

Osservazioni sulle concentrazioni di diossine e furani misurate durante situazioni emergenziali quali gli incendi

Eleonora Cuccia, Andrea Algeri, Cristina Colombi, Lorenza Corbella, Umberto Dal Santo, Alessandra Ferrari, Vorne Gianelle, Michela Grillo

ARPA Lombardia

Nell'ambito delle attività condotte in caso di incendio, Arpa Lombardia effettua il monitoraggio della qualità dell'aria per valutare l'impatto in aree abitate delle ricadute dei fumi. Nelle varie situazioni sono stati monitorati diversi inquinanti tra cui le diossine (PCDD) ed i furani (PCDF) che possono essere considerati come traccianti dei fumi; infatti la loro formazione è favorita nelle combustioni incontrollate di materiale di natura eterogenea.

SCelta DEL SITO:

area abitata, prevalentemente sottovento
recettore sensibile, in proprietà pubblica
in un sito sicuro (per operatori/strumentazione)
In emergenza: non avrà a priori di siti di campionamento confrontabili

INCENDI ANALIZZATI:

45 incendi tra il 2013 ed il 2019
1° campionamento circa 12 ore campionamenti, successivi circa 24 ore

CAMPIONAMENTO:

campionatori alto volume (10 m³/h) senza selezione del particolato
filtri a membrana (fibra di quarzo) con in serie una spugna di poliuretano (PUF)
che assorbe i PCDD-DF in fase gas

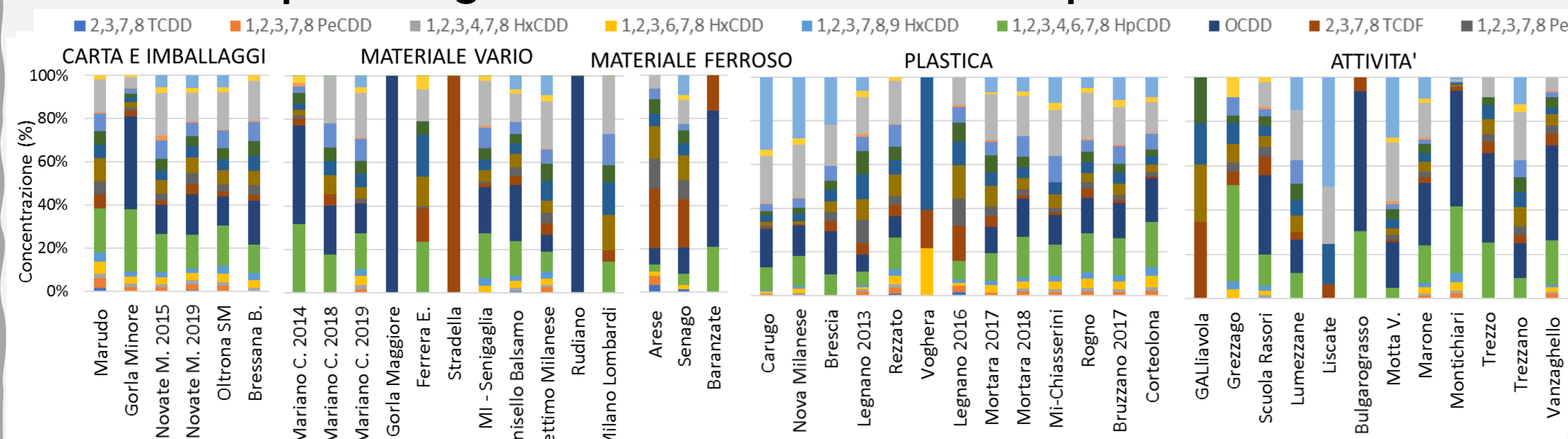
ANALISI:

