



Effetti della combustione delle biomasse nell'inquinamento urbano.

M.Galletti, A. Pileri, I. Corbucci, N. Corvi, M.Pompei, D.Bartoli.
ARPA Umbria, Terni', 05100

Mara Galletti. Tel: +39 07444796734, E-mail: m.galletti@arpa.umbria.it

IL CONTRIBUTO DELLA COMBUSTIONE DELLE BIOMASSE ALLE EMISSIONI IN ATMOSFERA

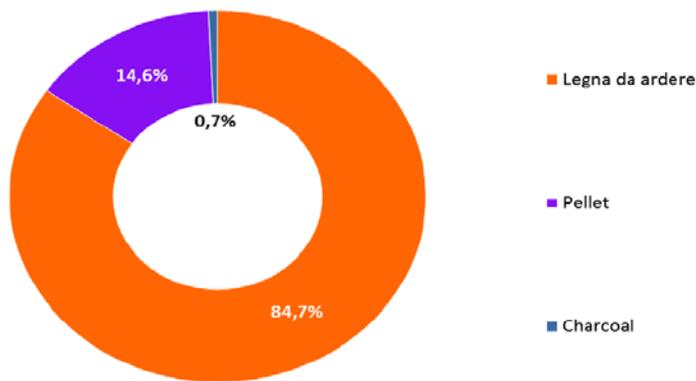
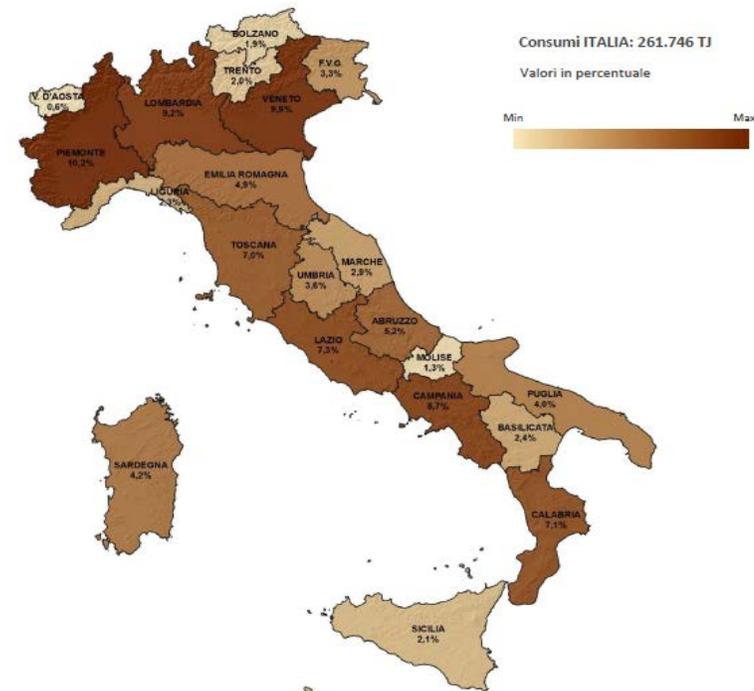
Con la Direttiva 2009/28/CE l'Unione Europea assegna all'Italia l'obbligo entro il 2020 di incrementare l'energia da fonti rinnovabili al 17 % del consumo energetico complessivo. La direttiva recepita a livello nazionale con D.lgs n.8 del 3 marzo 2011 ha innescato una serie di provvedimenti volti ad incentivare l'utilizzo della legna come fonte di energia rinnovabile per il riscaldamento domestico.

Se da un lato la legna ha un impatto zero rispetto alle emissioni di gas serra in quanto il biossido di carbonio emesso durante la combustione è pari a quello assorbito dalla pianta attraverso il processo di fotosintesi, dall'altro c'è il problema dell'impatto sulla qualità dell'aria che, in zone con particolari caratteristiche orografiche e meteorologiche, può assumere una rilevanza tutt'altro che trascurabile. Le stime delle emissioni che ne derivano sono alquanto variabili soprattutto in relazione alle tecnologie di combustione utilizzate ed è tanto maggiore quanto più le stufe e i camini utilizzati sono arretrati ed è per questo motivo che legislazione e tecnologia si stanno orientando verso soluzioni tecnologiche che consentano di bruciare legna in modo più efficiente e meno impattante per l'ambiente.

Consumi di biomassa solida nel settore residenziale in Italia, dati aggiornati al 2018 (Fonte elaborazione GSE su dati ISTAT)

TJ	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018 (%)	Variaz. % 2018/2017
Piemonte	27.646	24.468	25.888	27.249	27.229	26.624	10,2%	-2,2%
Valle d'Aosta	1.448	1.408	1.375	1.456	1.501	1.450	0,6%	-3,4%
Lombardia	25.697	21.647	23.774	24.959	25.436	24.049	9,2%	-5,5%
Liguria	6.228	4.760	5.289	5.720	6.150	6.028	2,3%	-2,0%
Provincia di Trento	5.487	4.947	5.080	5.300	5.476	5.149	2,0%	-6,0%
Provincia di Bolzano	5.205	4.859	4.872	5.141	5.240	5.023	1,9%	-4,2%
Veneto	25.650	21.261	25.785	26.150	27.107	25.832	9,9%	-4,7%
Friuli Venezia Giulia	8.886	7.572	8.804	8.929	9.341	8.636	3,3%	-7,5%
Emilia Romagna	13.096	10.205	12.562	12.845	13.013	12.857	4,9%	-1,2%
Toscana	19.323	15.657	18.592	18.059	19.932	18.395	7,0%	-7,7%
Umbria	9.974	8.778	9.767	9.784	10.564	9.427	3,6%	-10,8%
Marche	7.888	6.869	7.413	7.570	7.621	7.714	2,9%	1,2%
Lazio	22.556	19.174	21.311	19.294	21.845	19.045	7,3%	-12,8%
Abruzzo	14.134	13.110	13.724	12.488	14.079	13.739	5,2%	-2,4%
Molise	3.441	3.173	3.460	3.185	3.594	3.276	1,3%	-8,9%
Campania	24.517	20.735	24.197	21.966	25.310	22.811	8,7%	-9,9%
Puglia	11.142	9.568	11.748	10.393	12.081	10.591	4,0%	-12,3%
Basilicata	6.514	5.909	6.568	6.058	6.902	6.182	2,4%	-10,4%
Calabria	20.249	17.957	19.304	16.574	21.743	18.531	7,1%	-14,8%
Sicilia	6.191	5.216	6.122	5.178	6.307	5.501	2,1%	-12,8%
Sardegna	12.425	10.352	12.048	10.167	12.442	10.885	4,2%	-12,5%
ITALIA	277.698	237.623	267.682	258.465	282.916	261.746	100%	-7,5%

Distribuzione regionale dei consumi diretti di biomassa solida nel settore residenziale nel 2018 (%)



Suddivisione percentuale delle tecnologie in Italia (Fonte: ISPRA 2017 modificato CTI)

Tipologia di generatore	1999	2006	2012
Caminetti aperti	51.3%	44.7%	51.2%
Stufe a legna	28.4%	27.6%	22.9%
Caminetti chiusi	15.4%	20.2%	15.8%
Stufe a pellet	0	3.1%	4.0%
Stufe ad avanzata tecnologia	4.8%	4.4%	6.0%

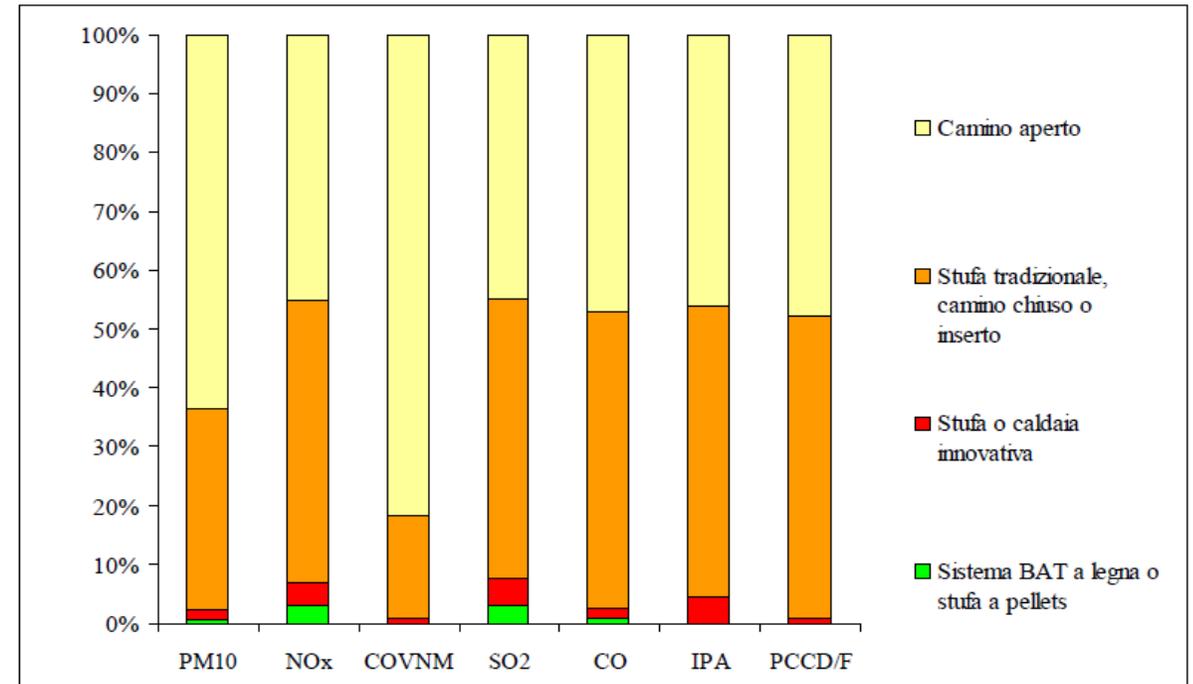
Fattori emissivi delle apparecchiature di riscaldamento a biomassa (Fonte SEN 2017 su dati EEA)

Tecnologia	Fattore di emissione gPM ₁₀ /GJ
Camino aperto	840
Stufa convenzionale	760
Caldaia convenzionale	480
Stufa o caldaia BAT a legna	95
Stufa o caldaia BAT a pellet	29

La combustione di biomasse comporta quindi l'immissione nell'ambiente di quantità non trascurabili di inquinanti quali: monossido di carbonio (CO), composti organici volatili (COV), polveri fini (PM10 e PM2.5) a cui sono veicolate sostanze nocive per la salute dell'uomo quali idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e Policloro dibenzodiossine /Furani PCDD/PCDF e anche l'emissione di queste sostanze è in stretta relazione con la tipologia dell'impianto in cui le biomasse vengono bruciate.

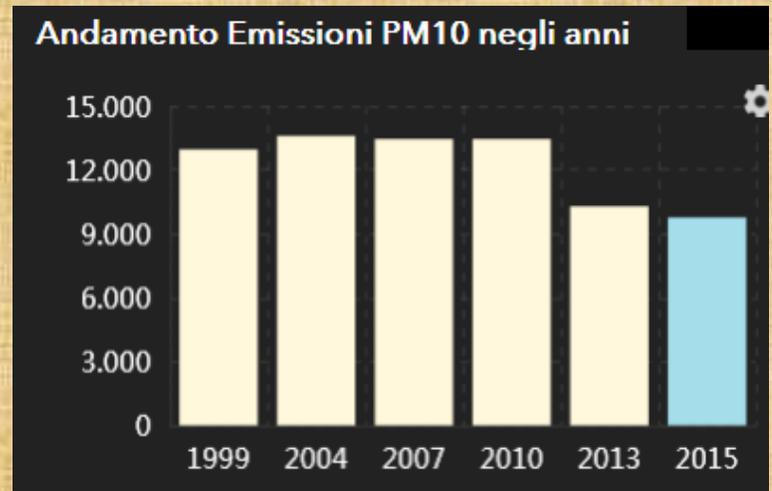
Le apparecchiature che impiegano gasolio o GPL o gas hanno un fattore emissivo medio compreso fra 0 e 4 g/GJ, di gran lunga inferiore al fattore emissivo delle apparecchiature di riscaldamento a biomassa soprattutto se di tipo tradizionali quali camini aperti, stufe e caldaie convenzionali.

La combustione di biomasse derivanti dalla legna ha visto un incremento con l'utilizzo di stufe a pellet ad uso domestico.



Emissioni stimate dalla combustione di biomasse in ambito domestico.

