tutte le persone fisiche di trasferirsi o spostarsi, con mezzi di trasporto pubblici o privati, in una regione diversa da quella in cui attualmente si trovano, salvo che per comprovate esigenze lavorative, di assoluta urgenza ovvero per motivi di salute; 2) rientro presso il proprio domicilio, abitazione o residenza; 3) attività sportiva o attività motoria individuale, ovvero con accompagnatore per i minori o le persone non completamente autosufficienti, purchè comunque nel rispetto delle misure di distanziamento interpersonale di sicurezza. 4) le attività che erogano i servizi di pubblica utilità e i servizi essenziali e l'attività di produzione, trasporto, commercializzazione e consegna di farmaci, tecnologia sanitaria e dispositivi medico-chirurgici nonché di prodotti agricoli e alimentari e ogni attività comunque funzionale a fronteggiare l'emergenza nonchè le attività dirette alla vendita di soli generi alimentari.</p> <p>Sono sospese tutte le attività produttive industriali e commerciali, <u>ad eccezione di</u> quelle indicate nell'allegato 3 (elenco dei codici ATCO) del decreto, es.: COLTIVAZIONI AGRICOLE E PRODUZIONE DI PRODOTTI ANIMALI, CACCIA E SERVIZI CONNESSI; PESCA e ACQUACULTURA; INDUSTRIE ALIMENTARI; INDUSTRIE TESSILI.</p>	Intero territorio nazionale
10/11	29/4-3 /5/2020	Decreto del presidente della Giunta regionale n. 73 del 28 aprile 2020	<p><u>Attività consentite:</u> 1. lo spostamento individuale nell'ambito del territorio provinciale per raggiungere le imbarcazioni e i velivoli di proprietà con obbligo di rientro in giornata presso l'abitazione abituale e per portare le proprie imbarcazioni ai cantieri navali per le attività propedeutiche alla riapertura dei cantieri stessi; 2. possibilità per le imprese del settore edilizio di svolgere le attività propedeutiche alla riapertura dei cantieri negli stabilimenti balneari sia pubblici che privati, nelle strutture ricettive, negli impianti termali, nei parchi tematici ed all'interno dei pubblici esercizi e degli esercizi commerciali, nel pieno rispetto di quanto stabilito dal "Protocollo condiviso di</p>	Regione Emilia-Romagna compreso il territorio della provincia di Piacenza



			regolamentazione per il contenimento del COVID-19 nei cantieri" allegato al n. 7 del DPCM del 26 aprile;	
11	4/5-6/5/2020	Decreto del presidente della Giunta regionale n. 74 del 30 aprile 2020	<p><u>Attività consentite:</u> 1. Accesso ai locali di qualsiasi attività sospesa per lo svolgimento di lavori di vigilanza, manutenzione, pulizia e sanificazione nonché la ricezione in magazzino di beni e forniture; 2. Spostamento esclusivamente individuale e limitato all'ambito del territorio provinciale per raggiungere seconde case, camper o roulotte di proprietà con obbligo di rientro in giornata presso l'abitazione abituale; 3. Riapertura di parchi e giardini; 4. Riapertura delle biblioteche per la sola attività di prestito 5. Svolgimento di mercati a merceologia esclusiva per la vendita di prodotti alimentari e posteggi destinati e utilizzati per la vendita di prodotti alimentari all'interno di strutture coperte o in spazi pubblici stabilmente recintati; 5. Spostamenti per situazioni di necessità in forma individuale ed esclusivamente in ambito provinciale; 6. Spostamenti in ambito regionale per incontrare congiunti;</p> <p><u>Obbligo</u> per i servizi di trasporto pubblico di rimodulare l'offerta: a. per il servizio ferroviario regionale aumento della programmazione dell'offerta di servizi del 50% rispetto a quella attuata fino al 3 maggio 2020 b. per il servizio pubblico locale automobilistico, adeguamento dei servizi offerti, da parte delle Agenzie locali per la mobilità, in accordo con le Società di gestione, in coerenza con la domanda attesa e coordinando nei servizi extraurbani aumenti di servizio per particolari attrattori di poli produttivi, anche attraverso ricognizioni sulla domanda potenziale.</p>	Regione Emilia-Romagna (compreso il territorio della provincia di Piacenza)
11	7 maggio 2020-	Decreto del presidente della Giunta regionale n. 75 del 6 maggio 2020	<p><u>Attività consentite:</u> 1) gli spostamenti delle persone fisiche per fare la spesa all'interno dell'intero territorio regionale, in forma individuale o insieme a persone conviventi; 2. attività sportiva anche all'interno di strutture e circoli sportivi, se svolta in spazi all'aperto che consentano il rispetto del distanziamento ed evitino il contatto fisico tra i singoli atleti.</p> <p>Resta sospesa ogni altra attività delle predette strutture compreso l'utilizzo di spogliatoi, palestre, piscine, luoghi di socializzazione, bar e ristoranti.</p>	Regione Emilia-Romagna
13/14	18/5-31/7/2020	DECRETO-LEGGE 16 maggio 2020, n. 33	<p><u>Dal 18 maggio 2020 cessano di avere effetto tutte le misure limitative della circolazione all'interno del territorio regionale di cui agli articoli 2 e 3 del decreto-legge 25 marzo 2020, n. 19, e tali misure possono essere adottate o reiterate, ai sensi degli stessi articoli 2 e 3, solo con riferimento a specifiche aree del territorio medesimo interessate da particolare aggravamento della situazione epidemiologica.</u></p>	Intero territorio nazionale



