

II RESPONSABILE

Prot. 104866 /H10.00

Cuneo, 12 dicembre 2016

Ill.mo Sindaco del Comune di BRA
comunebra@postecert.it

Documento inviato esclusivamente via PEC

Oggetto: Approfondimento sul particolato atmosferico campionato presso la stazione di Bra Madonna dei Fiori

Nel quadro della convenzione sottoscritta con il Comune di Bra si trasmettono le risultanze delle indagini relative agli approfondimenti effettuati sul particolato atmosferico, nonché si anticipa che è in corso un articolato monitoraggio per la determinazione della formaldeide in aria ambiente. Le risultanze complessive di tale monitoraggio di cui, ad oggi sono state già eseguite due campagne di misura, saranno trasmesse dopo l'esecuzione dell'ultima campagna, per la quale si attende che il quadro emissivo sia completo. In particolare questa indagine è stata incentrata sulla determinazione del parametro formaldeide mediante appositi campionatori passivi distribuiti in 13 postazioni del territorio del concentrico al fine di determinare la distribuzione spaziale dell'inquinante.

Per quanto riguarda la caratterizzazione dei PM₁₀ si rimanda alla lettura della relazione allegata, che verrà altresì messa a disposizione di tutta l'utenza sul sito internet dell'Agenzia alla pagina: <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>

Distinti saluti

Dr. Silvio CAGLIERO
(firmato digitalmente)

Allegati:
Relazione tecnica (pagine 20)

**STRUTTURA COMPLESSA DIPARTIMENTO TERRITORIALE DI CUNEO
PIEMONTE SUD OVEST**

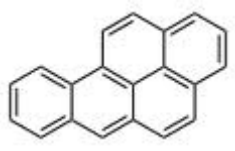


OGGETTO: *Approfondimento sul particolato atmosferico campionato presso la stazione di Bra Madonna dei Fiori*

Realizzazione del monitoraggio	Bardi Luisella Martini Sara Pellutiè Aurelio	Corino Flavio Pascucci Luca Tosco Marco
Redazione	Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Bardi Luisella Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Martini Sara	
Verifica ed approvazione Data: 12/12/2016	Funzione: Responsabile Produzione Nome: Riccardi Ivo	

INDICE

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI.....	3
METALLI PESANTI.....	11
ANIDROZUCCHERI E COMBUSTIONE DI BIOMASSA	16

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

<p>Caratteristiche IPA Benzo(a)pirene</p> 	<p>Il termine IPA è l'acronimo di Idrocarburi Policiclici Aromatici, una classe numerosa di composti organici tutti caratterizzati strutturalmente dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati fra loro. Gli IPA costituiti da tre a cinque anelli possono essere presenti sia come gas che come particolato, mentre quelli caratterizzati da cinque o più anelli tendono a presentarsi per lo più in forma solida. Gli IPA sono generalmente composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da una elevata capacità di aderire al materiale organico. Il benzo(a)pirene - B(a)P - è stato scelto come marker dell'esposizione agli IPA nell'aria ambiente.</p>
<p>Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i></p>	<p>Queste sostanze si trovano in atmosfera come prodotto di processi di pirolisi e di combustioni incomplete, con formazione di particelle carboniose che li adsorbono e li veicolano. La fonte naturale di questi inquinanti è rappresentata dalle eruzioni vulcaniche e dagli incendi boschivi. Le fonti antropiche sono dovute ai processi di combustione incompleta di materiale organico e all'uso di olio combustibile, gas, carbone e legno nella produzione di energia e riscaldamento. Anche l'utilizzo dei vari carburanti produce una notevole quantità di queste sostanze. Le emissioni dovute al traffico stradale sono infatti una componente dominante nella emissione di IPA e di B(a)P nelle aree urbane, mentre nelle aree rurali un importante contributo deriva dalla combustione della legna.</p>
<p>Tipologia <i>primario</i></p>	<p>Sono inquinanti di tipo primario.</p>
<p>Permanenza spazio temporale</p>	<p>In genere gli idrocarburi policiclici aromatici presenti nell'aria possono degradarsi reagendo con la luce del sole e con altri composti chimici nel giro di qualche giorno o settimana; quelli di massa maggiore aderiscono al particolato aerodisperso. Per questa loro relativa stabilità gli IPA si possono riscontrare anche a grandi distanze in località remote e molto lontane dalle zone di produzione.</p>
<p>Effetti <i>salute</i></p>	<p>In termini di massa gli IPA costituiscono una frazione molto piccola del particolato atmosferico rilevabile in aria ambiente (< 0,1%) ma rivestono un grande rilievo tossicologico, specialmente quelli con 5 o più anelli, e sono per la quasi totalità adsorbiti sulla frazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm. Gli studi condotti sulla pericolosità degli IPA sembrano dimostrare che l'esposizione a concentrazioni significative di queste sostanze comporti vari danni a livello ematico, immunosoppressione e problemi al sistema polmonare; essendo dotate di effetto mutageno e pertanto cancerogeno l'organo legislativo ha stabilito obiettivi di qualità del tutto cautelativi per il benzo(a)pirene (peraltro l'unico IPA che finora è stato studiato approfonditamente).</p>
<p>Misura <i>GC da filtro PM₁₀</i></p>	<p>La frazione fine del particolato (PM₁₀) contenuta in un volume noto di aria è raccolta su membrana in fibra di vetro o di quarzo; tale membrana è sottoposta ad estrazione con solvente e nell'estratto i singoli composti degli IPA sono quantificati mediante tecnica gascromatografica.</p>
<p>Situazione <i>stabile</i></p>  	<p>L'andamento rileva una forte dipendenza stagionale e una situazione peggiore nelle stazioni non urbane rispetto a quelle urbane a causa del contributo ascrivibile all'uso del legno come combustibile. L'andamento nel corso degli anni rileva comunque un miglioramento.</p>

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore obiettivo(*)	Data di raggiungimento valore obiettivo
Benzo(a)pirene	Anno civile	1.0 ng/m ³	31 dicembre 2012

(*) valore riferito al tenore totale di Benzo(a)pirene presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile

Il benzo(a)pirene è l'unico componente della famiglia degli Idrocarburi Policiclici Aromatici per il quale è definito un valore obiettivo, ed è usualmente utilizzato, anche a livello normativo, come indicatore di esposizione in aria per l'intera classe degli IPA. Mentre la maggior parte degli altri componenti sono classificati dallo I.A.R.C nel gruppo 2B ("possibili cancerogeni per l'uomo"), per il B(a)P la cancerogenicità è accertata (è classificato nel gruppo 1 come "cancerogeno per l'uomo"). La determinazione del B(a)P presente nel particolato è pertanto costantemente eseguita, su base mensile, per le centraline della rete fissa della qualità dell'aria dove il campionamento del PM₁₀ viene effettuato. Negli ultimi tre anni, per tutte le centraline fisse, la determinazione degli IPA è stata estesa alle molecole di Indeno(1,2,3-cd)pirene, Crisene, Pirene, Benzo(g,h,i)perilene, Benzo(a)antracene e Benzo(b+j+k)fluorantene.

I risultati di tutte le concentrazioni ottenute per gli IPA negli ultimi dodici mesi disponibili (ottobre 2015 ÷ settembre 2016) sono riportate nella tabella 1 insieme alla loro concentrazione totale. Le concentrazioni presenti in alcuni campioni, indicate nella tabella con colore verde ed in corsivo, sono inferiori o prossime¹ al limite di rilevabilità del metodo analitico (LCL).

Come introdotto nella scheda descrittiva, generalmente nelle aree urbane le emissioni dovute al traffico stradale sono una componente dominante nell'emissione di IPA, mentre nelle aree rurali un importante contributo deriva dalla combustione della biomassa legnosa. In provincia di Cuneo criticità per il rispetto del valore obiettivo stabilito dalla normativa per il Benzo(a)pirene sono state riscontrate negli anni a Saliceto, verosimilmente proprio a causa del diffuso uso della legna negli impianti di riscaldamento. In tale sito anche nel 2015 il valore obiettivo è stato superato.

Sebbene gli ultimi dodici mesi considerati non coincidano con l'anno civile, si può osservare nella tabella come il valore medio di Bra Madonna dei Fiori rientri nel valore obiettivo stabilito dalla norma. Tale concentrazione conferma, ed è anzi leggermente inferiore, ai valori riscontrati a Bra negli ultimi anni di monitoraggio.

Per poter avere indicazione della variabilità delle concentrazioni di PM₁₀ nel periodo considerato, nella figura 1 ne sono rappresentate le concentrazioni medie mensili campionate nelle diverse stazioni della qualità dell'aria della provincia di Cuneo. Nella figura 2 sono riportate le concentrazioni mensili degli IPA complessivi determinati (IPA totali), e nella figura 3 il loro contributo percentuale alle concentrazioni di PM₁₀. Da tali grafici emerge chiaramente come la presenza degli IPA nel particolato sia rilevante nei mesi più freddi dell'anno, a causa, non solo della scarsa capacità dispersiva dell'atmosfera e dei frequenti fenomeni di accumulo degli inquinanti che si verificano in tali periodi, ma del contributo delle emissioni delle combustioni domestiche.

Nei grafici successivi sono rappresentate le concentrazioni mensili di ciascuno degli IPA determinati per il sito di Madonna dei Fiori insieme a quelle ottenute per le altre stazioni della rete fissa.

In conclusione i valori riscontrati presso la stazione di traffico urbano di Bra Madonna dei Fiori, in modo analogo a quelli ottenuti presso la stazione di fondo urbano di Alba Tanaro, sebbene a causa della loro collocazione geografica risentano dei livelli elevati di inquinanti che accomunano le zone di pianura del bacino Padano, non evidenziano criticità o anomalie per il contenuto di Idrocarburi Policiclici Aromatici nel materiale particolato PM₁₀.