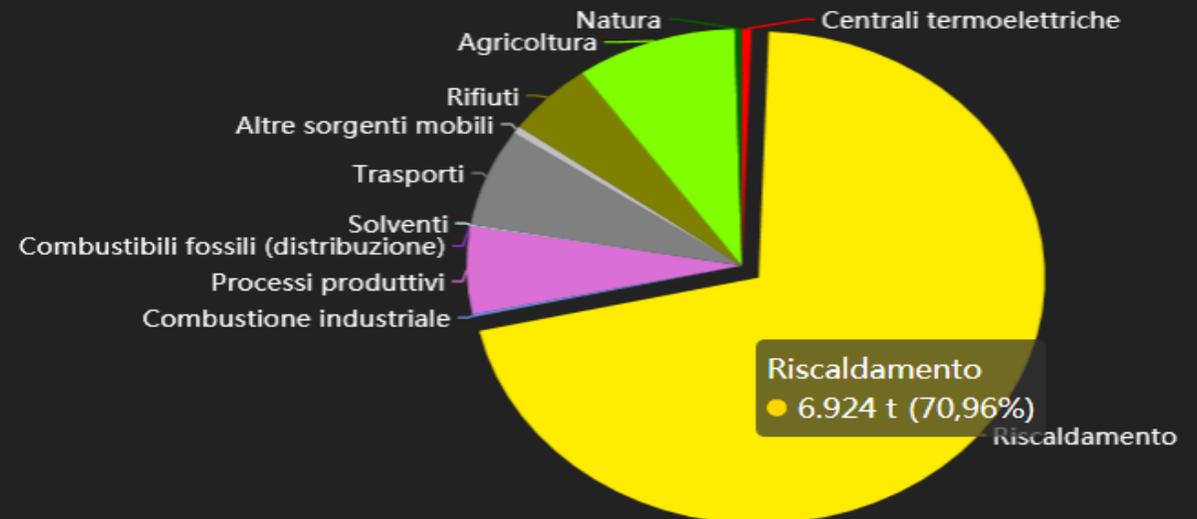
L'attuale inventario regionale delle emissioni in atmosfera dell'Umbria, aggiornato al 2015, evidenzia come la maggior parte delle polveri venga emesso dal riscaldamento (71% emissioni totali) e a seguire agricoltura (9%), quindi processi produttivi con il 6% e il traffico con il contributo del 7% delle polveri totali emesse.



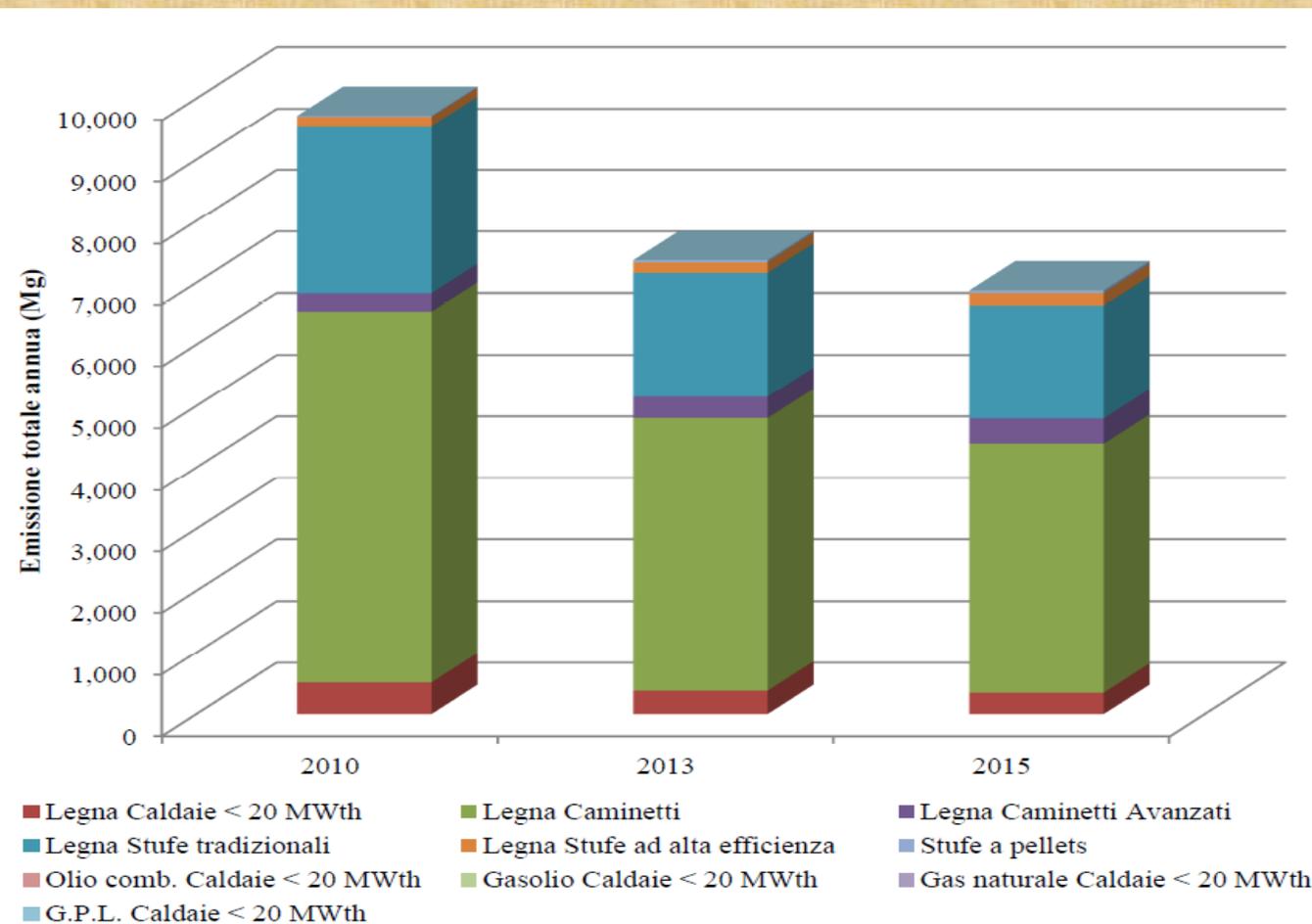
Emissioni PM10 - 2015

9.758 t

Emissioni PM10 per macrosettore - 2015



Emissioni di PM10 per il settore Riscaldamento frazionate per tipologia di impianto e per combustibile, confronto tra l'anno 2010, 2013 e 2015 in Umbria



Dal grafico si evince come la grande incidenza delle emissioni di polveri sia riconducibile in larga parte alla combustione della legna in caminetti e stufe (soprattutto in sistemi tradizionali).

La diminuzione delle emissioni (significativa nell'anno 2013, meno evidente nell'anno 2015 seppur presente) può essere spiegata con la diminuzione della quantità di combustibile vegetale utilizzato nell'anno 2013 rispetto al 2010, in impianti tradizionali (caminetti e stufe) a fronte di un aumento meno marcato del consumo di legna e/o pellet su impianti avanzati (vedi dati in tabella)..

consumo di combustibili vegetali per riscaldamento domestico per tipologia di impianto, confronto tra l'anno 2010, 2013 e 2015 (come determinati nell'IRE)

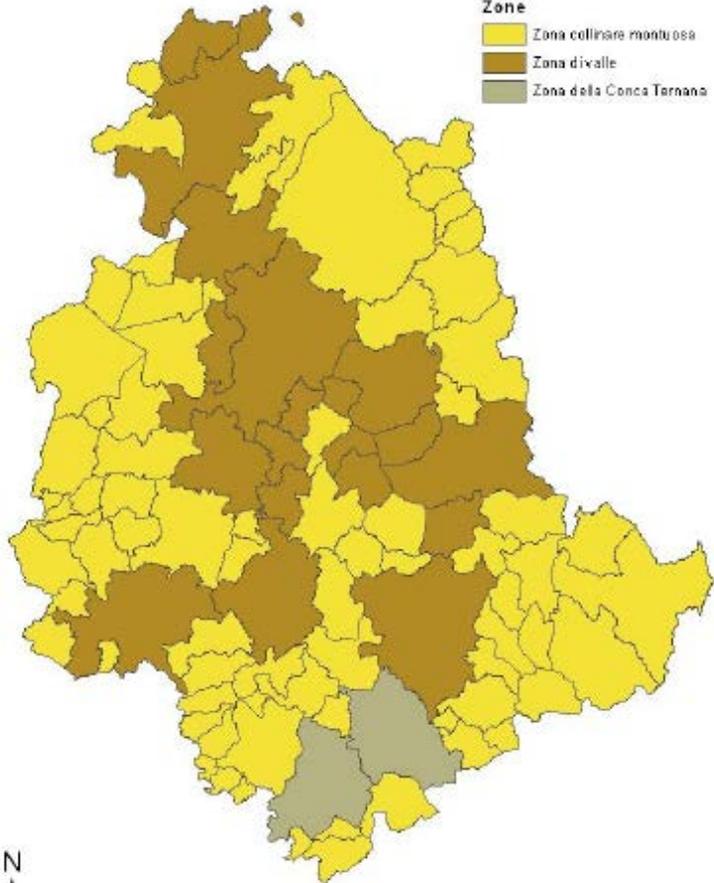
Descrizione	Consumo (Mg) 2010	Consumo (Mg) 2013	Consumo (Mg) 2015
Combustibili vegetali - caldaie	66.706	49.096	44.826
Combustibili vegetali - caminetti	447.771	329.566	300.899
Combustibili vegetali - stufe tradizionali	223.886	164.783	150.450
Combustibili vegetali - stufe a pellets	27.771	63.476	80.337
Combustibili vegetali - caminetti avanzati	49.163	56.809	67.479
Combustibili vegetali - stufe avanzate	24.581	28.404	33.740

LA QUALITA' DELL'ARIA in UMBRIA

Zonizzazione ai fini della valutazione della qualità dell'aria-ambiente

Zone

- Zona collinare montuosa
- Zona di valle
- Zona della Conca Ternana

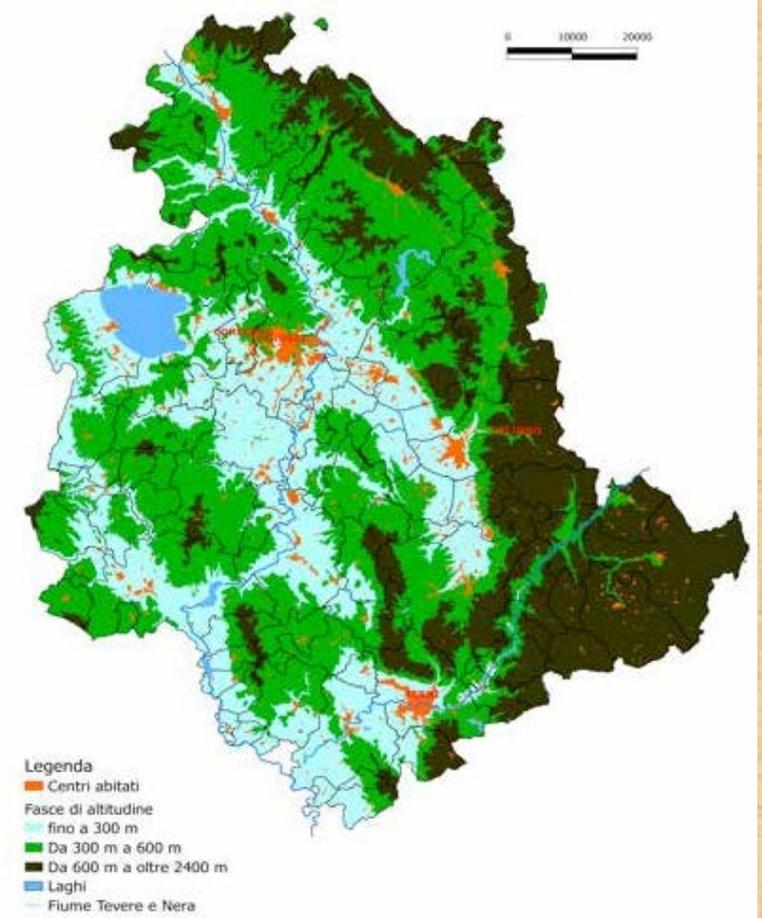


I dati estrapolati dall'inventario delle emissioni sono supportati da quelli registrati dalle centraline della rete di monitoraggio della QA. Ai fini della valutazione della qualità dell'aria il territorio umbro è stato suddiviso in tre zone omogenee:

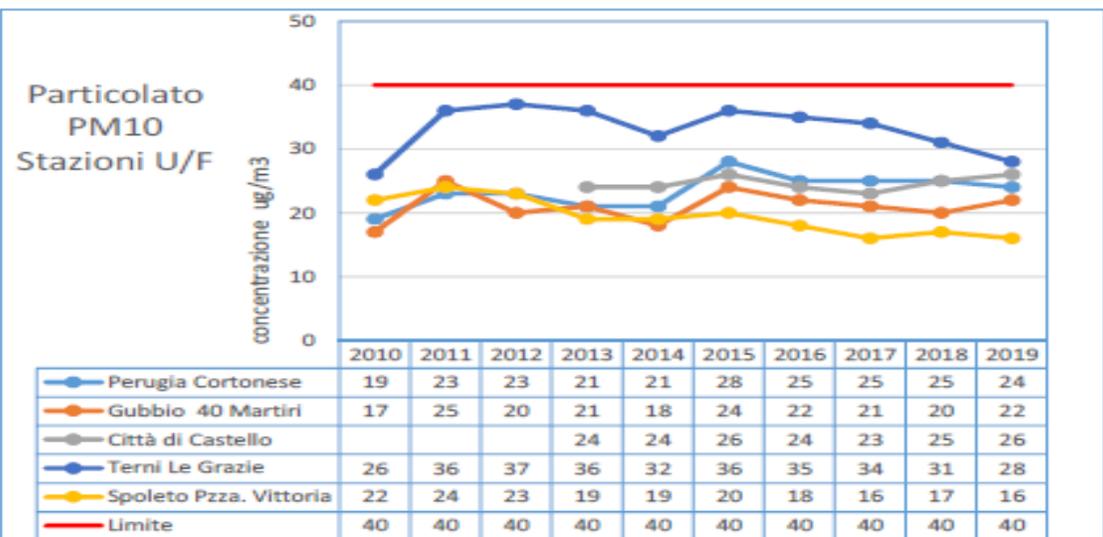
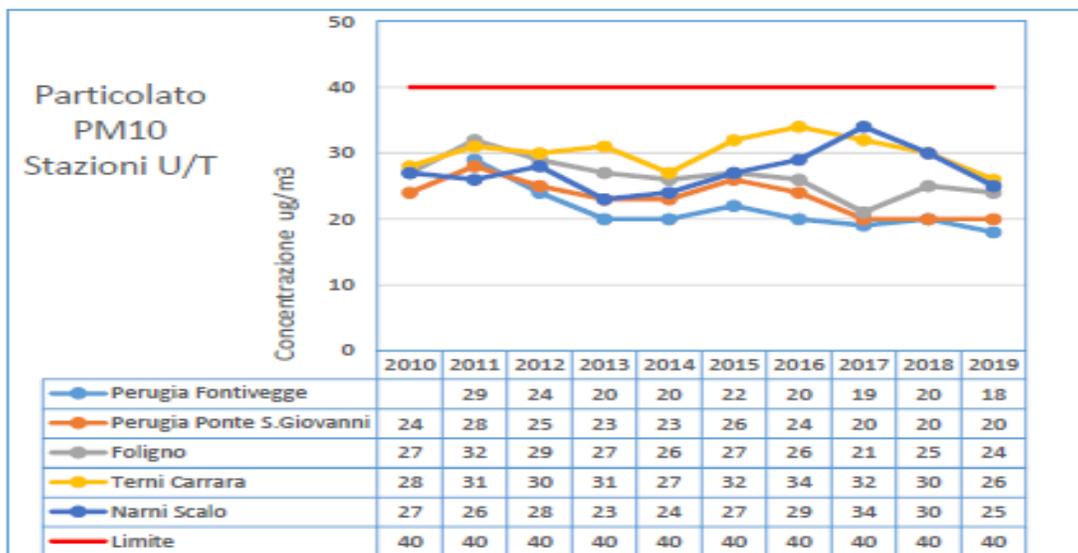
- Zona collinare montuosa
- Zona di valle
- Zona della Conca Ternana

Nelle zone di valle si concentrano maggiormente le problematiche inerenti la qualità dell'aria a causa della bassa velocità del vento e della particolare orografia

In particolare Città di Castello, Foligno e Terni, i cui centri urbani si trovano alle quote più basse delle valli (al di sotto dei 300 metri slm), sono quelle che hanno più problemi con i superamenti delle concentrazioni di PM10.



Andamento delle concentrazioni di PM10 in alcuni punti della rete di monitoraggio QA della regione Umbria negli ultimi 10 anni.



Anno 2019 numero superamenti della concentrazione media 24 H e concentrazione media

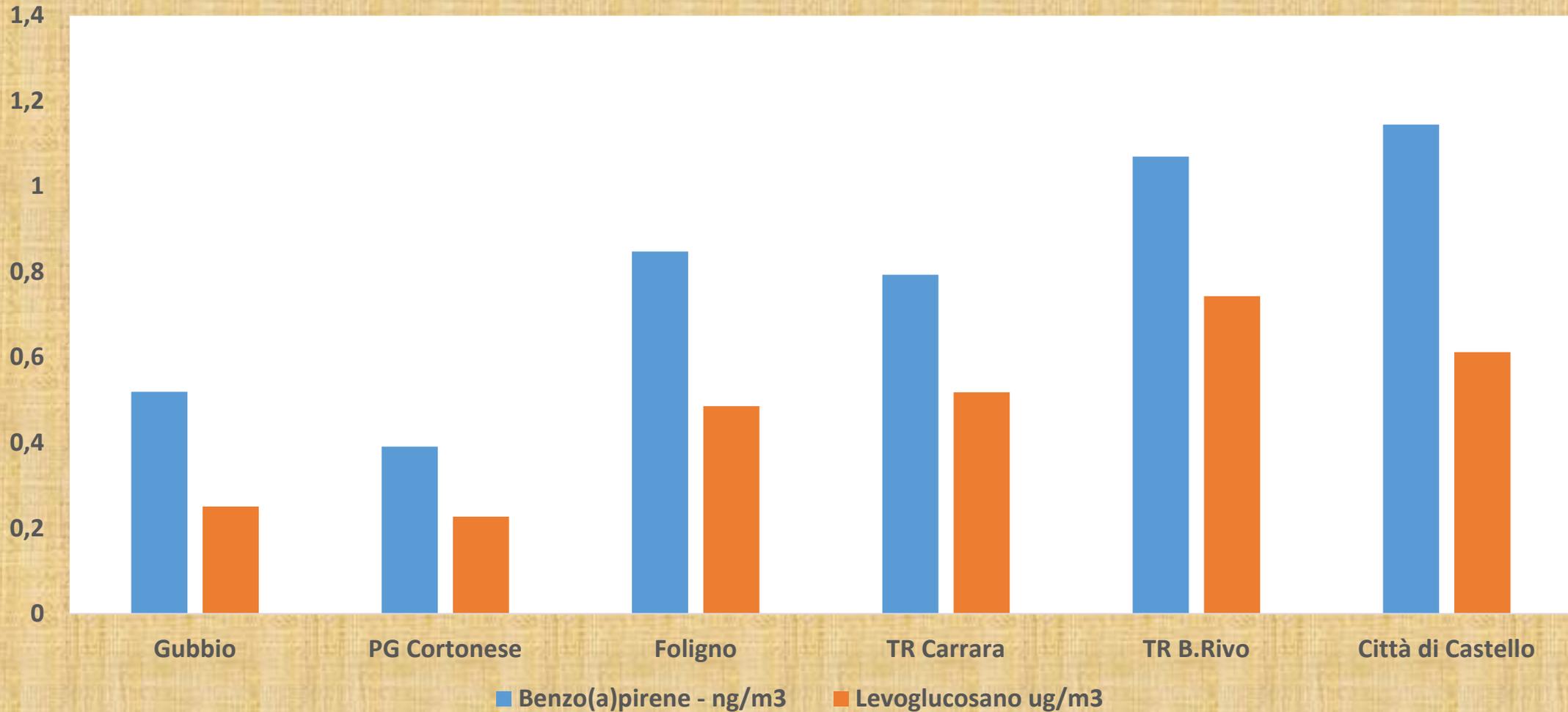
Stazione	Tipo staz. ¹	Media annua µg/m ³	Superamenti ²
Perugia - Cortonese	U/F	24	10
Perugia - Fontivegge	U/T	18	6
Perugia - P S Giovanni	U/T	20	9
Foligno - P Romana	U/T	24	19
Terni - Le Grazie	U/T-I	28	32
Terni - Borgo Rivo	U/F	25	32
Terni - Carrara	U/T	26	22
Gubbio - P 40 Martiri	U/F	20	13
Città di Castello - C Castello	U/F	25	25
Spoleto - P Vittoria	U/F	16	0
Torgiano - Brufa	R/F	16	0
Amelia - Amelia	U/F	18	0
Magione - Magione	S/F	20	6
Narni Scalo	S/F	25	22
Orvieto Ciconia	S/F	16	1
Giano dell'Umbria - M. Martani	R/F	11	1
Gubbio - Ghigiano	S/I	16	2
Gubbio - Semonte Alta	S/I	13	0
Gubbio - L da Vinci	S/I	19	2
Gubbio - Padule	S/I	16	0
Spoleto - S. Chiodo	S/I	17	0
Spoleto - S. M. in Trignano	S/I	26	18
Spoleto - M di Lugo	S/I	16	0
Terni - Prisciano	S/I	27	20
Terni - Maratta	S/I	30	36

- (1) U/T-I= Urbana o Suburbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale
 (2) Superamenti annui del valore di 50 µg/m³ come media 24h – max 35 superamenti/anno.

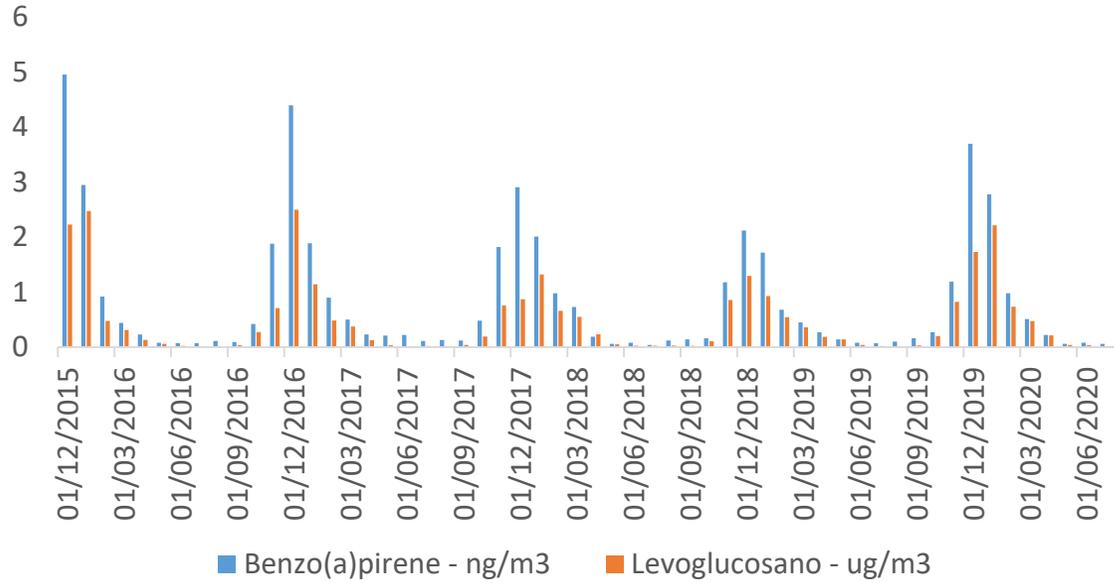
Legenda **Buona** **Accettabile** **Scadente**

Particolato PM₁₀ superamenti annui media 24h	< 10	11-35	>35
Particolato PM₁₀ (µg/m³) media annuale	≤ 28	29-40	>40

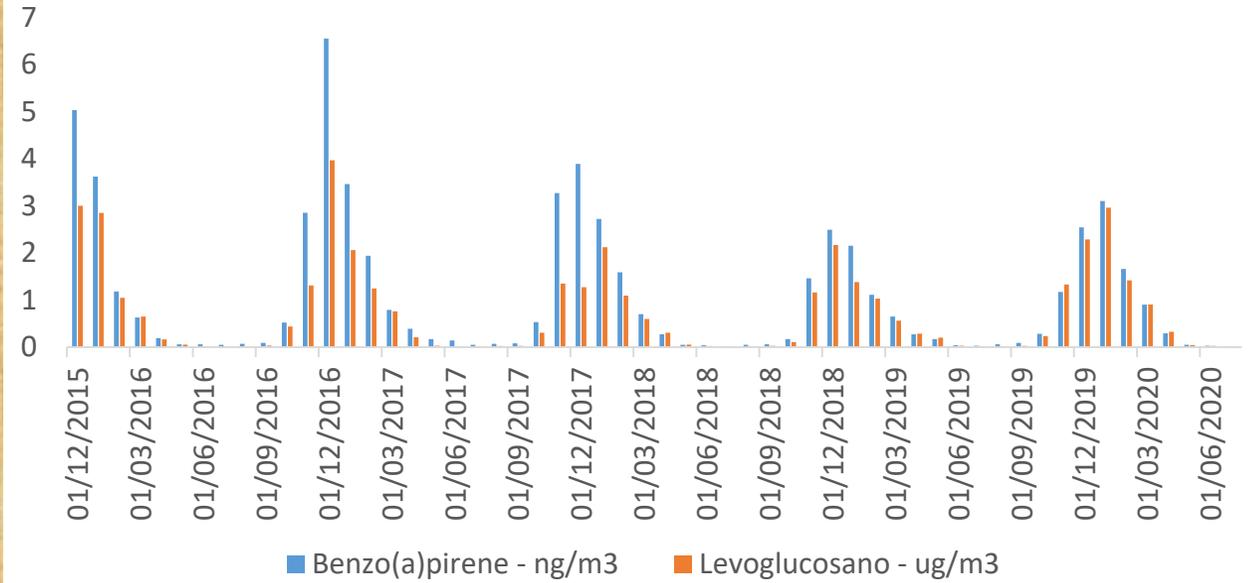
Concentrazioni medie annuali (periodo 2015 -2020)di Levoglucosano e Benzo(a)Pirene nel PM10 di alcuni punti della rete di monitoraggio QA della regione Umbria