			<p><u>Dal 3 giugno 2020 consentiti gli spostamenti interregionali e quelli da e per l'estero; Le attività economiche, produttive e sociali devono svolgersi nel rispetto dei contenuti di protocolli o linee guida adottati a livello regionale o, in assenza di questi, a livello nazionale idonei a prevenire o ridurre il rischio di contagio nel settore di riferimento o in ambiti analoghi.</u></p>	
13/14	Dal 18 maggio 2020 (in sostituzione del D.P.C.M. 26 aprile 2020) e fino al 14 giugno 2020	D.P.C.M. 17 maggio 2020	<p><u>Attività consentite:</u> 1. svolgere attività sportiva o attività motoria all'aperto, anche presso aree attrezzate e parchi pubblici, purchè comunque nel rispetto della distanza di sicurezza interpersonale di almeno due metri per attività sportiva e di almeno un metro per ogni altra attività salvo che non sia necessaria la presenza di un accompagnatore per i minori o le persone non completamente autosufficienti;</p> <p>2. Dal <u>15 giugno 2020</u> accesso di bambini e ragazzi a luoghi destinati allo svolgimento di attività ludiche, ricreative ed educative, anche non formali, al chiuso o all'aria aperta, con l'ausilio di operatori cui affidarli in custodia e con obbligo di adottare appositi protocolli di sicurezza predisposti in conformità alle linee guida del dipartimento per le politiche della famiglia di cui all'allegato 8;</p> <p>3. Dal <u>25 maggio 2020</u> sono consentite attività sportiva di base e attività motoria in genere svolte presso palestre, piscine, centri e circoli sportivi, pubblici e privati, ovvero presso altre strutture, nel rispetto delle norme di distanziamento sociale e senza alcun assembramento; le attività dei servizi di ristorazione (fra cui bar, pub, ristoranti, gelaterie, pasticcerie), a condizione che le regioni e le province autonome abbiano preventivamente accertato la compatibilità dello svolgimento delle suddette attività con l'andamento della situazione epidemiologica nei propri territori e che individuino i protocolli o le linee guida applicabili idonei a prevenire o ridurre il rischio di contagio nel settore di riferimento o in settori analoghi, nel rispetto dei principi contenuti nei protocolli o nelle linee guida nazionali e comunque in coerenza con i criteri di cui all'allegato 10; la ristorazione con consegna a domicilio nel rispetto delle norme igienico-sanitarie sia per attività di confezionamento che di trasporto, nonché la ristorazione con asporto; le attività inerenti ai servizi alla persona alle medesime condizioni sopra richiamate.</p> <p><u>Attività sospese o differite:</u> 1. i congressi, le riunioni, i meeting e gli eventi sociali, in cui e' coinvolto personale sanitario o personale incaricato dello svolgimento di servizi pubblici essenziali o di pubblica utilità; 2. e' differita a data successiva al termine di efficacia del decreto ogni altra attività convegnistica o congressuale; 3. le</p>	Intero territorio nazionale (si continuano ad applicare le misure di contenimento più restrittive adottate dalle Regioni, anche d'intesa con il Ministro della salute, relativamente a specifiche aree del territorio regionale)