HRCG MS

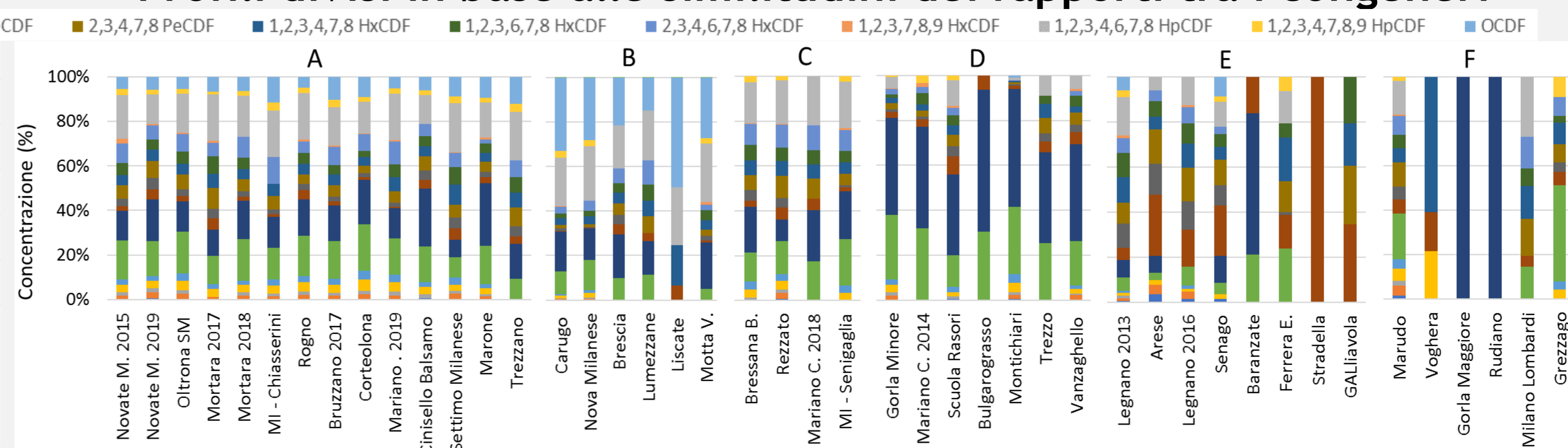
PCDD-DF aerodispersi totali (filtro + PUF)
17 congeneri (7 PCDD e 10 PCDF)

Per valutare la presenza di caratteristiche comuni, sono stati costruiti i profili degli incendi considerati, ovvero le concentrazioni relative di PCDD e PCDF rispetto alla somma totale di essi. Nei profili sono stati considerati solo le diossine ed i furani presenti con concentrazione maggiore del limite di rilevabilità. Come prima analisi sono stati esaminati i dati raccolti durante il primo giorno dell'incendio.

Profili divisi per categorie in base al combustibile prevalente



Profili divisi in base alle similitudini dei rapporti tra i congeneri



Difficile individuare il materiale combusto, perché spesso eterogeneo. Non sembra essere presente uno specifico profilo comune all'interno delle categorie di materiale combusto, tuttavia si osservano alcune caratteristiche simili.

Categoria A: sono presenti tutti i congeneri. Categorie successive: i congeneri spariscono ad uno ad uno. La suddivisione degli incendi in gruppi caratterizzati da profili simili è confermata dall'analisi a cluster.