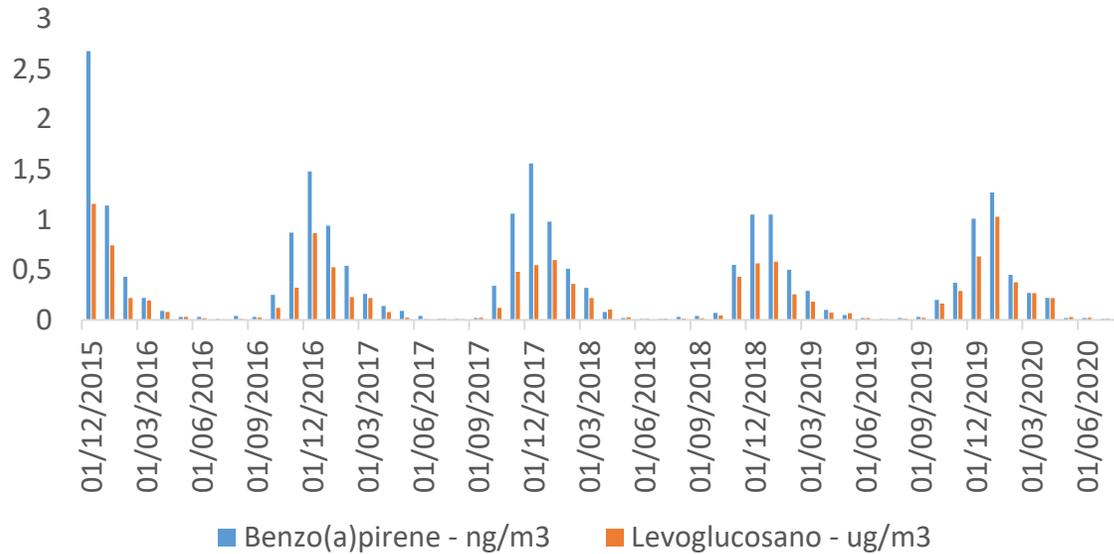
Foligno



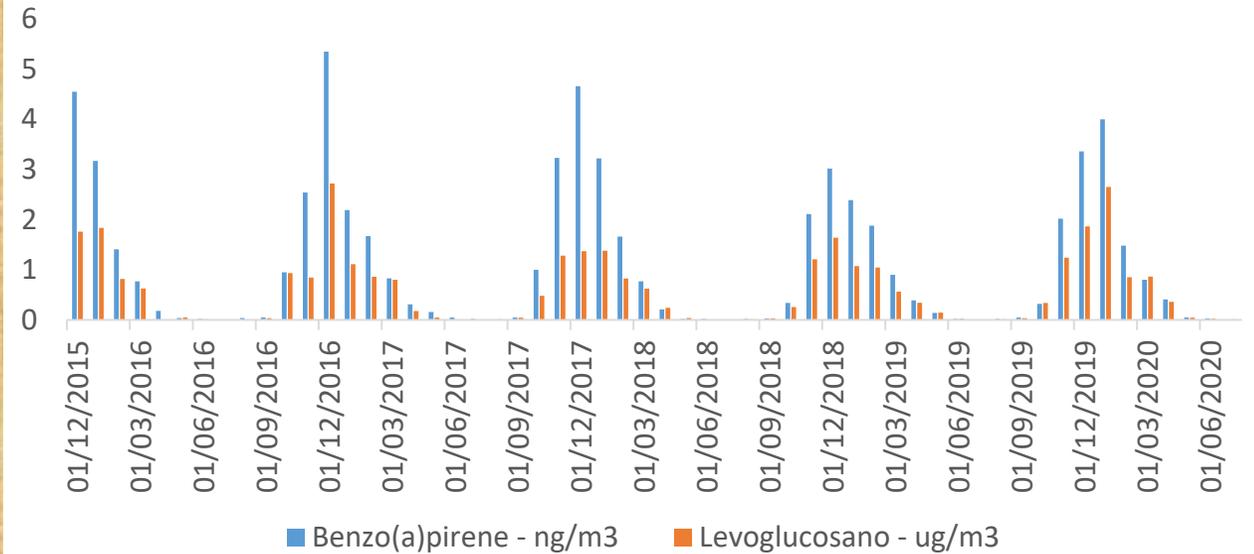
Borgo Rivo



PG Parco Cortonese

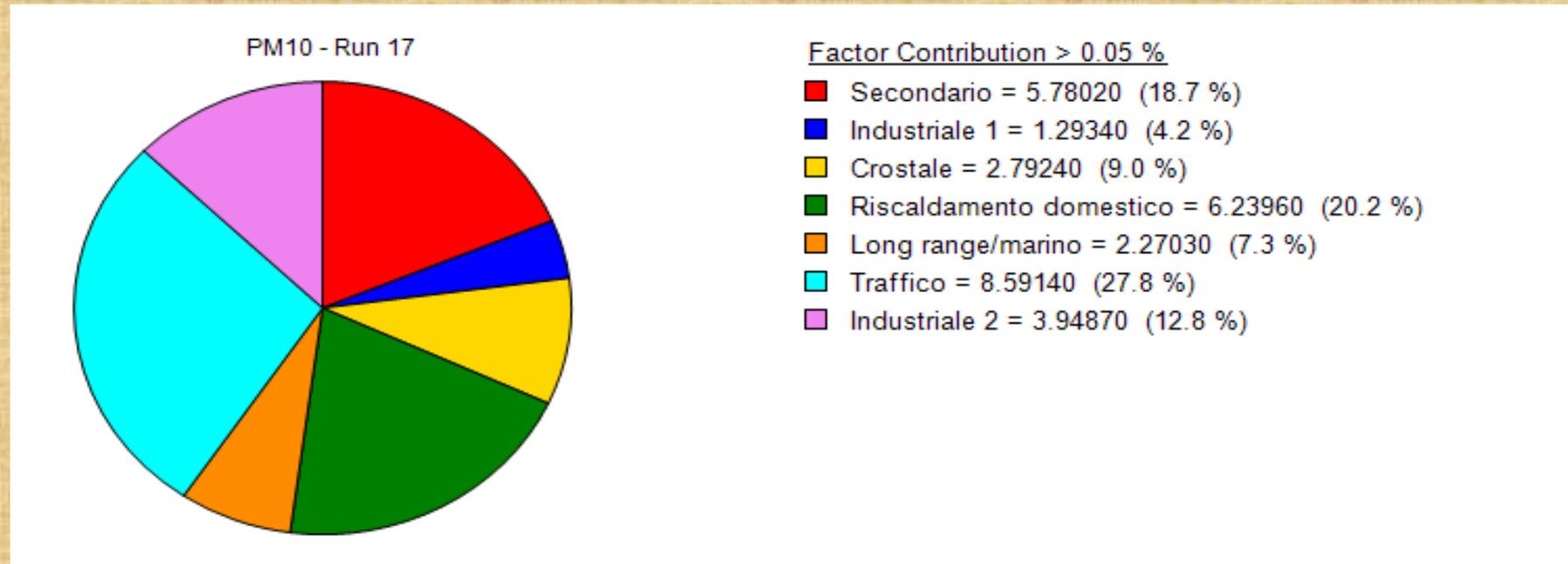


Città di Castello



Nelle aree con maggiore criticità sono stati effettuati studi di source apportionment, con la ricerca dei traccianti specifici delle diverse sorgenti:

uno studio condotto nel periodo novembre 2015-dicembre 2016 nella centralina urbana da traffico di via Carrara a Terni ha restituito un elaborato statistico rappresentato nel diagramma a torta di seguito riportato



Nell'ambito di questo studio sono state individuate 7 sorgenti principali con i relativi pesi percentuali . Le prevalenti sono di origine antropogenica (traffico, industria, riscaldamento domestico) e nello specifico viene attribuito al riscaldamento domestico un contributo del 20% al PM10.

Nella Conca Ternana, il frequente ripetersi degli sforamenti di PM10, ha determinato l'avvio di una procedura d'infrazione presso la Commissione Europea.

Il Comune di Terni ha quindi adottato dei provvedimenti che hanno riguardato, oltre alle limitazioni del traffico, anche limitazione della combustione delle biomasse:

da circa metà novembre 2018 a marzo 2019 ,nelle zone poste a meno di 300 metri di quota:

- divieto, dal lunedì al giovedì, dell'uso di apparecchi per il riscaldamento domestico alimentati a biomassa legnosa (legna, pellet, cippato) che non garantiscono prestazioni di emissione pari almeno a quelle della classe di qualità 2 stelle, oltre al divieto assoluto di combustione all'aperto di residui vegetali agricoli o forestali. L'ordinanza è stata sospesa durante le Festività Natalizie.

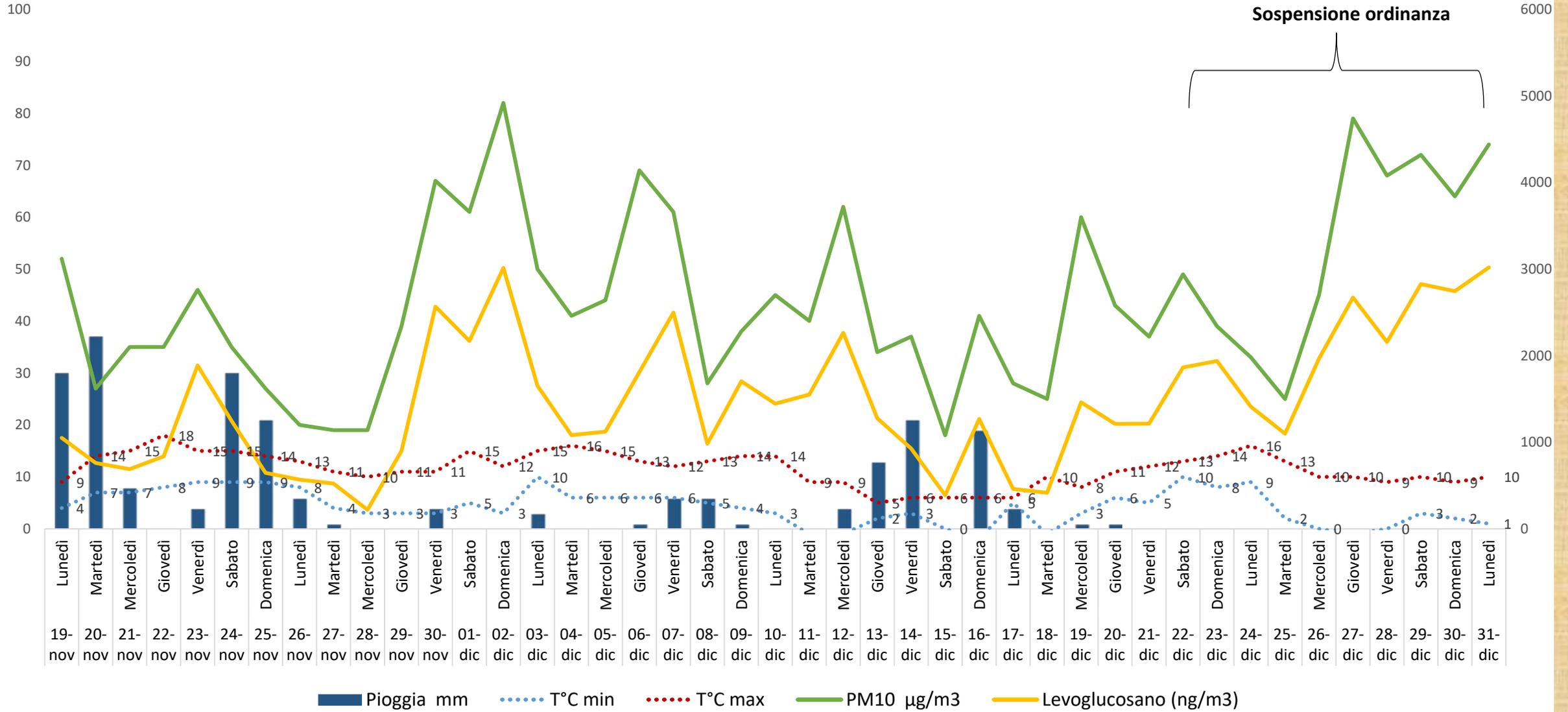
Tale ordinanza è stata reiterata, con le stesse modalità, per la stagione invernale 2019-2020 ma il sopraggiungere dell'emergenza COVID ne ha determinato la sospensione nei primi giorni di Marzo 2020.