		attività di centri benessere, centri termali (fatta eccezione per l'erogazione delle prestazioni rientranti nei livelli essenziali di assistenza), centri culturali e centri sociali.	
--	--	---	--

NOTA: Ogni provvedimento, di norma, è entrato in vigore il giorno successivo alla sua emanazione, salvo diversa specificazione riportata nel testo.





With the contribution
of the LIFE Programme
of the European Union



IL PROGETTO PREPAIR

Il Bacino del Po rappresenta un'area di criticità per la qualità dell'aria, con superamenti dei valori limite fissati dall'Unione Europea per polveri fini, ossidi di azoto ed ozono. Questa zona interessa il territorio delle regioni del nord Italia ed include città metropolitane quali Milano, Bologna e Torino.

L'area è densamente popolata ed intensamente industrializzata. Tonnellate di ossidi di azoto, polveri e ammoniaca sono emesse ogni anno in atmosfera da un'ampia varietà di sorgenti inquinanti legate soprattutto al traffico, al riscaldamento domestico, all'industria, alla produzione di energia ed all'agricoltura. L'ammoniaca, principalmente emessa dalle attività agricole e zootecniche, contribuisce in modo sostanziale alla formazione di polveri secondarie, che costituiscono una frazione molto significativa delle polveri totali in atmosfera.

A causa delle condizioni meteo climatiche e delle caratteristiche morfologiche del Bacino, che impediscono il rimescolamento dell'atmosfera, le concentrazioni di fondo del particolato, nel periodo invernale, sono spesso elevate.

Per migliorare la qualità dell'aria nel Bacino padano, dal 2005, le Regioni hanno sottoscritto Accordi di programma in cui si individuano azioni coordinate e omogenee per limitare le emissioni derivanti dalle attività più emissive.

Il progetto PREPAIR mira ad implementare le misure, previste dai piani regionali e dall'Accordo di Bacino padano del 2013, su scala più ampia ed a rafforzarne la sostenibilità e la durabilità dei risultati: il progetto coinvolge infatti non solo le Regioni della valle del Po e le sue principali città, ma anche la Slovenia, per la sua contiguità territoriale lungo il bacino nord adriatico e per le sue caratteristiche simili a livello emissivo e meteoclimatico.

Le azioni di progetto riguardano i settori più emissivi: agricoltura, combustione di biomasse per uso domestico, trasporto di merci e persone, consumi energetici e lo sviluppo di strumenti comuni per il monitoraggio delle emissioni e per la valutazione della qualità dell'aria su tutta l'area di progetto.

DURATA

Dal 1° febbraio 2017 al 31 gennaio 2024.

BUDGET COMPLESSIVO

A disposizione 17 milioni di euro da investire nell'arco di 7 anni: 10 quelli in arrivo dall'Europa grazie ai fondi del Programma Life.

FONDI COMPLEMENTARI

PREPAIR è un progetto LIFE integrato: oltre 850 milioni di euro provenienti dai fondi strutturali (risorse regionali e nazionali dei diversi partner) per azioni complementari che hanno ricadute sulla qualità dell'aria.

PARTNER

Il progetto coinvolge 17 partner ed è coordinato dalla Regione Emilia-Romagna - Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente.



www.lifeprepari.eu – info@lifeprepari.eu



ARSO ENVIRONMENT
Slovenian Environment Agency