¹ Massa campione < LCL/2 + bianco

	Benzo(a) pirene (ng/m ³)	Indeno(1,2,3- cd)pirene (ng/m ³)	Crisene (ng/m ³)	Pirene (ng/m ³)	Benzo(g,h,i) perilene (ng/m ³)	Benzo(a) antracene (ng/m ³)	Benzo(b+j+k) fluorantene (ng/m ³)	IPA totali (ng/m ³)
ott-15	0.4	0.5	0.2	0.1	0.5	0.2	1.1	3.0
nov-15	1.1	1.0	1.0	0.4	1.1	0.6	2.7	7.9
dic-15	2.1	1.8	2.0	0.8	1.9	1.3	5.1	15.0
gen-16	1.6	1.4	1.9	1.1	1.5	1.2	4.3	12.9
feb-16	1.2	1.3	1.1	0.4	1.3	0.7	3.2	9.3
mar-16	0.6	0.7	0.6	0.3	0.6	0.3	1.5	4.5
apr-16	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.5	1.3
mag-16	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.7
giu-16	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
lug-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
ago-16	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
set-16	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.5
media 12 mesi	0.6	0.6	0.6	0.3	0.6	0.4	1.6	4.7
Valore obiettivo (media anno civile)	1.0							
Contributo % al PM₁₀	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.006	0.017

Tabella 1) IPA: concentrazioni rilevate nei filtri campionati presso la stazione di Bra Madonna dei Fiori da ottobre '15 a settembre '16 (con colore verde ed in corsivo, sono indicate le concentrazioni inferiori o prossime³ al limite di rilevabilità del metodo analitico (LCL)).

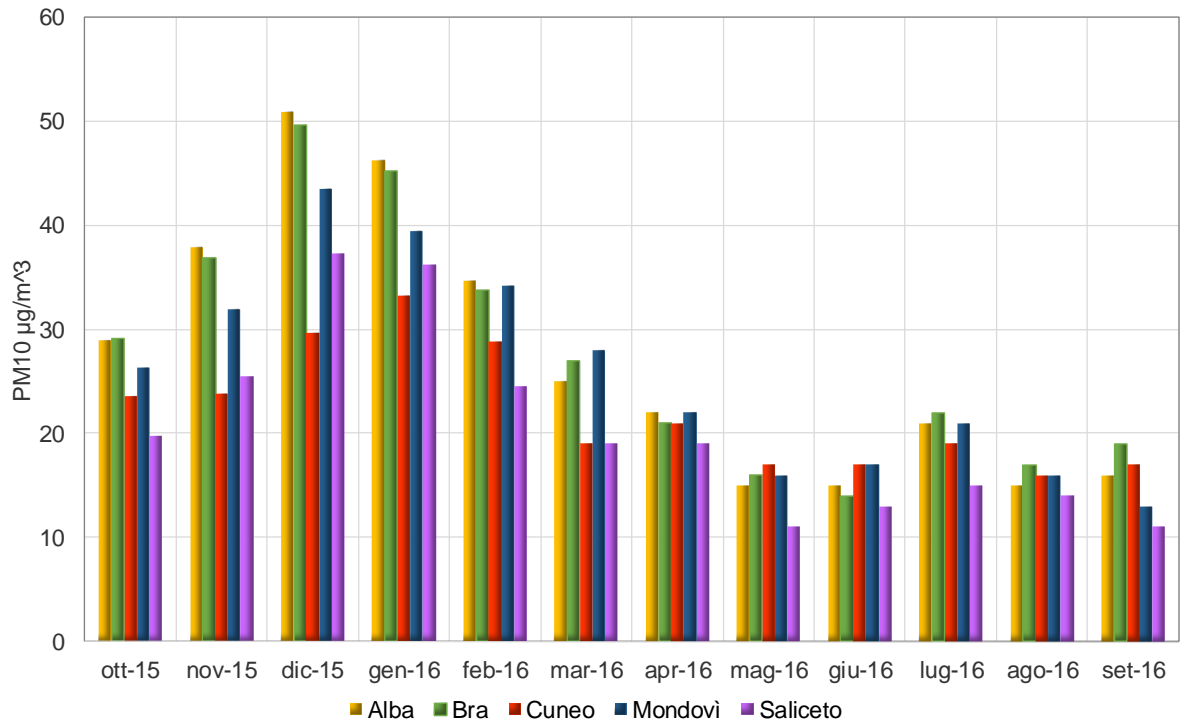


Figura 1) **PM₁₀**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia.

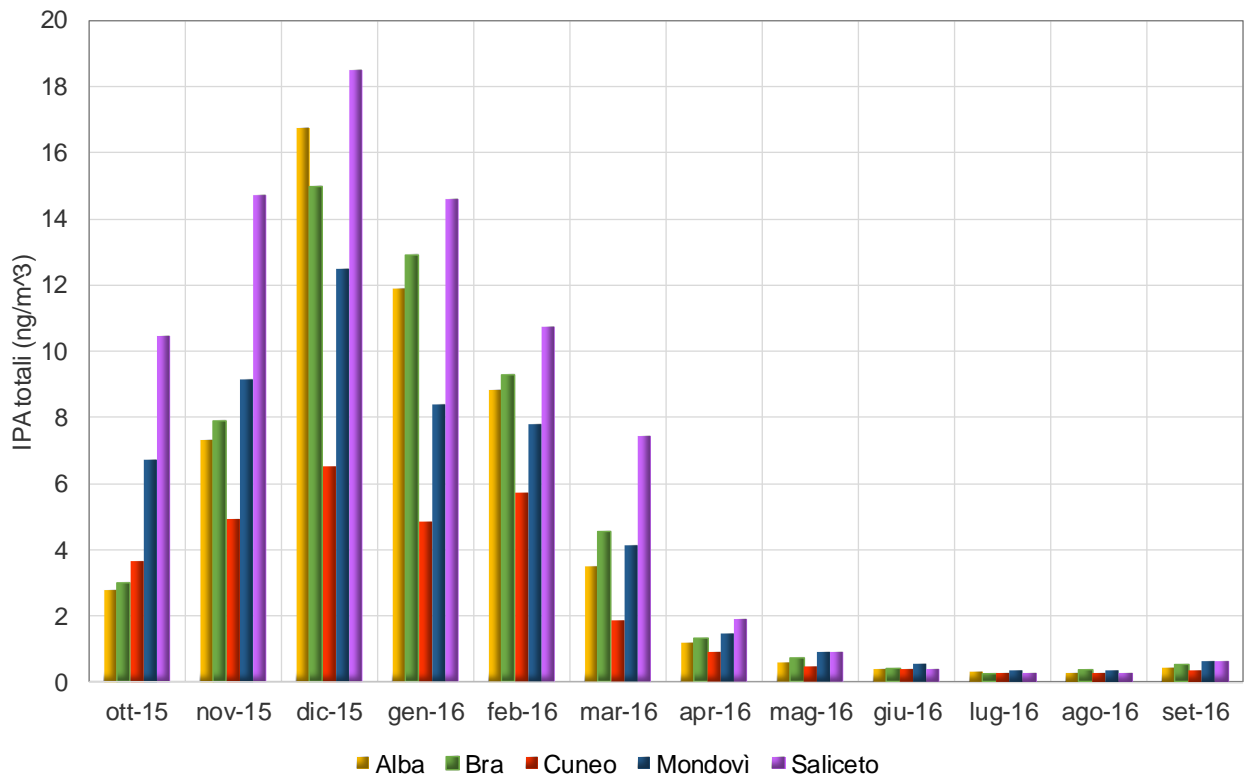


Figura 2) **IPA totali**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia

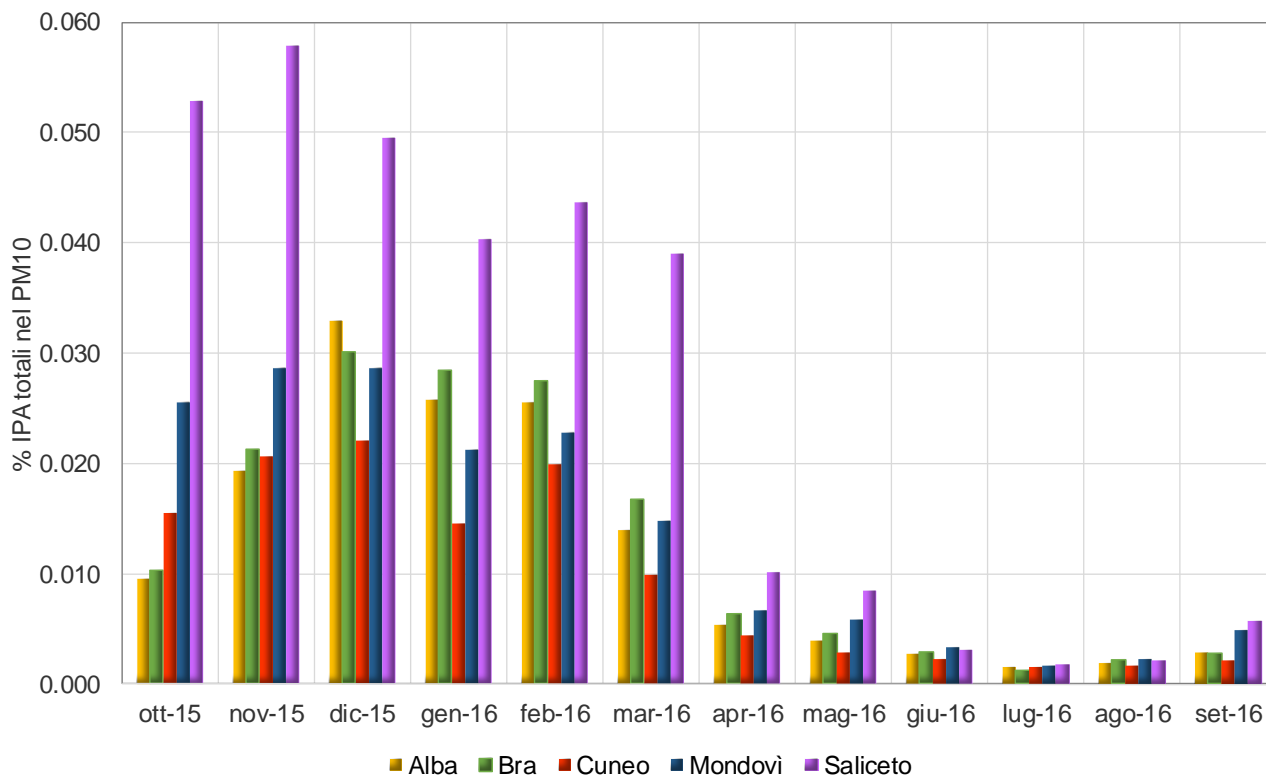


Figura 3) **Percentuale IPA totali nel PM₁₀**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia

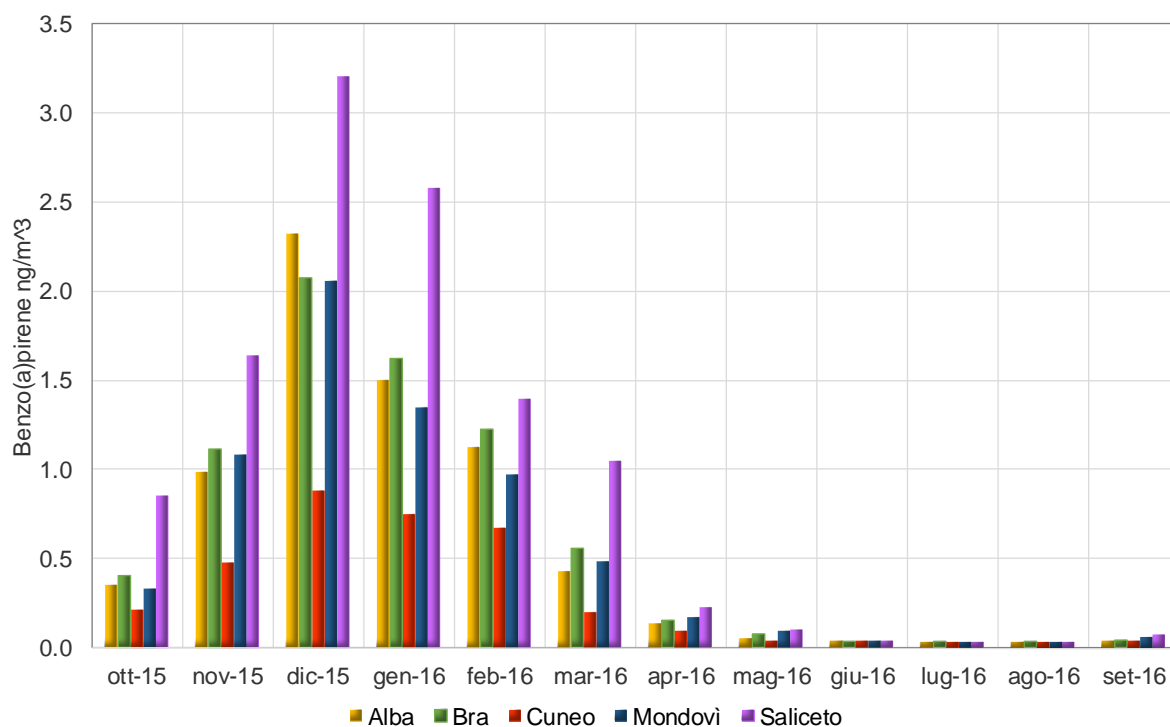


Figura 4) **Benzo(a)pirene**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia.

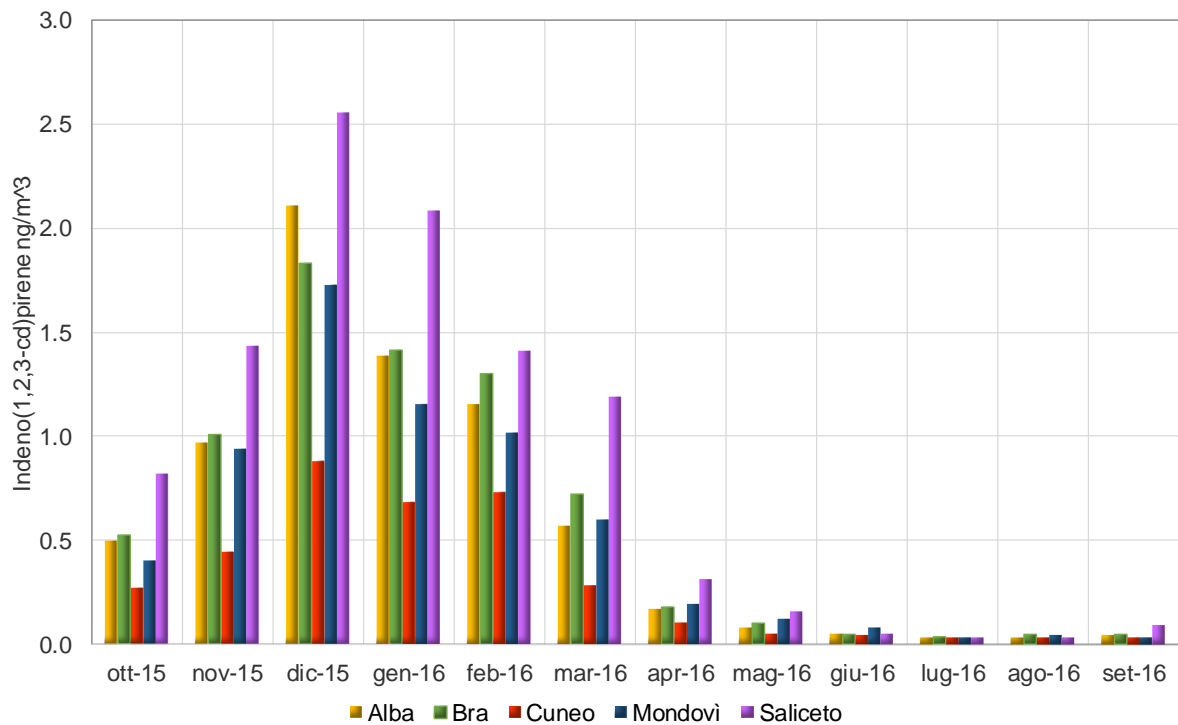


Figura 5) **Indeno(1,2,3-cd)pirene**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia.

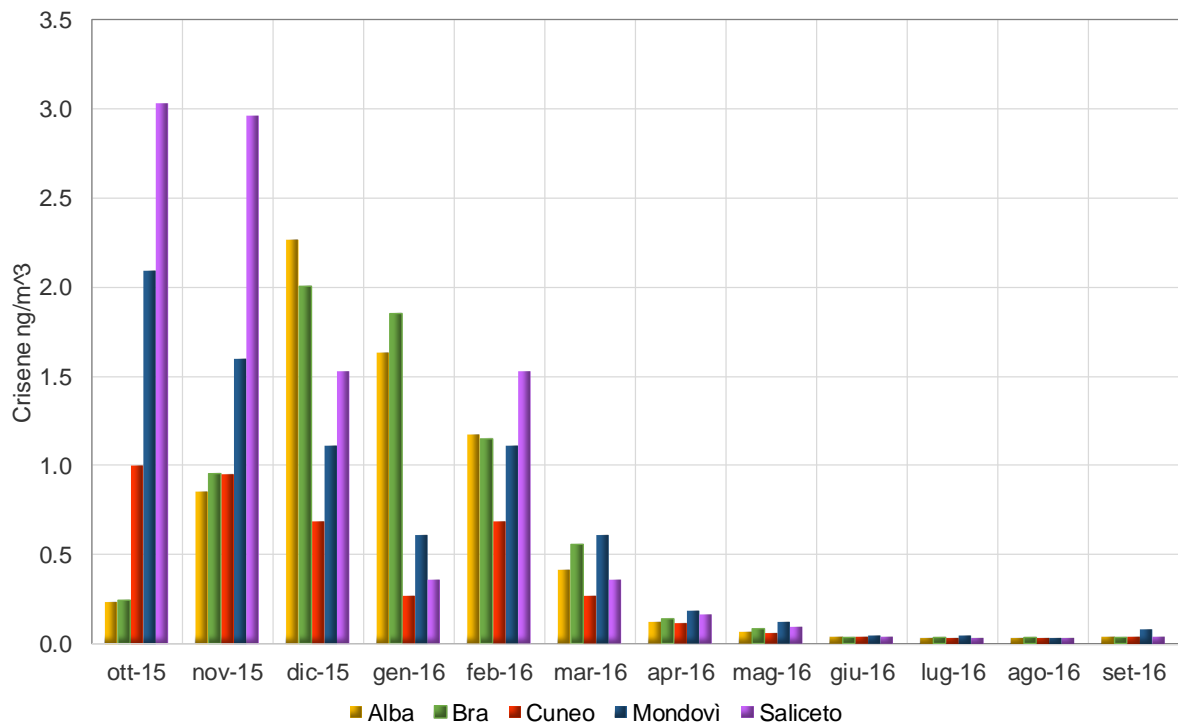


Figura 6) **Crisene**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia.