Al fine di valutare l'efficacia dei provvedimenti adottati, le misure normalmente effettuate sul PM10 sono state riprogettate, separando i filtri delle giornate in cui l'ordinanza era attiva (dal lunedì al giovedì) da quelli in cui non lo era (venerdì, sabato e domenica),

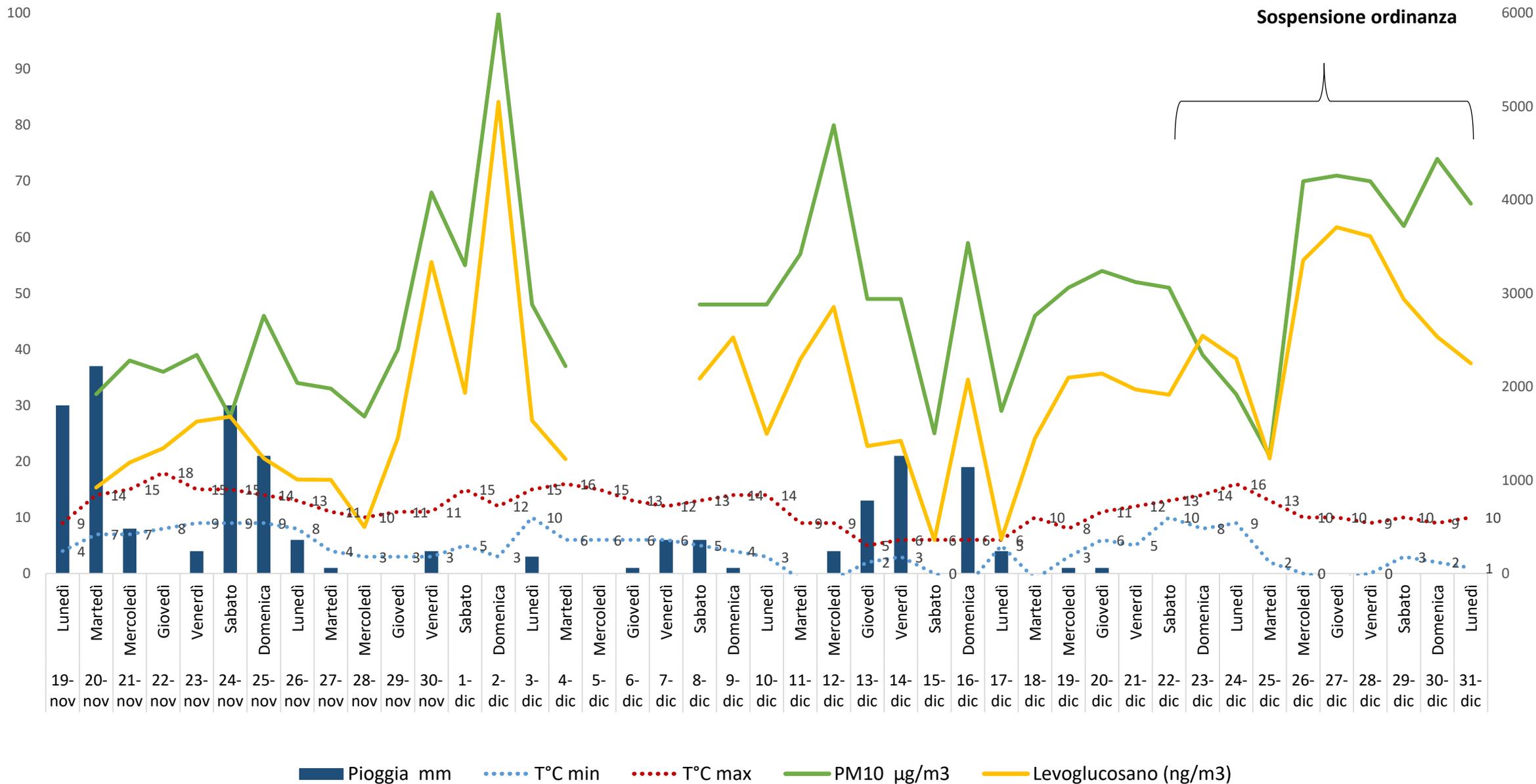
Tali misure sono state condotte in due punti significati all'interno della Conca Ternana sotto i 300 metri di altezza (livello medio dello strato di inversione della stagione invernale):

- Centralina di Via Carrara (Urbana da traffico) con prevalenza di edifici a torre***
- Centralina di Borgo Rivo (Fondo Urbano) con presenza sia di palazzine che di case singole e a schiera.***
- Le misure sono state effettuate con le stesse modalità anche in un punto esterno alla conca ternana in un centro urbano posto ad una quota di circa 400m metri in cui non era attiva l'ordinanza (Città di Amelia).***

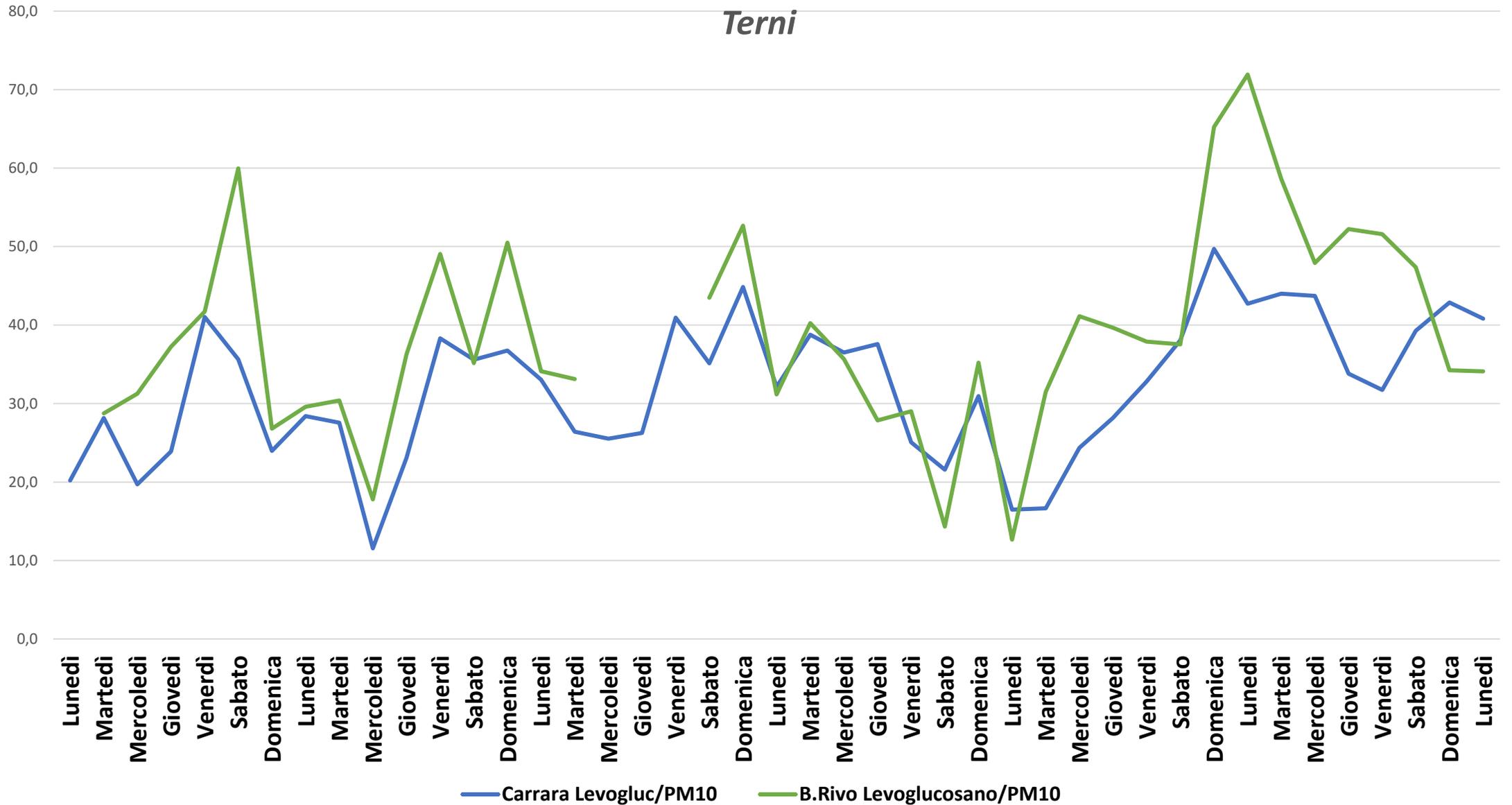
Andamento giornaliero di PM10 e Levoglucosano a Carrara durante un primo periodo dell'ordinanza e confront con alcuni dati meteo.



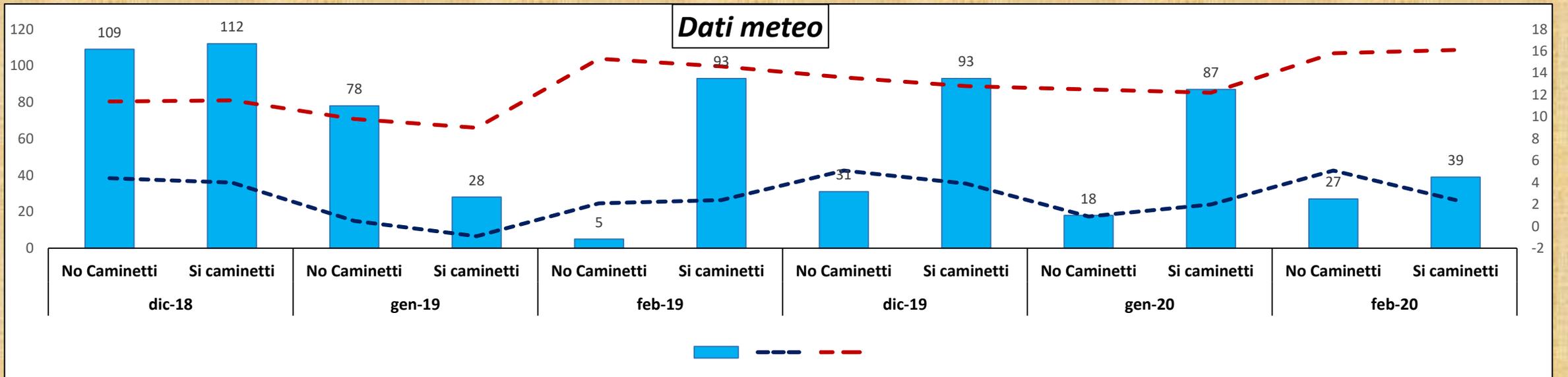
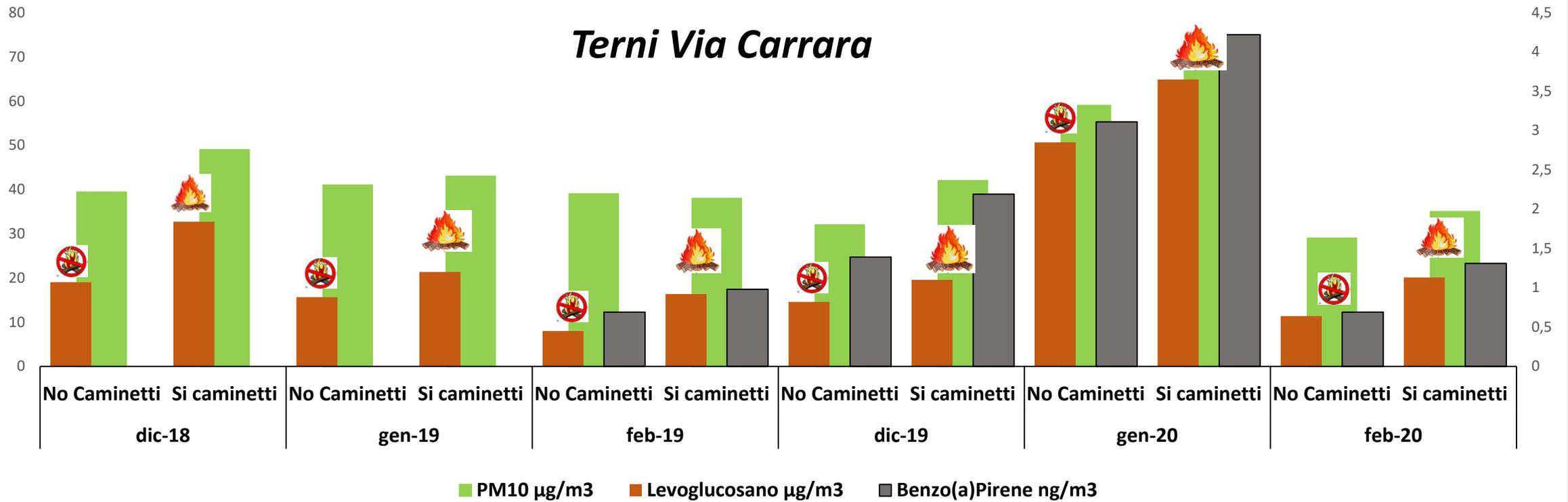
Andamento giornaliero di PM10 e Levoglucosano a Borgo Rivo durante un primo periodo dell'ordinanza e confronto con alcuni dati meteo.



