

Determinazione di Fattori di Emissione e Caratterizzazione Chimica del particolato emesso da forni a legna delle pizzerie attraverso misure sperimentali: Parte 2

Milena Stracquadanio^{1*}, Gabriele Migliavacca², Paola Fermo³, Teresa M.G. La Torretta¹, Carmen Morreale², Andrea Bergomi³, Ilaria D'Elia¹, Salvatore Chiavarini¹, Silvia Bertagna², Antonella Malaguti¹, Andra Bolignano¹, Antonio Piersanti¹

¹ ENEA, Laboratorio di Inquinamento Atmosferico, Bologna, Italia
² Innovhub Stazioni Sperimentali per l'Industria, Area Combustibili, Milano, Italia
³ Università di Milano, Dipartimento di Chimica, Milano, Italia
* Corresponding author, E-mail: milena.stracquadanio@enea.it

Le emissioni di particolato atmosferico (PM) da forni a legna delle pizzerie sono state definite "poco significative" dal D.Lgs. 152/06. I Fattori di Emissione (EF) non sono stati, fino ad ora, stimati attraverso misure sperimentali. Unico inventario a stimare, sulla base del consumo di legna e su dati derivanti da studi di settore, i valori di EF, è INEMAR (INventario EMissioni ARia) (1).

Non esistono specifiche norme tecniche per il campionamento delle emissioni forni a legna per la cottura di pizze, pertanto sono state prese come riferimento le norme UNI EN 16510-1:2019 e CEN/TS 15883:2009. Sono state raccolte e misurate le emissioni a caldo e le emissioni a freddo (in tunnel di diluizione).

Le prove sono state effettuate con 2 Forni (F1 e F2) e 3 tipologie di combustibile:

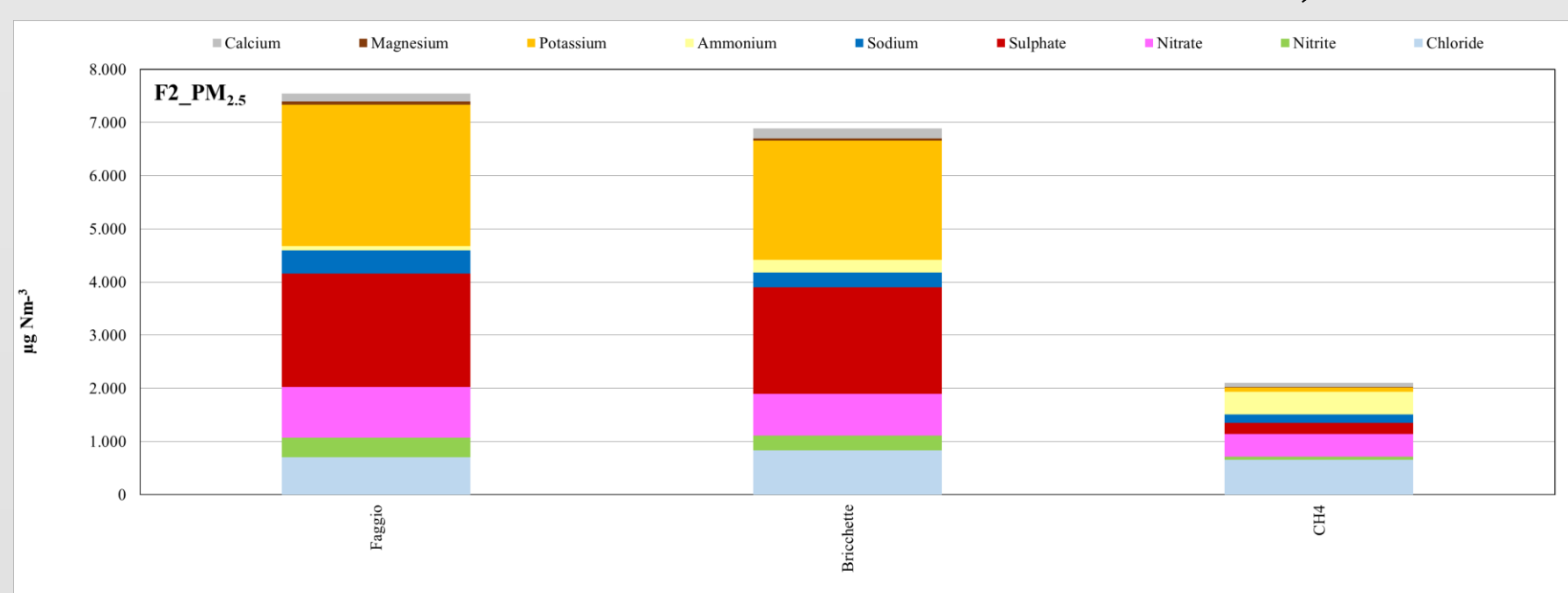
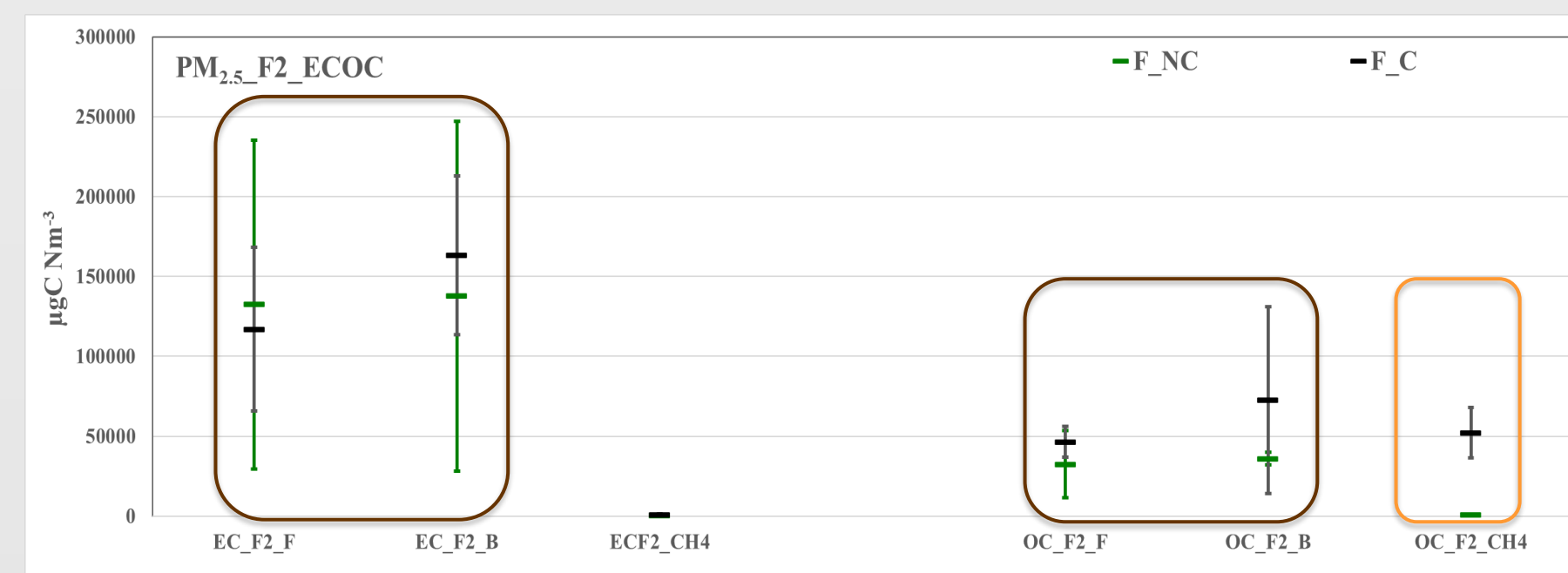
	Legna di Faggio (F)	Brichette di Legna di Faggio (B)	Gas (CH ₄)
Forno Tradizionale Statico	F1; F2	F1; F2	
Forno Combinato Legna-Gas			F2



- ✓ Caratterizzazione chimica delle componenti principali del PM (ECOC, Ioni Inorganici Solubili in Acqua (WSII), Levoglucosano, Metalli ed Elementi in Traccia)
- ✓ Determinazione EF per PM_T, PM₁₀, PM_{2.5}, Benzo(a)Pirene (BAP), NO_x, CO, COT.