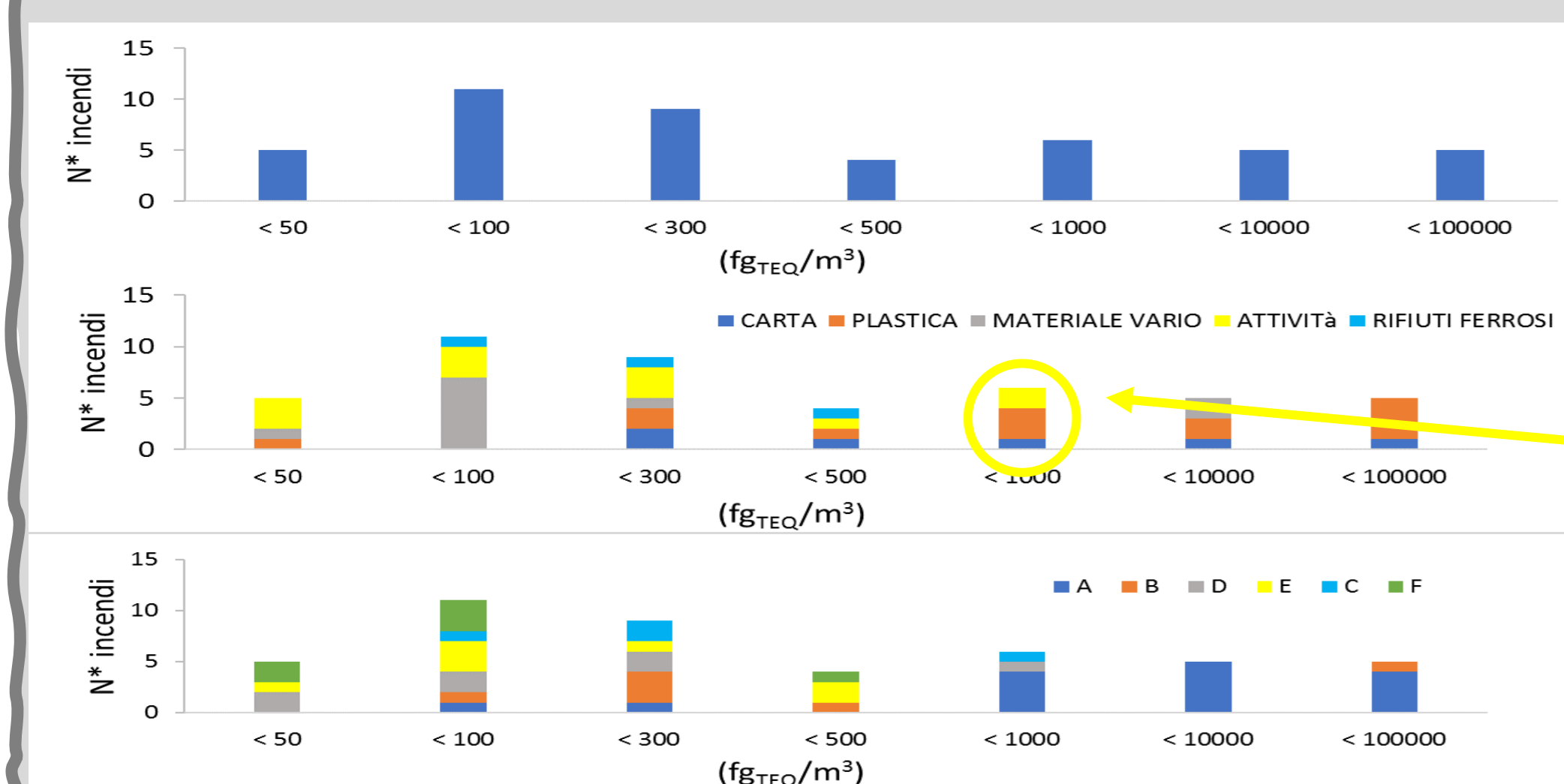
Cteq concentrazione totale dell'insieme dei congeneri, espressa in termini di tossicità equivalente alla 2,3,7,8 TCDD (detta "diossina di Seveso")

C_i : concentrazione rilevata dell' i -esimo congenero

$$C_{TEQ} = \sum_i C_i \cdot TEF_i$$

TEF_i il relativo fattore di tossicità equivalente (TEF OMS 2005)