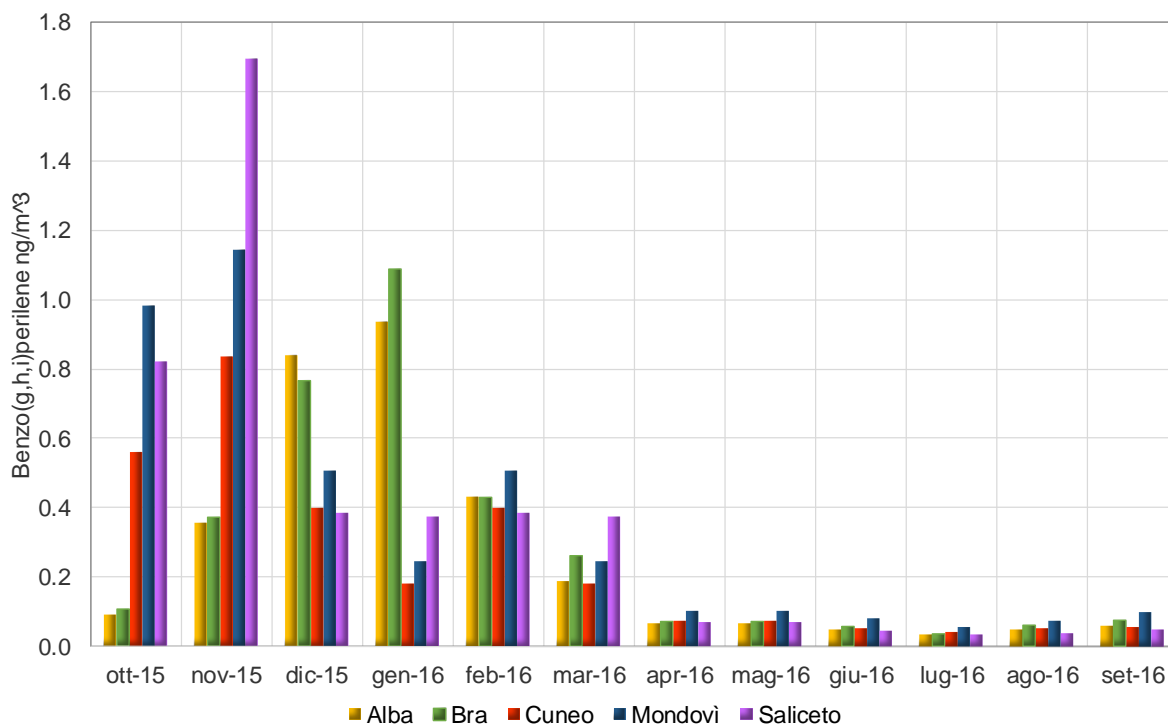


Figura 7) **Benzo(g,h,i)perilene**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia.

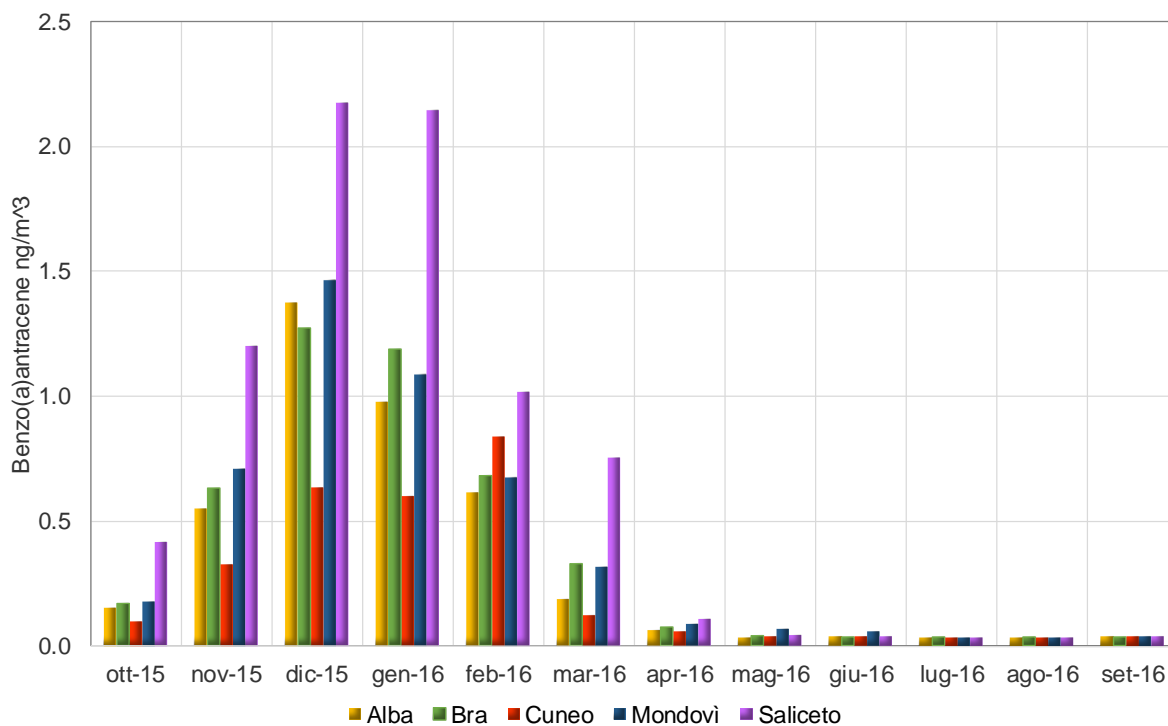


Figura 8) **Benzo(a)antracene**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia.

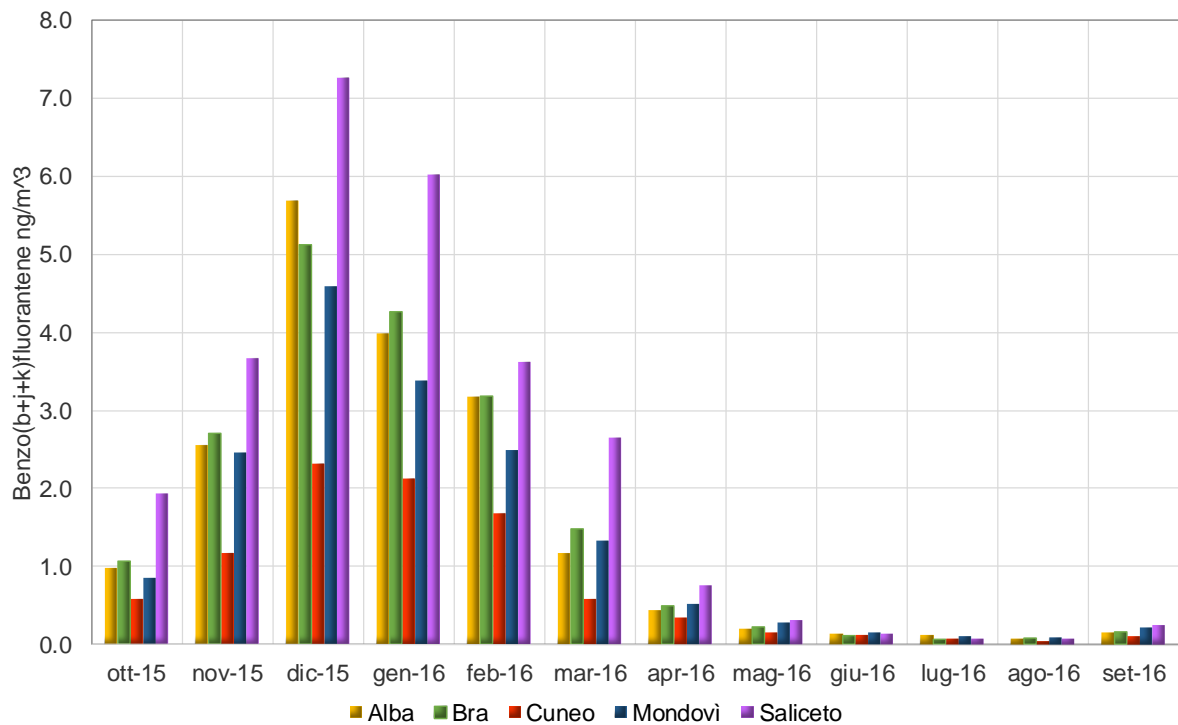


Figura 9) **Benzo(b+j+k)fluorantene**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia.

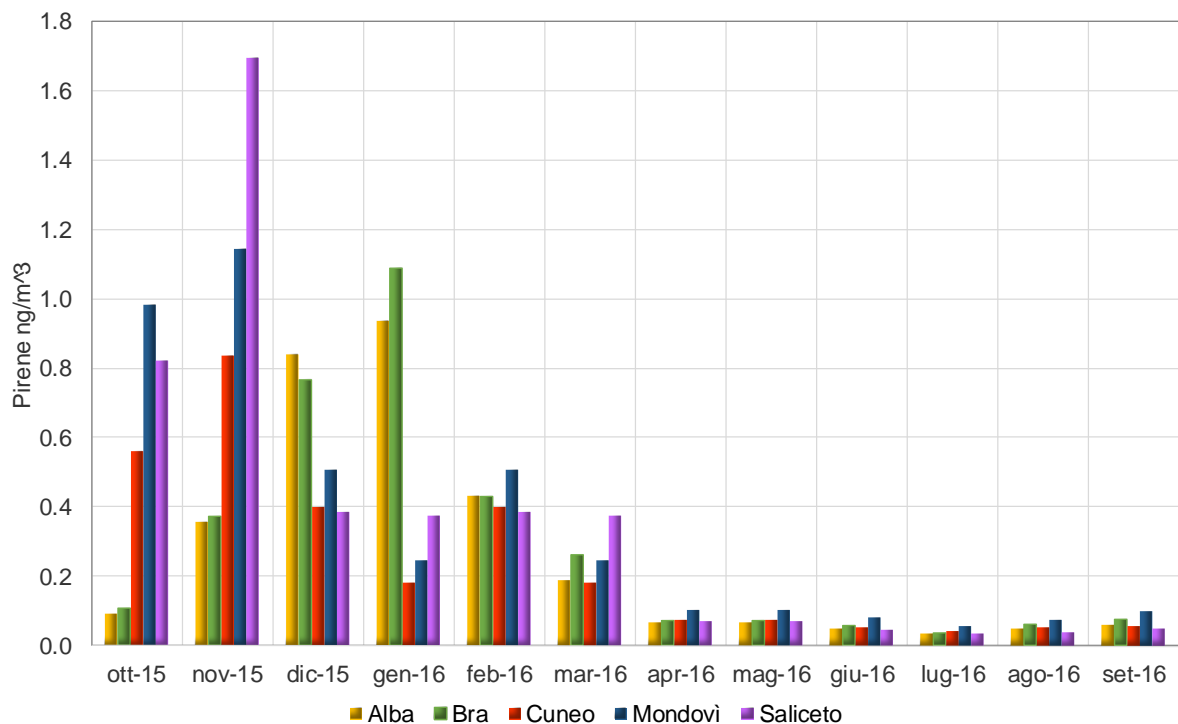




Figura 10) **Pirene**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia.