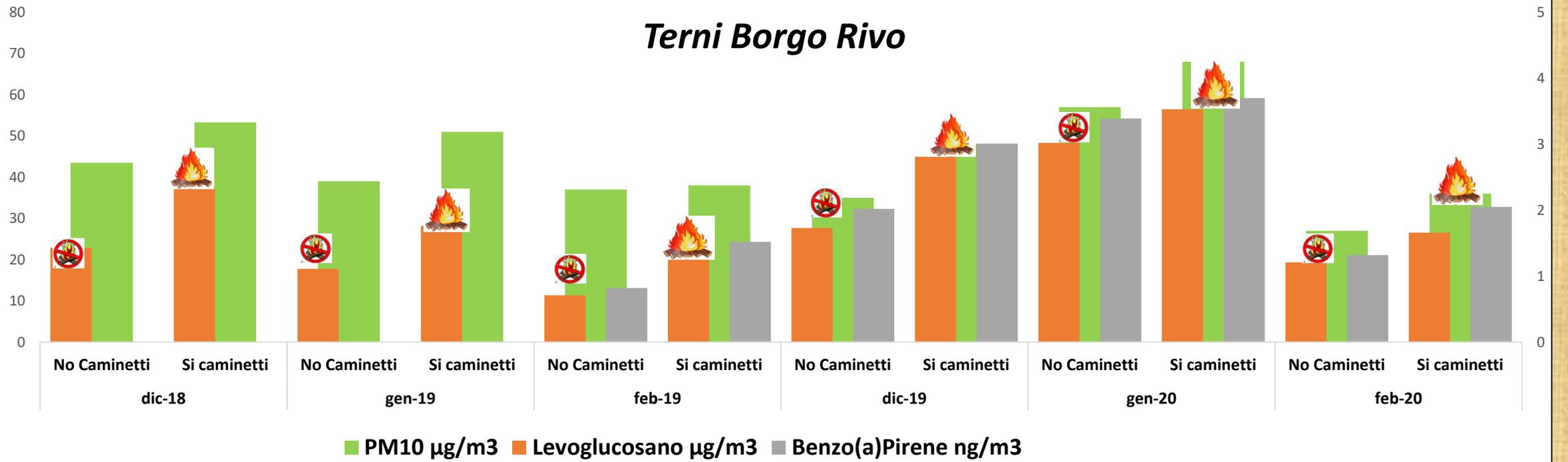
Andamento giornaliero di Levoglucosano nel PM10 nelle due postazioni di Terni



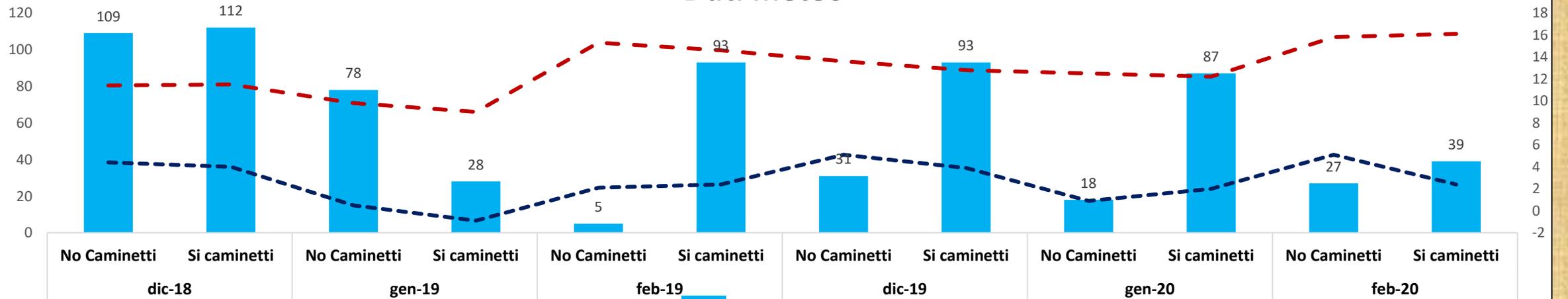
Terni Via Carrara



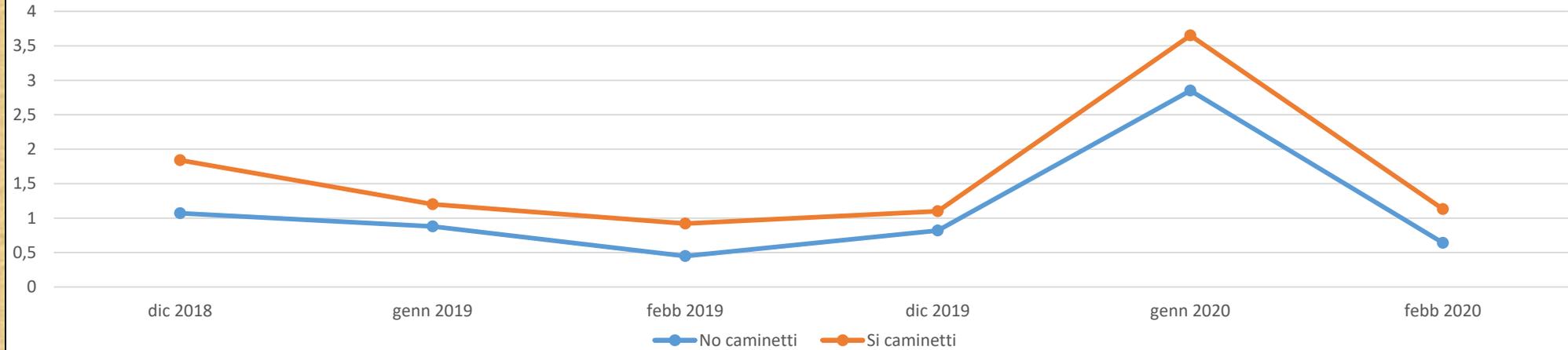
Terni Borgo Rivo



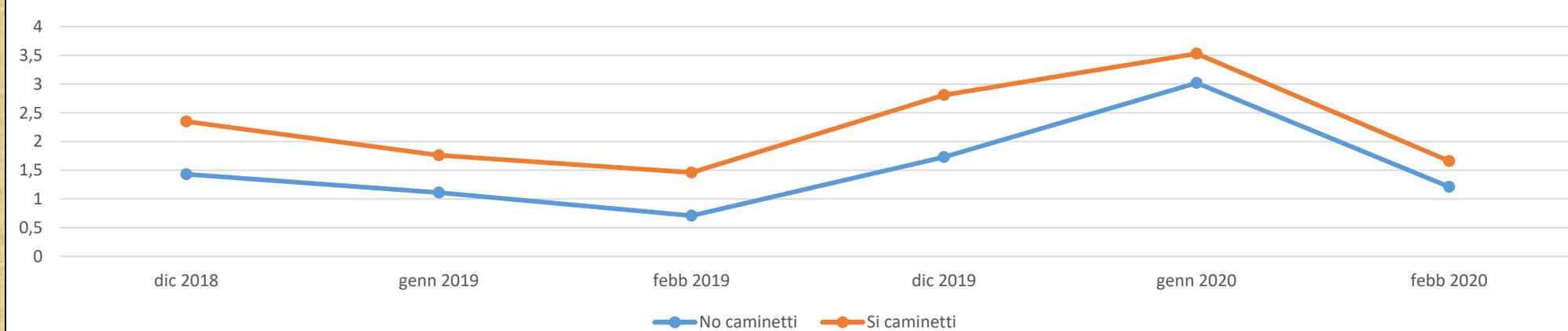
Dati meteo



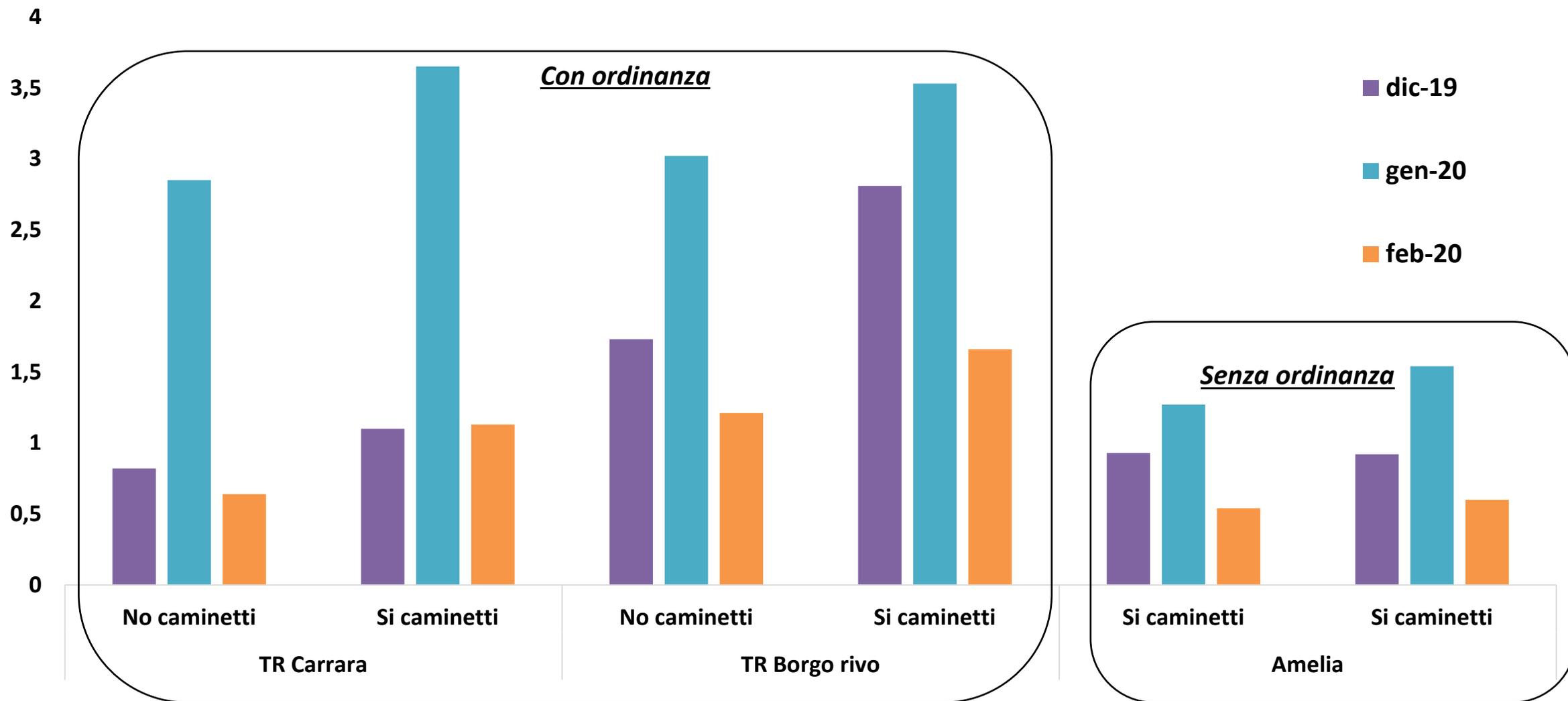
Terni Via Carrara (levoglucosano $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



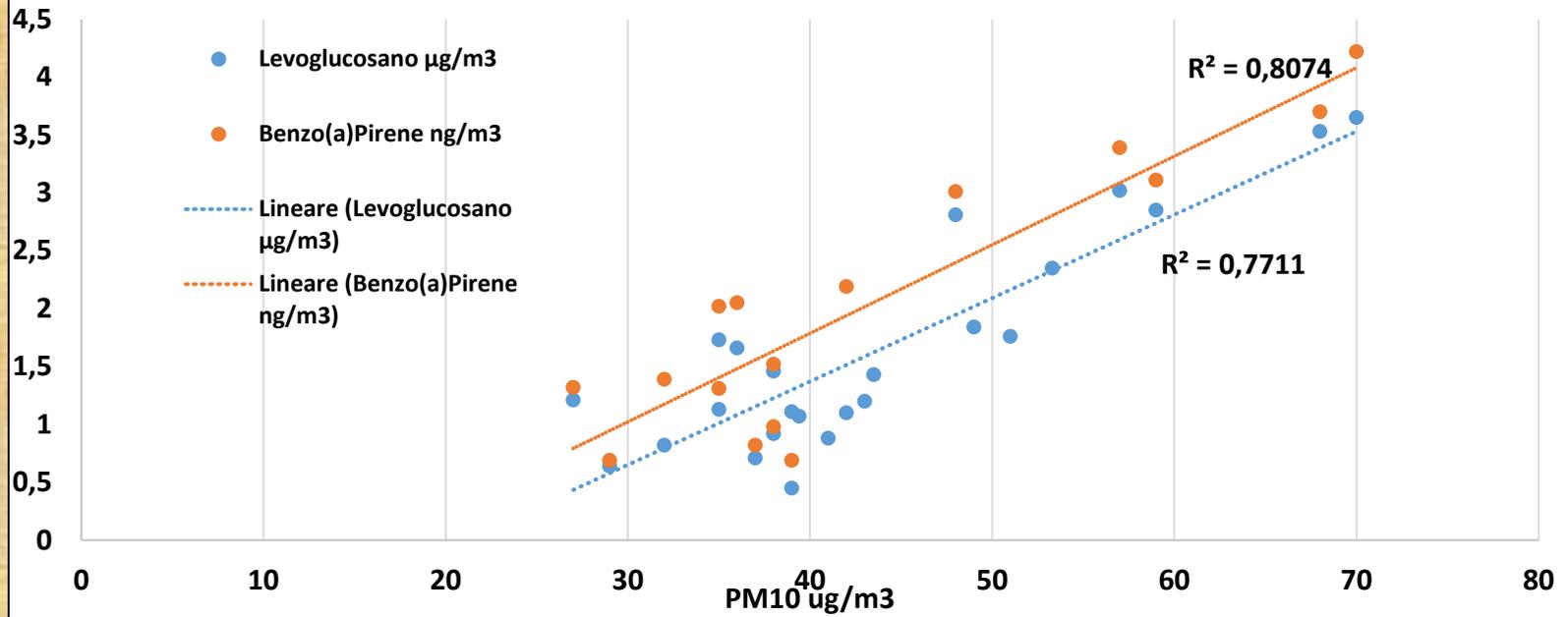
Terni Borgo Rivo (levoglucosano $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