Distribuzione in numero degli incendi in 7 diverse classi di C_{TEQ}

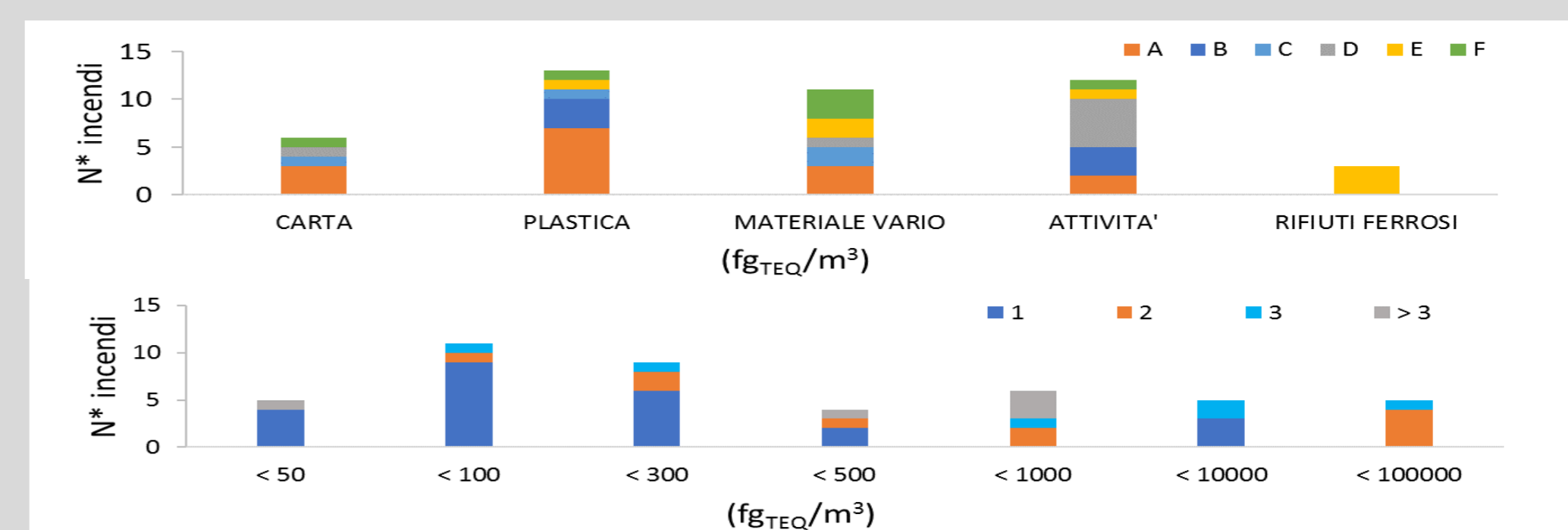


Materiali in plastica ed in carta → C_{TEQ} superiori a 300 fg_{TEQ}/m³

"Attività" → C_{TEQ} inferiori a 300 fg_{TEQ}/m³

Categoria A (tutti i congeneri) → C_{TEQ} superiori a 300 fg_{TEQ}/m³

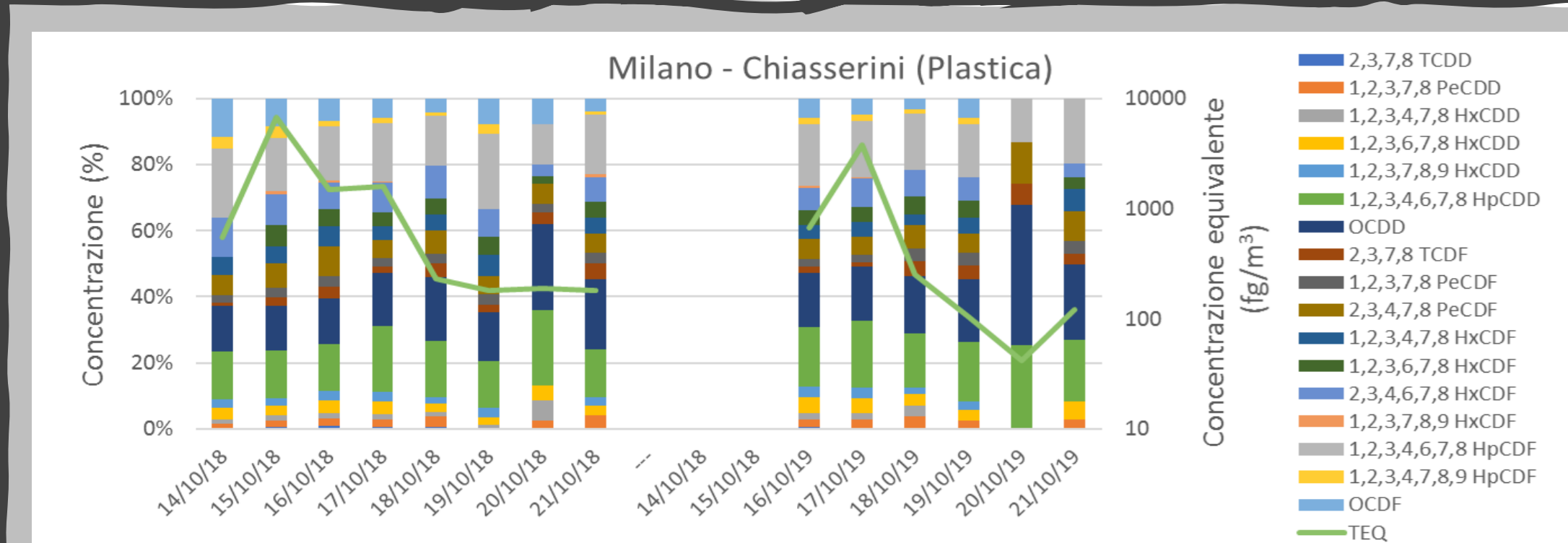
Incendi rilevanti Marudo (filati) e Montichiari (falegnameria): sono andate a fuoco diverse decine di m³ di materiale. Valori di TEQ elevati e caratteristici degli incendi ove brucia plastica, ma i loro profili (categorie D ed F) sono confrontabili con quelli di incendi aventi la stessa tipologia di materiale.