METALLI PESANTI

Caratteristiche Metalli pesanti	I metalli pesanti sono costituenti naturali della crosta terrestre e molti di essi, in determinate forme e a concentrazioni opportune, sono essenziali alla vita. Non venendo però degradati dai processi naturali e tendendo ad accumularsi negli organismi biologici (bioaccumulo) possono causare effetti negativi, anche gravi, sulla salute umana e sull'ambiente in generale. La scelta normativa di monitorare Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel discende dalla rilevanza che essi manifestano sotto il profilo tossicologico. In atmosfera sono rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso.
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	I metalli pesanti rappresentano un gruppo di inquinanti particolarmente diffuso nella biosfera, legato sia a fenomeni naturali (eruzioni vulcaniche, fenomeni di erosione) sia all'attività antropica; nell'atmosfera le sorgenti antropiche sono rappresentate principalmente dalle combustioni , dai processi industriali (industrie minerarie, metallurgiche e siderurgiche) e dalle abrasioni dei materiali .
Tipologia <i>primario</i>	I metalli pesanti sono inquinanti primari.
Permanenza spazio temporale	Essendo rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso, l'inquinamento da metalli pesanti presenta distribuzione spazio temporale analoga a quella dei PM ₁₀ .
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i>	I metalli pesanti entrano nell'organismo umano principalmente con l'assunzione di cibo e acqua, ma l'apporto dovuto ad inalazione, in determinate realtà, può risultare estremamente significativo. All'esposizione ai metalli pesanti sono associati molteplici effetti sulla salute, con diversi gradi di gravità e condizioni: problemi ai reni ed alle ossa, disordini neurocomportamentali e dello sviluppo, elevata pressione sanguigna e , potenzialmente, anche cancro al polmone. Nell'ambiente, il fenomeno dell'accumulo sui terreni può danneggiare la fertilità del suolo e favorire l'ingresso dei metalli nella catena alimentare .
Misura <i>ICP-MS da filtro PM₁₀</i>	La frazione fine del particolato (PM ₁₀) campionato su filtri in fibra di quarzo è sottoposta a mineralizzazione mediante soluzione acida ossidante e sulla soluzione ottenuta si determina la concentrazione dei metalli mediante tecnica ICP-MS (spettrometria di massa abbinata al plasma accoppiato induttivamente).
Situazione <i>buona</i>  	Tutti questi metalli sono presenti in concentrazioni molto basse. Con l'introduzione delle benzine verdi (senza piombo) l'inquinamento urbano da piombo, significativo negli anni '70, ha visto una drastica riduzione.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	Data di raggiungimento valore obiettivo
Piombo	Anno civile	0.5 µg/m ³	1 gennaio 2005
	Periodo di mediazione temporale	Valore obiettivo(*)	Data di raggiungimento valore obiettivo
Arsenico	Anno civile	6.0 ng/m ³	31 dicembre 2012
Cadmio	Anno civile	5.0 ng/m ³	31 dicembre 2012
Nichel	Anno civile	20.0 ng/m ³	31 dicembre 2012

(*) valore riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

La norma vigente per la qualità dell'aria stabilisce per Arsenico, Cadmio e Nichel dei valori obiettivo e per il Piombo un valore limite, riferiti al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolati come media su un anno civile. Pertanto, soltanto per queste sostanze, e solamente su base mensile, la determinazione è costantemente eseguita per le centraline della rete fissa della qualità dell'aria dove avviene il campionamento del PM₁₀.

Di altri metalli, quali Cobalto, Cromo, Rame, Selenio, Vanadio, Zinco, Antimonio, Manganese e Titanio si è iniziata negli ultimi anni, a scopo di studio, la determinazione per un numero limitato di centraline della rete regionale della qualità dell'aria, tra cui quella di Bra Madonna dei Fiori (traffico urbano) e Saliceto (fondo urbano)². Dal 2016 è stato possibile aggiungere la determinazione anche per i filtri della stazione di Mondovì (traffico urbano).

I risultati di tutte le concentrazioni dei metalli ottenute per il sito di Bra Madonna dei Fiori negli ultimi dodici mesi disponibili (ottobre 2015 ÷ settembre 2016), sono riportate nella tabella 2. Le concentrazioni presenti in alcuni campioni, indicate con colore verde ed in corsivo, sono inferiori o prossime³ al limite di rilevabilità del metodo analitico (LCL). In particolare per Arsenico, Cadmio, Cobalto e Selenio tutti i campioni hanno avuto concentrazioni non quantificabili, per Antimonio e Vanadio solo rispettivamente due e tre dei 12 campioni hanno avuto concentrazioni quantificabili ma confrontabili con il limite di rilevabilità.

Per i quattro metalli presenti in concentrazioni rilevabili in tutti gli ultimi 12 mesi disponibili (Piombo, Rame, Zinco e Manganese) i valori di Madonna dei Fiori sono rappresentati nelle figure seguenti insieme a quelli ottenuti presso le altre stazioni della rete fissa in cui vengono determinati. Nonostante si possa osservare una variabilità temporale delle concentrazioni, il contenuto percentuale dei diversi metalli nel materiale particolato non ha evidenziato variabilità significative e pertanto non sono state rappresentate. Ciò è indice dell'assenza di emissioni "stagionali".

Per quanto riguarda i metalli per i quali è previsto un riferimento normativo, sebbene gli ultimi dodici mesi considerati non coincidano con l'anno civile, si può osservare come i valori misurati a Bra Madonna dei Fiori rientrino ampiamente nei valori obiettivo stabiliti dalla norma. Complessivamente per quanto riguarda la caratterizzazione dei metalli presenti nel particolato campionato presso la stazione di Bra Madonna dei Fiori i valori riscontrati non evidenziano criticità nel confronto con i dati delle altre stazioni e anche i contributi percentuali alla massa del PM₁₀ sono consoni ai valori riscontrati dalla rete regionale.

² I risultati di tutti questi composti riportati nel seguito sono preliminari e non ancora validati

³ Massa campione < LCL/2 + bianco

	Arsenico (ng/m ³)	Cadmio (ng/m ³)	Nichel (ng/m ³)	Piombo (µg/m ³)	Antimonio (ng/m ³)	Cobalto (ng/m ³)	Cromo (ng/m ³)	Manganese (ng/m ³)	Rame (ng/m ³)	Selenio (ng/m ³)	Titanio (ng/m ³)	Vanadio (ng/m ³)	Zinco (ng/m ³)
ott-15	0.7	0.1	1.6	0.004	0.7	0.4	0.7	6.8	17.9	0.7	1.4	0.7	19.3
nov-15	0.7	0.1	1.2	0.005	1.0	0.4	0.7	9.9	14.7	0.7	1.5	0.7	22.4
dic-15	0.7	0.2	1.9	0.010	1.7	0.4	1.1	13.5	20.4	0.7	1.4	0.7	43.1
gen-16	0.7	0.2	2.1	0.010	1.2	0.4	2.8	11.6	26.8	0.7	8.3	0.7	44.9
feb-16	0.8	0.1	1.8	0.006	0.8	0.4	2.1	7.1	21.3	0.8	16.5	0.8	26.0
mar-16	0.7	0.1	0.7	0.004	0.7	0.4	1.4	5.9	13.0	0.7	7.4	0.7	20.8
apr-16	0.7	0.1	1.2	0.003	0.7	0.4	0.7	5.4	12.7	0.7	8.4	1.6	20.7
mag-16	0.7	0.1	0.7	0.002	0.7	0.4	1.2	4.2	9.4	0.7	6.1	0.7	15.0
giu-16	0.7	0.1	0.7	0.001	0.7	0.4	0.7	3.8	9.6	0.7	7.1	0.7	3.5
lug-16	0.7	0.1	1.5	0.002	0.7	0.4	1.1	5.9	15.6	0.7	9.1	1.5	14.0
ago-16	0.7	0.1	0.8	0.002	0.7	0.4	1.8	4.5	12.5	0.7	5.0	0.8	3.4
set-16	0.7	0.1	1.1	0.003	0.7	0.4	N.D.	7.6	14.9	0.7	7.7	0.7	16.3
media 12 mesi	0.7	0.1	1.3	0.004	0.9	0.4	1.3	7.2	15.7	0.7	6.7	0.9	20.8
Valore obiettivo ⁴ (media anno civile)	6.0	5.0	20.0	0.5									
Contributo % al PM ₁₀	0.0026	0.0003	0.0046	0.0157	0.0031	0.0013	0.0130	0.0260	0.0571	0.0026	0.0242	0.0031	0.0754

Tabella 2) Metalli: concentrazioni rilevate nei filtri campionati presso la stazione di Bra Madonna dei Fiori da ottobre '15 a settembre '16 (N.D. = dato non disponibile. Con colore verde ed in corsivo, sono indicate le concentrazioni inferiori o prossime³ al limite di rilevabilità del metodo analitico (LCL)).