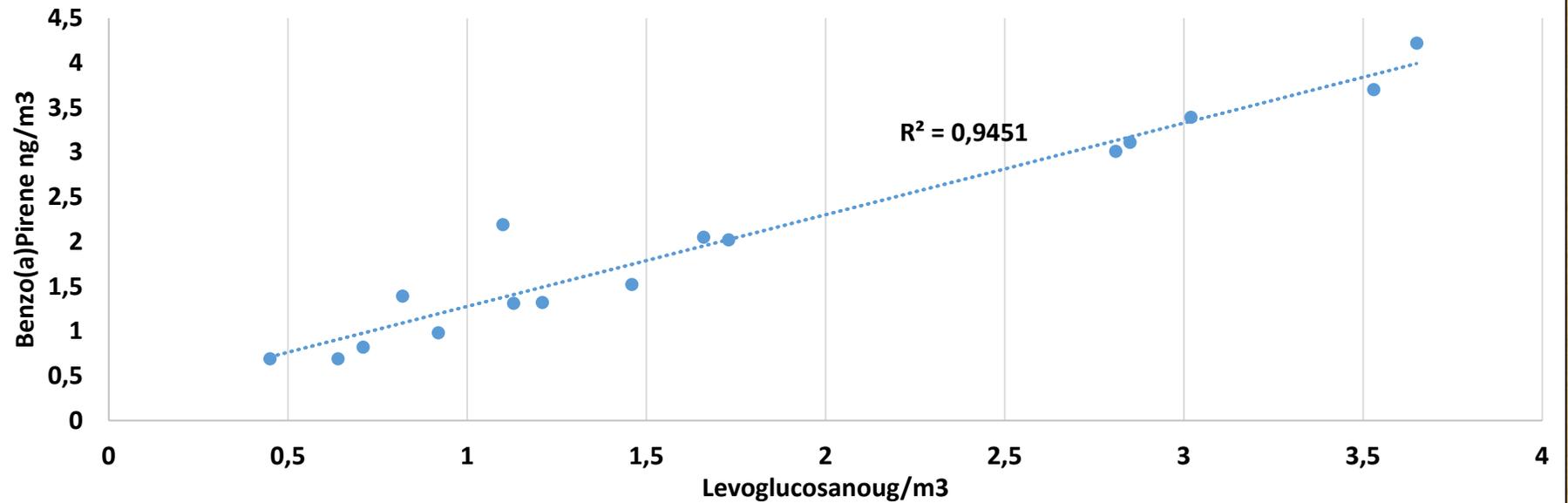
Andamento del levoglucosano nel PM10 nel comune di Terni (con ordinanza) e il comune di Amelia (no ordinanza).



Correlazione tra PM10 ,Levoglucosano e Benzo(a)Pirene.



Correlazione tra Levoglucosano e Benzo(a)Pirene



Durante il lockdown:

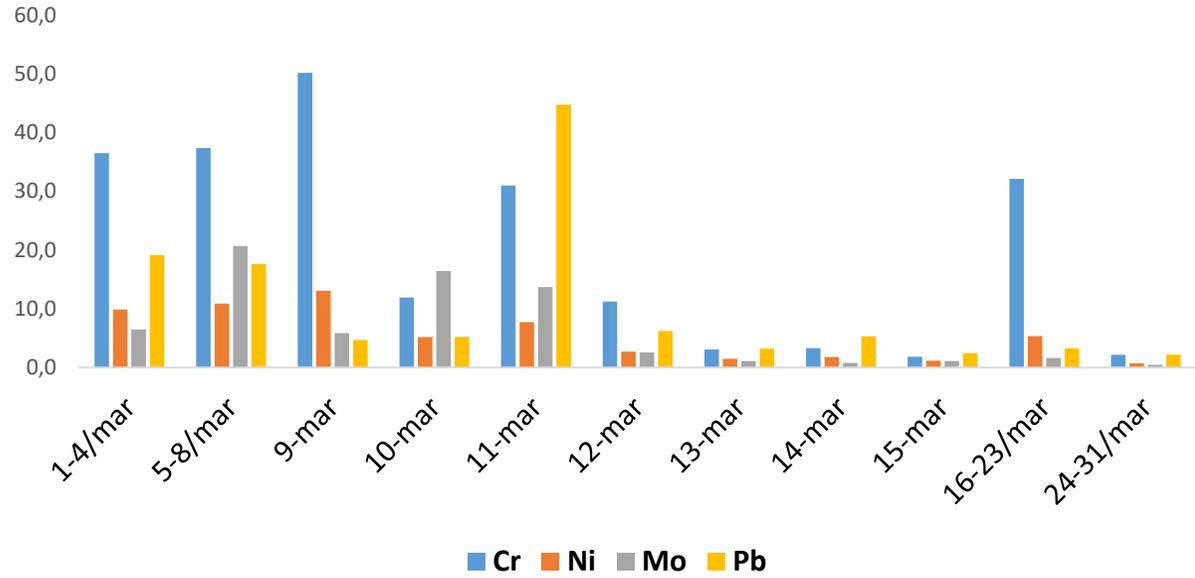
L'emergenza COVID in Umbria è scattata nella seconda settimana del mese di marzo ed ha comportato la sospensione di attività scolastiche, ricreative, commerciali e produttive etc. Tutto ciò ha comportato una netta diminuzione di tutti gli indicatori della qualità dell'aria ad eccezione di quelli relativi al riscaldamento domestico:

nel mese di marzo, quando ancora le temperature erano mediamente basse, si è registrato, un incremento delle concentrazioni sia di levoglucosano che di B(a)P in controtendenza sia con i dati del traffico che dell'inquinamento industriale ma in linea con la meteorologia: ad una diminuzione delle temperature e ad un aumento della stabilità atmosferica corrisponde un incremento del PM10 e dei livelli di Benzo(a)Pirene e Levoglucosano.

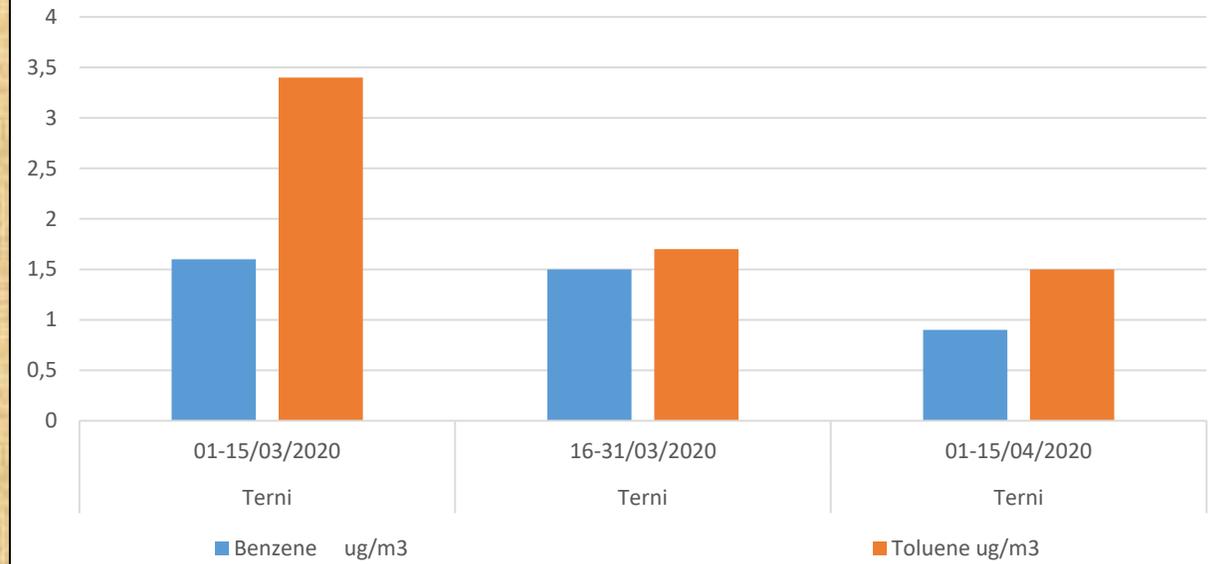
Anche il confronto con i dati del 2019 nel passaggio febbraio-marzo evidenzia una minore riduzione di questi parametri

Nel passaggio marzo, aprile , maggio, con l'aumentare delle temperatura i livelli di questi traccianti/inquinanti diminuiscono in tutte le postazioni come di consueto.

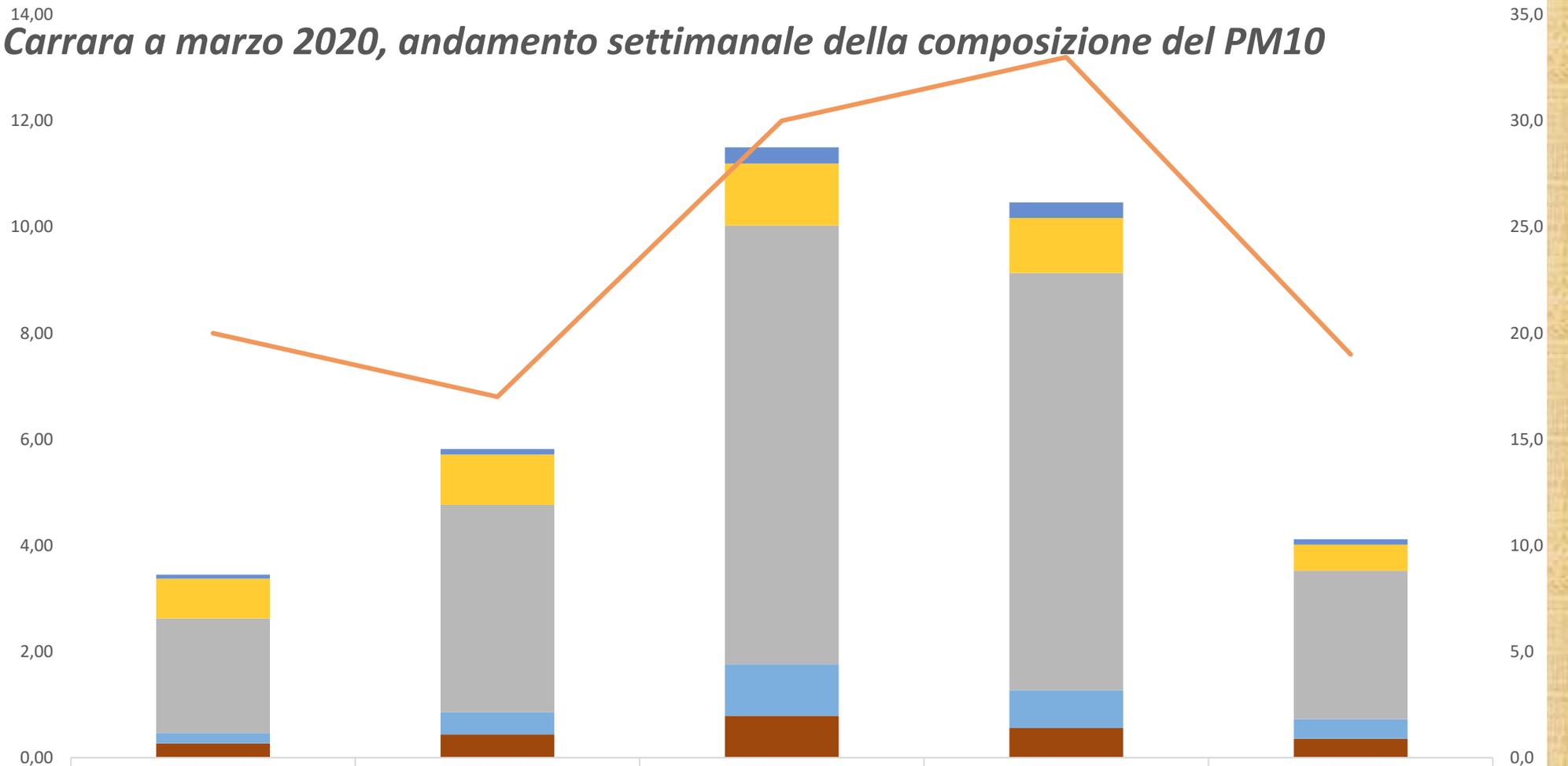
Andamento di alcuni metalli nel PM10 di Terni Via Carrara durante il mese di marzo 2020 (attività siderurgica)



Benzene e Toluene a Via Carrara a marzo 2020 (traffico veicolare)