Non sembra esserci evidenza di un'associazione diretta tra le due classificazioni; la tipologia di materiale combusto non è quindi l'unico parametro da cui dipende la concentrazione dei congeneri.

Si osserva che le concentrazioni maggiori corrispondono tendenzialmente a incendi di maggior durata (ovvero quando si sono raccolti più campioni).

Possibile proporzionalità tra la massa di materiale bruciato e la concentrazione totale equivalente risultante. La correlazione tuttavia viene alterata dalle condizioni meteorologiche (in particolare regime anemologico durante l'incendio).



Evoluzione temporale dell'emissione dell'incendio

i primi giorni → profili pressoché costanti

ultimi giorni → non sono più presenti tutti PCDD/DF

Le concentrazioni di PCDD/D possono risultare maggiori il secondo giorno in relazione alla riduzione della temperatura di combustione (attività di spegnimento) che la rende meno efficiente. Vi è quindi associata una maggiore emissione di molecole complesse come le diossine ed i furani.

Conclusioni

In questo lavoro si è cercato da una parte di raggruppare gli incendi studiati in macrocategorie merceologiche e dall'altra di stabilire dei possibili raggruppamenti partendo dall'analisi dei profili. È stata inoltre identificata una matrice che, per ogni macrocategoria di incendio, riporta il range storico dei quantitativi di PCDD/DF trovati; può essere utilizzata come riferimento per eventi futuri.

È possibile concludere che sono attese concentrazioni di PCDD/DF superiori al valore di riferimento dell'OMS di 300 fg_{TEQ}/m³, indicativo di una situazione di inquinamento di diossine in atto, quando si ha combustione di materiale plastico o cartaceo in presenza di metalli; concentrazioni significative sono attese anche nel caso in cui la quantità di materiale coinvolto è tale da prolungare l'evento per più giorni, indipendentemente dal combusto prevalente.

Materiale combusto	Giorni di campionamento	Concentrazione TEQ misurata durante il 1° campionamento (fg _{TEQ} /m ³)	Concentrazione TEQ misurata durante il 2° campionamento (fg _{TEQ} /m ³)	Concentrazione TEQ misurata durante il 3° campionamento (fg _{TEQ} /m ³)	Concentrazione TEQ misurata durante il 4° campionamento (fg _{TEQ} /m ³)
Carta	1 gg	268 - 1710 (3)	---	---	---
	> 1 gg	169 - 23901 (3)	72 - 3663 (3)	21 (1)	---
Plastica	1 gg	20 - 1166 (5)	---	---	---
	> 1 gg	506 - 23562 (5)	10 - 307 (5)	9 - 176 (4)	33 - 146 (2)
Rifiuti	1 gg	9 - 7281 (7)	---	---	---
	> 1 gg	38 - 74344 (7)	17 - 89669 (7)	37 - 1480 (4)	169 - 1596 (2)
Attività	1 gg	24 - 133 (7)	---	---	---
	> 1 gg	11 - 981 (5)	17 - 445 (5)	53 - 57 (2)	7 (1)
Ferro	1 gg	5 - 117 (2)	---	---	---
	> 1 gg	321 (1)	169 (1)	46 (1)	17 (1)