⁴ Per il Piombo non si tratta di "valore obiettivo" ma "valore limite"

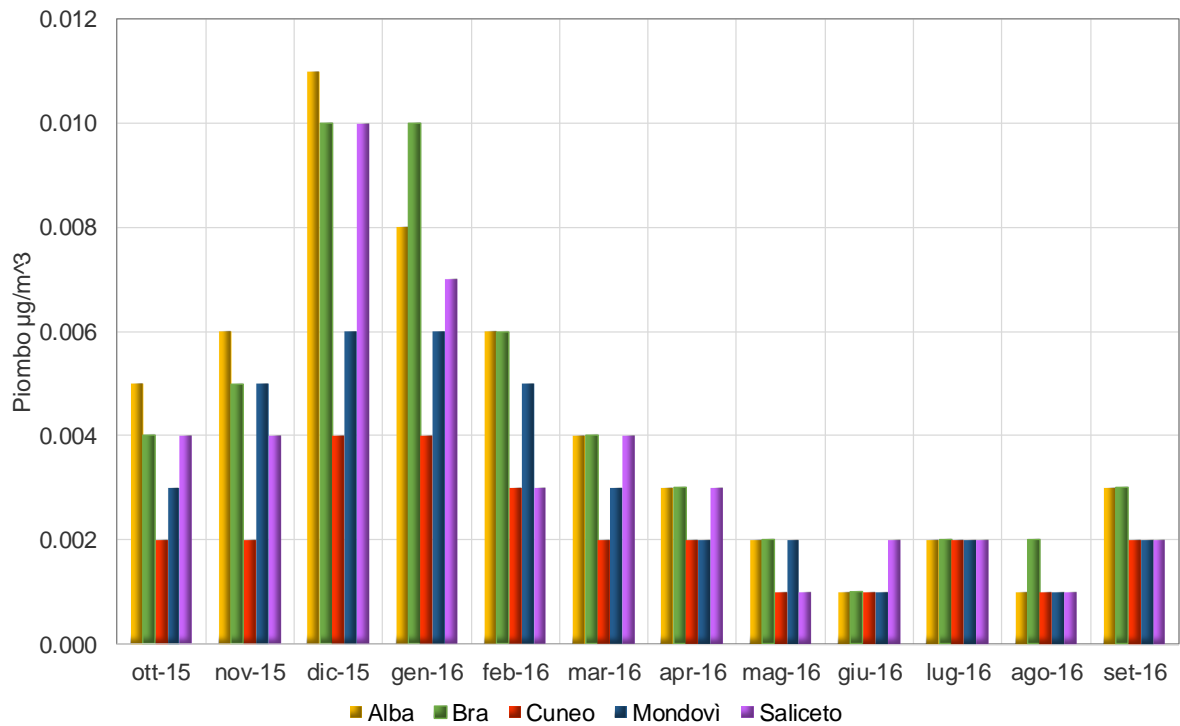


Figura 11) **Piombo**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia.

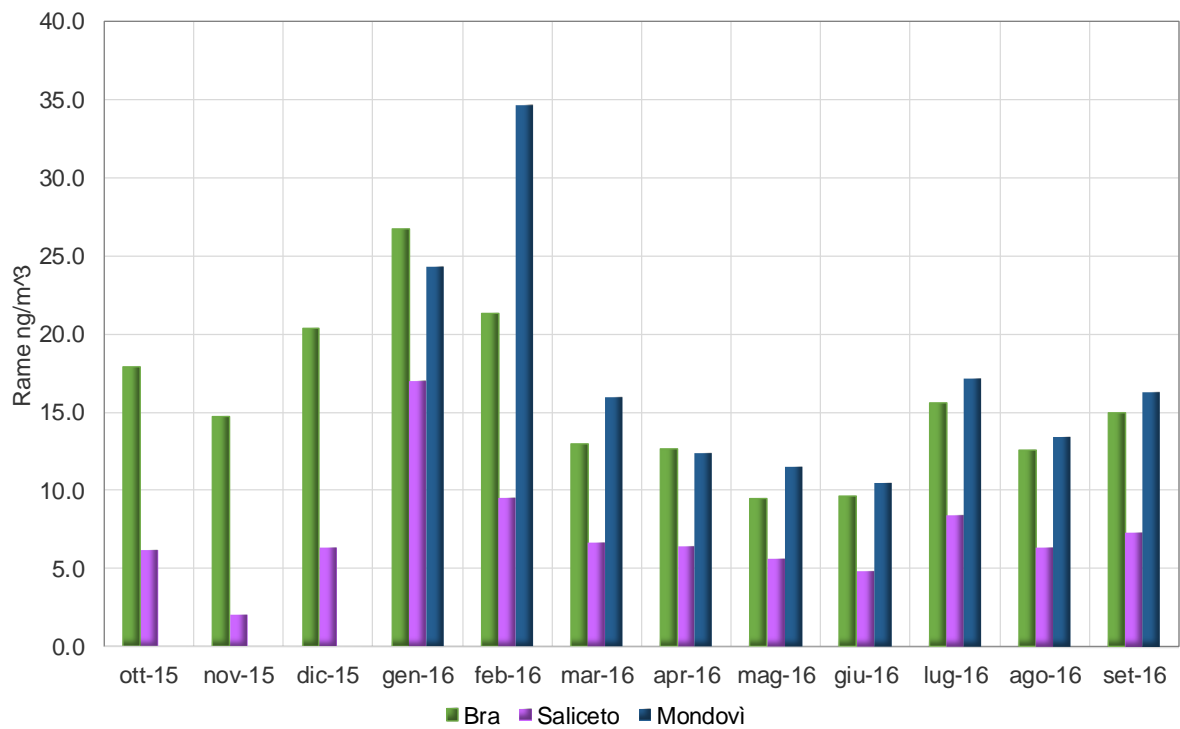


Figura 12) **Rame**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia.

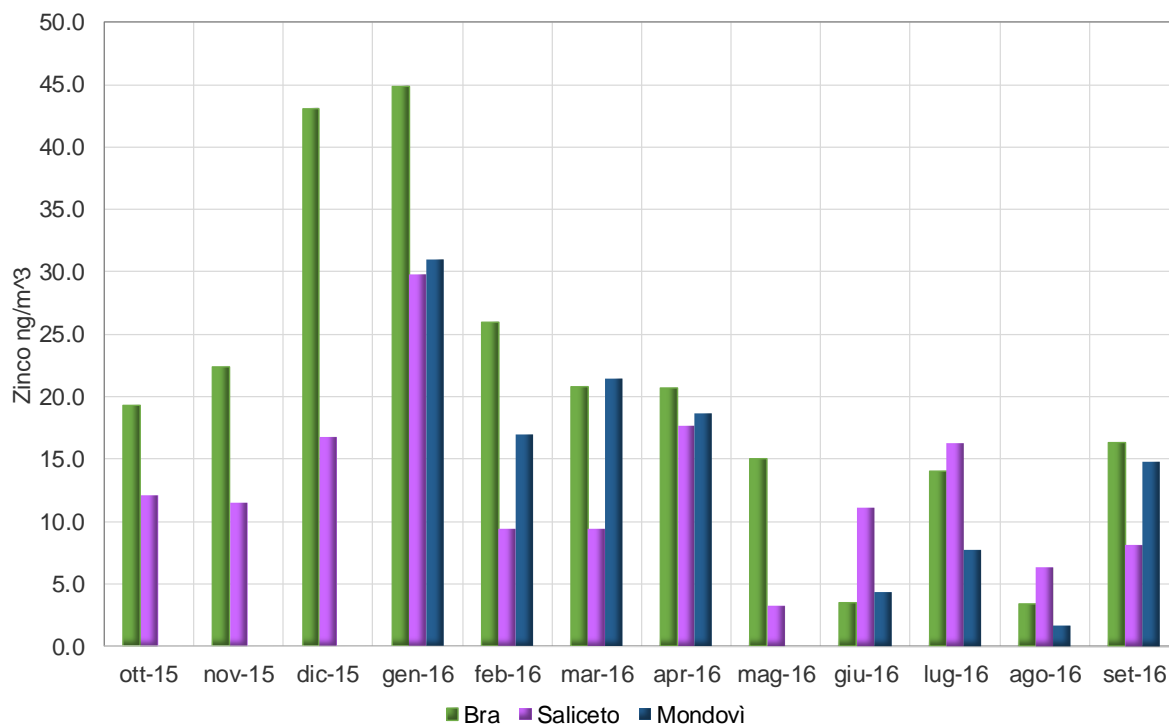


Figura 13) **Zinco**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia.