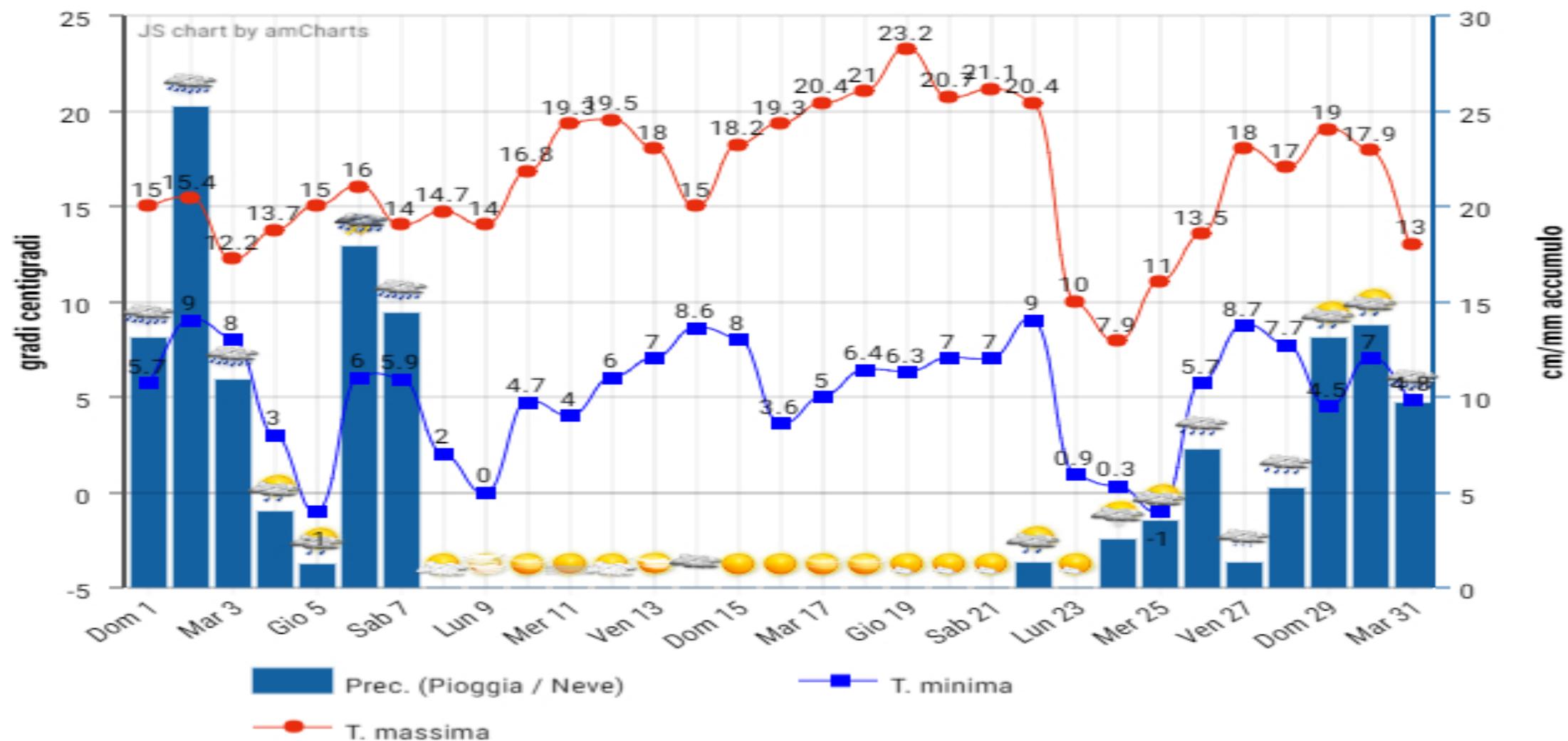
Terni Carrara a marzo 2020, andamento settimanale della composizione del PM10



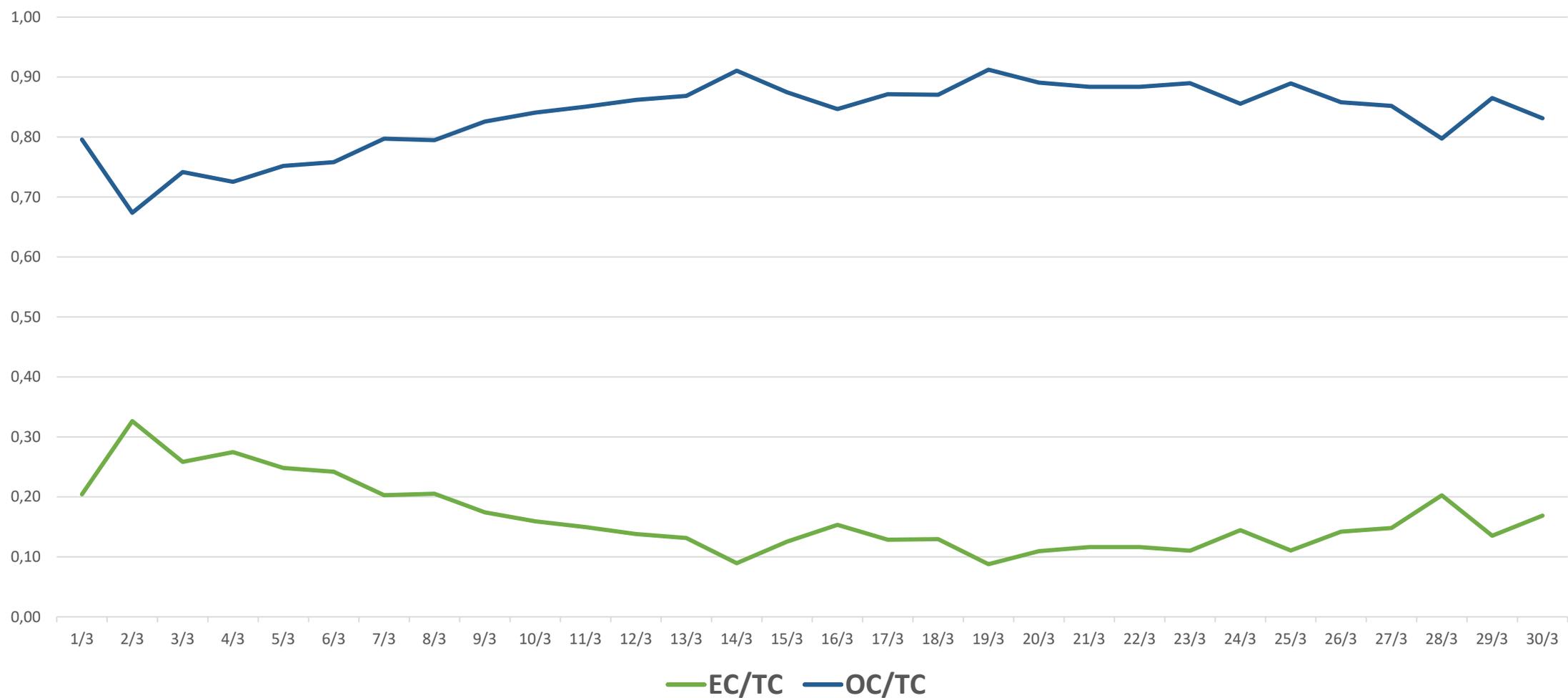
	TR Carr 01-04/03/2020	TR Carr 05-10/03/2020	TR Carr 11-15/03/2020	TR Carr 16-23/03/2020	TR Carr 24-31/03/2020
K $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,08	0,11	0,31	0,29	0,10
EC	0,75	0,95	1,17	1,04	0,49
OC	2,16	3,90	8,27	7,86	2,79
Levoglucosano ug/m^3	0,199	0,420	0,971	0,709	0,369
Benzo (a) pirene	0,27	0,44	0,79	0,56	0,36
PM10/10	20,0	17	30	33	19

Terni - Mar 2020

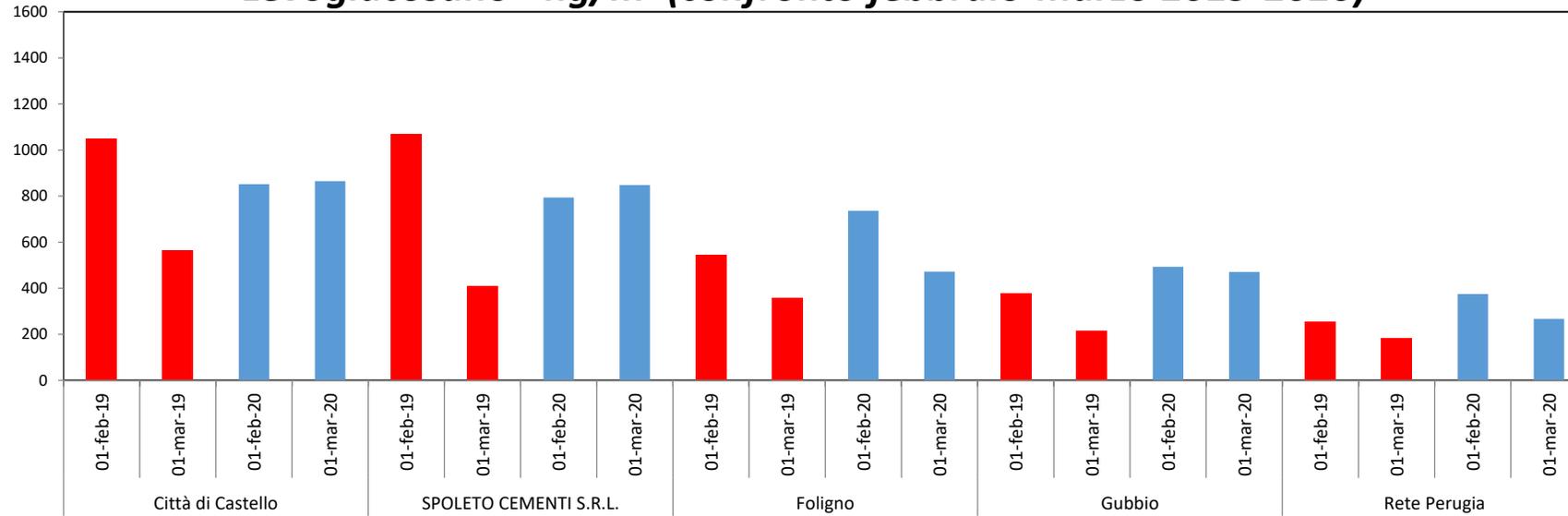
www.3bmeteo.com - 3/4/2020



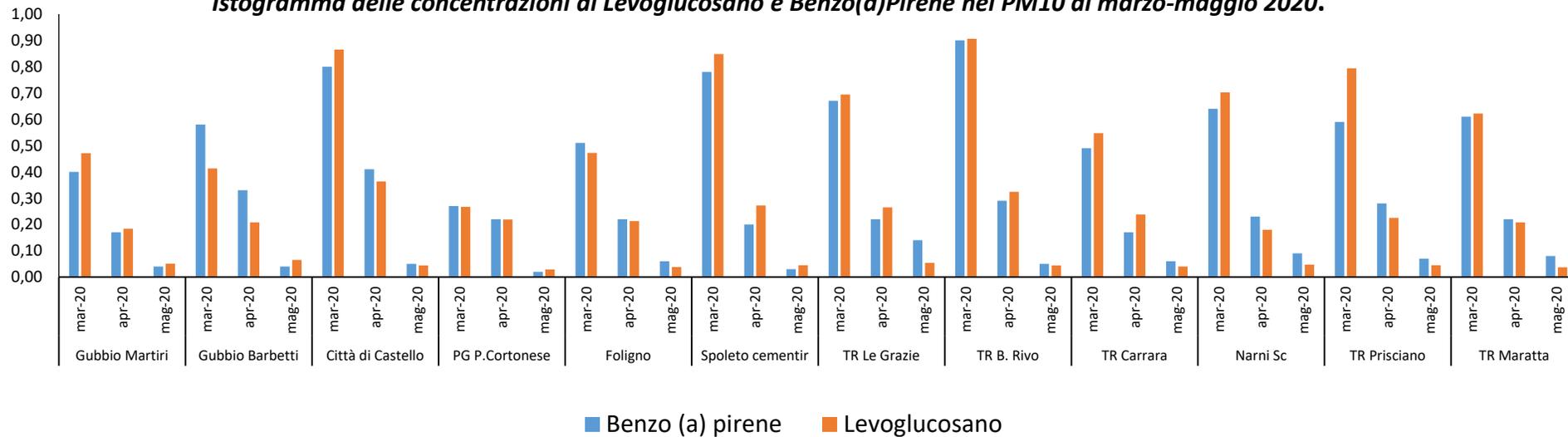
Andamento giornaliero di EC ed OC nel PM di Via Carrara durante il mese di Marzo 2020



Levoglucosano - ng/m³ (confronto febbraio-marzo 2019-2020)



Istogramma delle concentrazioni di Levoglucosano e Benzo(a)Pirene nel PM10 di marzo-maggio 2020.



■ Benzo (a) pirene ■ Levoglucosano

CONCLUSIONI

La misura di levoglucosano, tracciante tipico della combustione delle biomasse, nel PM10 della Conca Ternana , ha permesso di valutare almeno da un punto di vista semiquantitativo l'efficacia dell'ordinanza introdotta dal comune per contrastare i superamenti di PM10 nel periodo invernale.

Tale ordinanza prevedeva il divieto di utilizzo di biomasse per il riscaldamento domestico in impianti tradizionali in alcuni giorni della settimana:

- *i livelli di levoglucosano nella situazione di divieto rispetto a quello di non divieto si riducono mediamente del 30% e sono in stretta relazione con i livelli di Benzo (a)Pirene e in misura minore con il PM10***
- *i dati registrati durante il lockdown, depurati della componente traffico e industriale, seppure acquisiti in un periodo dell'anno in cui la sorgente inquinamento domestico tende a diminuire per l'innalzamento delle temperature e per la migliore circolazione atmosferica, evidenziano come il contributo di questa sorgente, insieme al fattore metereologico, abbiano un'incidenza non trascurabile sui livelli di PM10 in atmosfera e di tutti gli inquinanti ad essa correlati (IPA etc.)***

Quindi se da un lato le biomasse sono estremamente vantaggiose in termini di emissioni di CO2, altrettanto non si può dire per il loro impatto sulla qualità dell'aria. Il giusto compromesso potrebbe essere promuoverne l'utilizzo ma solo in impianti di ultima generazione ad alta efficienza energetica e basso impatto ambientale ,oltre ad una capillare campagna di informazione sul corretto utilizzo di tali apparecchiature.

Grazie per l'attenzione

PM2020-Lecce, 14-16 Ottobre 2020