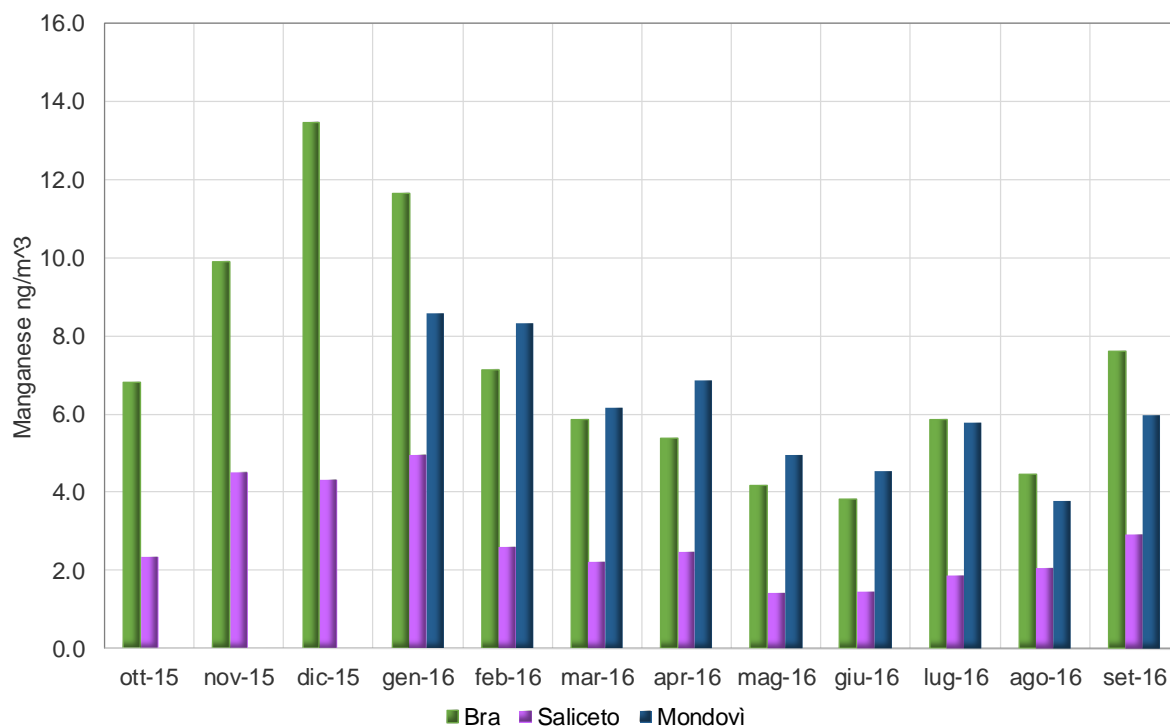


Figura 14) **Manganese**: Confronto delle medie mensili misurate nel sito di Bra Madonna dei Fiori e presso le altre centraline fisse della provincia.

ANIDROZUCCHERI E COMBUSTIONE DI BIOMASSA

Il sito di Bra Madonna dei Fiori nell'autunno-inverno 2015-2016 è stato scelto, tra le stazioni della provincia di Cuneo, come riferimento per la caratterizzazione del contenuto della frazione PM₁₀ dal punto di vista del contributo dovuto alla combustione di biomassa. In quanto collocata nella pianura della zona nord della provincia di Cuneo e, per questo fortemente influenzata dall'inquinamento di fondo che accomuna il bacino Padano, essa è stata individuata come stazione di confronto con un sito pedemontano del basso cuneese condizionato dalla combustione locale di biomassa. Posto a circa 8 km dalla città di Cuneo, l'abitato del comune di Bernezzo, nell'ambito di un monitoraggio della qualità dell'aria svoltosi nell'inverno 2015-2016, ha infatti evidenziato livelli di PM₁₀ "anomali" per la zona pedemontana in cui è collocato e livelli critici di Idrocarburi Policiclici Aromatici.

In considerazione della disponibilità fornita dal laboratorio Arpa di Grugliasco per l'analisi del contenuto di anidrozuccheri su 10 campioni, sono stati individuati cinque giorni del periodo dell'autunno-inverno 2015-2016 e, per tali date, sono stati analizzati i filtri campionati dalla centralina fissa di Bra e dal laboratorio mobile nell'abitato di Bernezzo.

I giorni scelti sono stati i seguenti:

- 10 novembre 2015
- 11 novembre 2015
- 6 dicembre 2015
- 9 gennaio 2016
- 20 gennaio 2016

In particolare la giornata del 10 novembre è stata caratterizzata da intensi abbruciamenti nei boschi nell'intorno dell'abitato di Bernezzo che hanno determinato criticità per il fumo presente in modo evidente anche all'interno del paese. Nella stessa giornata stava inoltre proseguendo un incendio, iniziato il giorno precedente, che interessava i boschi tra Aisone e Demonte in Valle Stura, posti a circa 17 km da Bernezzo e 25 km da Cuneo.

La giornata 6 dicembre invece ha fatto parte di un episodio critico per l'inquinamento a livello regionale, con superamento in tutti i siti della provincia del limite giornaliero di 50 µg/m³ stabilito per i PM₁₀.

La giornata del 20 gennaio è stata scelta in quanto caratterizzata dal raggiungimento del minimo di temperatura dell'aria dell'inverno 2015-2016.

Gli anidrozuccheri ricercati nei campioni analizzati sono il levoglucosano, il mannosano ed il galattosano. Il levoglucosano, prodotto della pirolisi della cellulosa, è considerato tra i differenti prodotti della combustione della legna il miglior marker identificativo delle emissioni dovute al *biomass burning* in campioni di particolato atmosferico⁵. Esso infatti tra i composti organici identificati è il più abbondante, inoltre è stabile in atmosfera nel periodo invernale ed è un tracciante univoco per la sorgente di *biomass burning*⁶ poiché la combustione di altri materiali, come ad esempio combustibili fossili, la biodegradazione e l'idrolisi della cellulosa non producono levoglucosano. Mannosano e galattosano sono, per abbondanza, rispettivamente il secondo ed il terzo degli anidrozuccheri presenti nei fumi derivanti dalla combustione della legna.

I valori delle concentrazioni ottenute per i campioni analizzati per i due siti sono indicati in tabella 3 insieme alle corrispondenti concentrazioni di PM₁₀.

⁵ Progetto PARFIL – Rapporto tecnico dettagliato – terza annualità. UO3 – Università degli Studi di Milano

⁶ Simoneit B.R. et al., 1999 Levoglucosan, a tracer for cellulose in biomass burning atmospheric particles. Atmospheric Environment 33, 173-182

Sito	Data	Levogluco­sano µg/m ³	Mannosano µg/m ³	Galattosano µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
Bra Madonna Dei Fiori	10/11/2015	1.85	0.16	0.08	32
	11/11/2015	0.61	0.05	0.03	32
	06/12/2015	0.69	0.06	0.03	85
	09/01/2016	1.02	0.08	0.04	61
	20/01/2016	1.28	0.09	0.05	50
Bernezzo	10/11/2015 (scuole)	4.73	0.33	0.23	71
	11/11/2015 (scuole)	2.31	0.16	0.15	58
	06/12/2015 (scuole)	2.56	0.15	0.07	84
	09/01/2016 (Municipio)	2.01	0.14	0.09	50
	20/01/2016 (Municipio)	2.17	0.14	0.08	56

Tabella 3) Concentrazioni di levogluco­sano, mannosano, galattosano insieme alle concentrazioni di PM₁₀ riscontrate nei siti di Bra e Bernezzo nei campioni delle giornate indicate.

Per i cinque giorni analizzati le concentrazioni di levogluco­sano nei filtri campionati a Bernezzo sono sempre risultate superiori a quelle riscontrate nei filtri campionati a Bra, con un valore particolarmente elevato il 10 novembre e valori più contenuti e simili fra loro nelle altre quattro giornate analizzate. Nel confronto con i dati medi di levogluco­sano presenti in letteratura¹³ valori superiori a 2 µg/m³ sono da ritenersi elevati e confrontabili con le medie ottenute in siti caratterizzati da un consumo elevato di legna per il riscaldamento domestico.

Nella figura 15 sono rappresentati i rapporti levogluco­sano/PM₁₀ e, nonostante il numero limitato di campioni, si possono fare alcune considerazioni sulle differenti tipologie di giornate. Si può innanzitutto osservare come la percentuale di levogluco­sano presente nei filtri del 10 novembre sia la più elevata tra i campioni analizzati per entrambi i siti e con valori tra loro prossimi. L'elevata percentuale del marker della combustione di biomassa riscontrata anche nel campione di Bra del giorno 10, come suggerisce la letteratura, può essere spiegata dall'elevata stabilità del levogluco­sano, che fa sì che esso possa essere trovato anche a considerevoli distanze dalle fonti di emissione. Considerando pertanto anche la prevalenza dei venti da SudSudOvest, si può ipotizzare che al levogluco­sano riscontrato a Bra abbiano contribuito gli incendi che si sono sviluppati a partire dalla giornata del 9 novembre nella zona sud della provincia (oltre all'esteso incendio tra Aisone e Demonte, altri incendi si sono sviluppati a Roccaforte Mondovì e Frabosa Soprana).

La percentuale inferiore di levogluco­sano è presente, come atteso, nei campioni del 6 dicembre, infatti, negli episodi di accumulo degli inquinanti che determinano concentrazioni molto elevate di PM a livello regionale, il processo di formazione di particolato secondario ha la prevalenza e determina una predominanza di composti inorganici, principalmente nitrati e ammonio.

Per entrambi i siti, nei campioni delle altre tre giornate il levogluco­sano rappresenta una percentuale del PM₁₀ intermedia e con valori simili nei tre campioni: mediamente il 4% per il sito di Bernezzo ed il 2% per il sito di Bra.

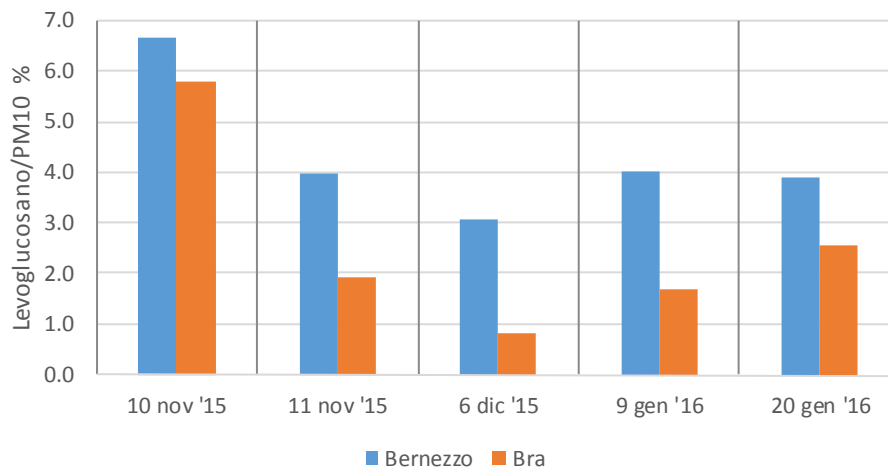


Figura 15) Confronto tra i rapporti Levoglucosano/PM₁₀ nei siti di Bernezzo e Bra.

In letteratura sono molto diffusi gli studi che stimano la quantità di materiale particolato dovuto alla combustione di biomassa (PM_{bb} - *biomass burning*) a partire dalle concentrazioni misurate di levoglucosano e utilizzando fattori di emissione differenti a seconda delle tipologie di legna utilizzati.

Un approccio rigoroso richiederebbe di determinare il fattore di emissione specifico del caso, ovvero calcolato in base ai tipi di legno bruciati, in assenza di tali informazioni, si è provato a valutare, per i campioni analizzati di Bra e Bernezzo, il contributo al PM₁₀ dovuto alla combustione di biomassa, utilizzando i dati di letteratura delle zone a noi più prossime (Lombardia). Sono stati usati i rapporti derivanti da due differenti approcci presentati nello studio di *Piazzalunga et al.*⁷. In particolare è stato utilizzato un fattore di emissione medio, calcolato pesando i dati presenti in letteratura in base alle percentuali dei diversi tipi di legno abbattuti in Lombardia, ed un fattore derivante da un approccio alternativo, che utilizza il rapporto ottenuto applicando il metodo statistico di quantificazione delle sorgenti della *Positive Matrix Factorization* (PMF), valutato nello studio di letteratura come più robusto.

I quantitativi di PM₁₀ derivanti dalla combustione di biomassa ottenuti applicando i due differenti fattori ai dati di Levoglucosano dei campioni di Bra e Bernezzo sono rappresentati nei grafici delle due figure seguenti, insieme ai rispettivi valori di PM₁₀ totali misurati su ciascun filtro.

Come si può osservare dai grafici sotto riportati, l'utilizzo del fattore di emissione derivante dalla PMF (figura 17), determina contributi maggiori della combustione di biomassa al particolato, rispetto a quelli ottenuti con il fattore di emissione pesato (figura 16).

⁷ Piazzalunga A. et al. 2011 Estimates of wood burning contribution to PM by the macro-tracer method using tailored emission factors. Atmospheric Environment 45, 6642-6649

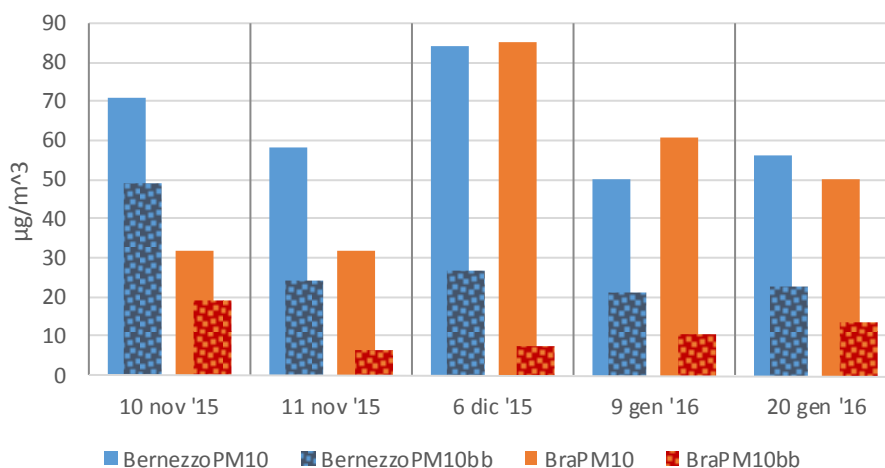


Figura 16) Valori stimati di PM_{10} da combustione di biomassa calcolati con fattore di emissione pesato, confrontati con le concentrazioni totali di PM_{10} nei siti di Bernezzo e Bra.

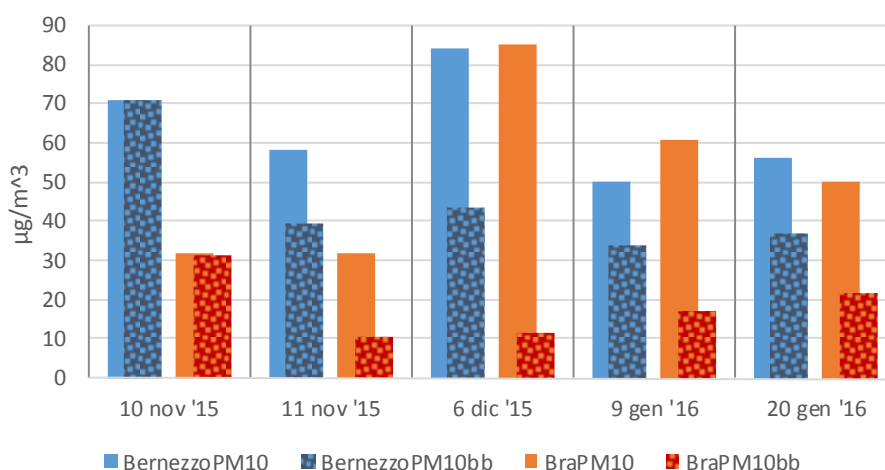


Figura 17) Valori stimati di PM_{10} da combustione di biomassa calcolati con fattore derivante da PMF, confrontati con le concentrazioni totali di PM_{10} nei siti di Bernezzo e Bra.

Nella tabella 4 sono riportati, per tutti i campioni analizzati, i contributi percentuali della combustione di biomassa al PM_{10} totale, stimati con i due fattori.

Come si può osservare, nel giorno del 10 novembre a Bernezzo la stima attribuisce alla combustione della biomassa un contributo compreso tra il 69% ed il 100%, il 6 dicembre il contributo minimo compreso tra il 32% ed il 52%, e nei tre giorni rimanenti contributi molto simili e compresi tra il 40% ed il 68%.

Ad esclusione del campione del 10 novembre, per il quale è stimato un contributo compreso tra il 60% ed il 98%, i valori ottenuti per Bra sono decisamente inferiori a quelli di Bernezzo (circa la metà) e presentano maggiore variabilità. L'11 novembre il contributo della combustione di biomassa si è ridotto ad un terzo rispetto a quello della giornata precedente, raggiungendo una percentuale compresa tra il 20% ed il 32%. I giorni con contributi percentuali inferiori sono stati quelli con concentrazioni di PM_{10} registrate a Bra superiori al limite normativo, il 6 dicembre ed il 9 gennaio: in particolare la percentuale minima, compresa tra l'8% ed il 14% è stata stimata per il 6 dicembre, giornata che, come già detto in precedenza, appartiene ad un forte episodio di accumulo degli inquinanti su vasta scala spaziale, e che, a Bra, ha determinato il superamento del limite giornaliero per ben 9 giorni consecutivi. L'episodio di accumulo ed il superamento del PM_{10} del 9 gennaio è stato limitato in intensità e durata grazie al successivo cambiamento delle condizioni meteorologiche e alla rimozione degli inquinanti determinata dal Foehn che si è instaurato

nei giorni seguenti. In tale giornata la percentuale di PM₁₀ attribuibile alla combustione di biomassa è stata stimata come compresa tra il 17 ed il 28%.

Nella giornata del 20 gennaio 2016, la temperatura dell'aria ha raggiunto il valore minimo dell'inverno 2015-2016 (-5.5 °C a Bra-Museo Craveri), ed il contributo della combustione della biomassa è stato stimato come compreso tra il 27 ed il 43% della concentrazione totale di PM₁₀.

Sito	Data	%PM10bb
Bra Madonna Dei Fiori	10/11/2015	60-98
	11/11/2015	20-32
	06/12/2015	8-14
	09/01/2016	17-28
	20/01/2016	27-43
Bernezzo	10/11/2015	69-100
	11/11/2015	42-68
	06/12/2015	32-52
	09/01/2016	42-68
	20/01/2016	40-66

Tabella 4) Intervalli stimati per il contributo percentuale della combustione di biomassa (PM10bb) al PM₁₀.

Si può pertanto affermare che date le elevate concentrazioni di levoglucosano riscontrate nei campioni dell'abitato di Bernezzo rispetto sia alle concentrazioni presenti nei campioni di Bra relativi agli stessi giorni, sia rispetto ai dati presenti in letteratura, il contributo della combustione della legna sulle concentrazioni di particolato sottile costituisca una peculiarità locale che contribuisce in modo determinante alle criticità riscontrate nei siti dell'abitato di Bernezzo relativamente agli elevati livelli di PM₁₀ e di Idrocarburi Policiclici Aromatici.

Per il sito di Bra, dai dati analizzati si deduce che, nonostante la combustione di biomassa contribuisca percentualmente in modo limitato alla concentrazione totale di PM₁₀ durante gli episodi di accumulo, in cui hanno il sopravvento i fenomeni di formazione di aerosol secondario, i valori ottenuti per le altre giornate sono comunque indice di un'influenza non trascurabile delle emissioni prodotte dalla combustione di biomassa sulla qualità dell'aria. Tali valori sono inoltre coerenti con quanto ottenuto dai progetti attivati dai diversi enti che operano nelle Regioni della Pianura Padana.