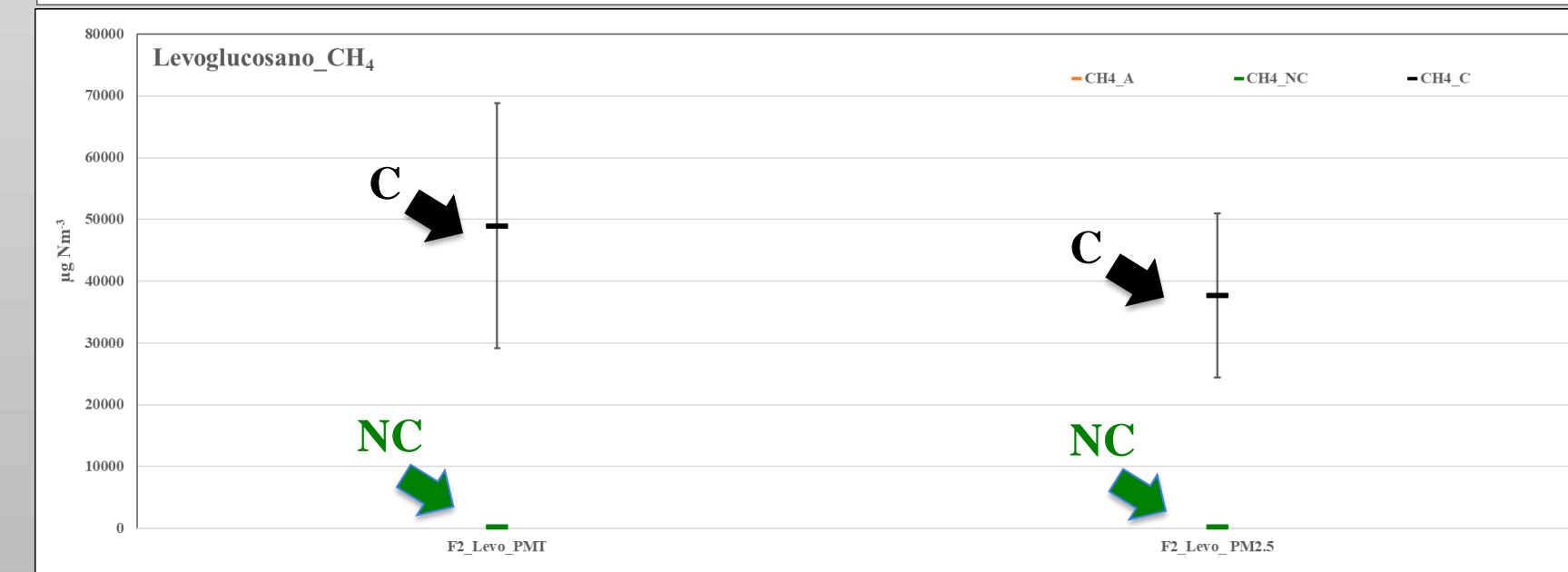
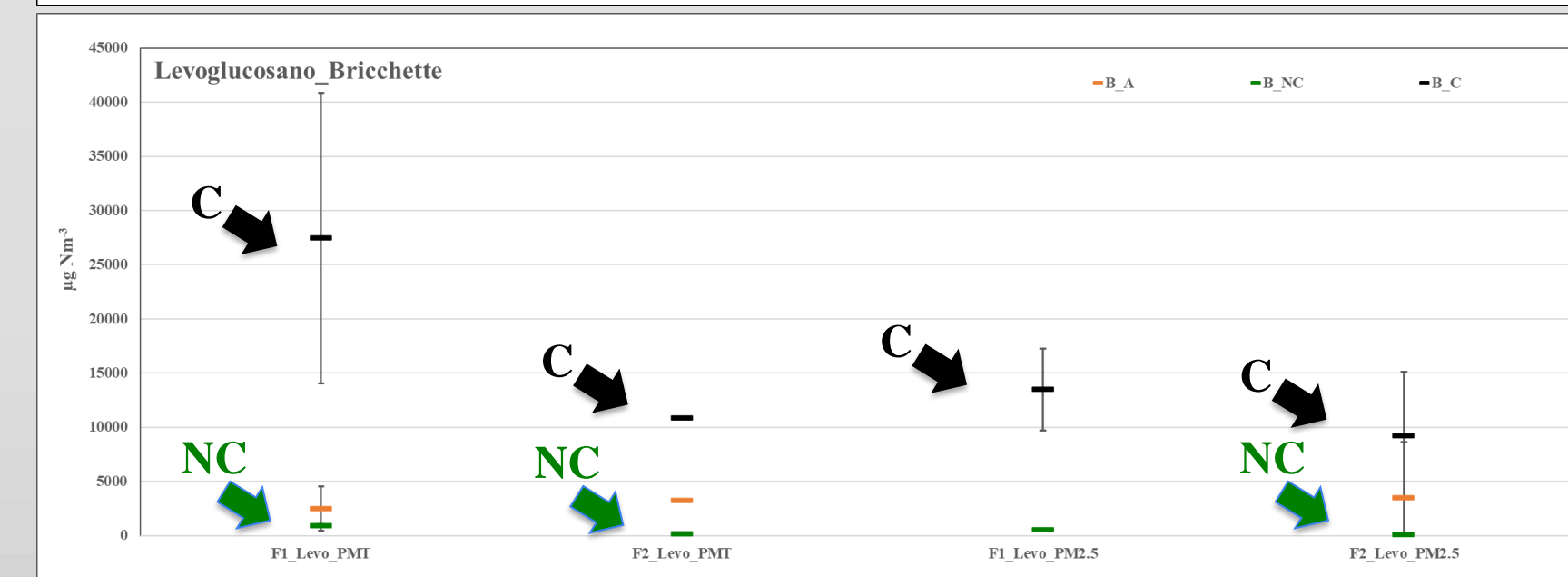
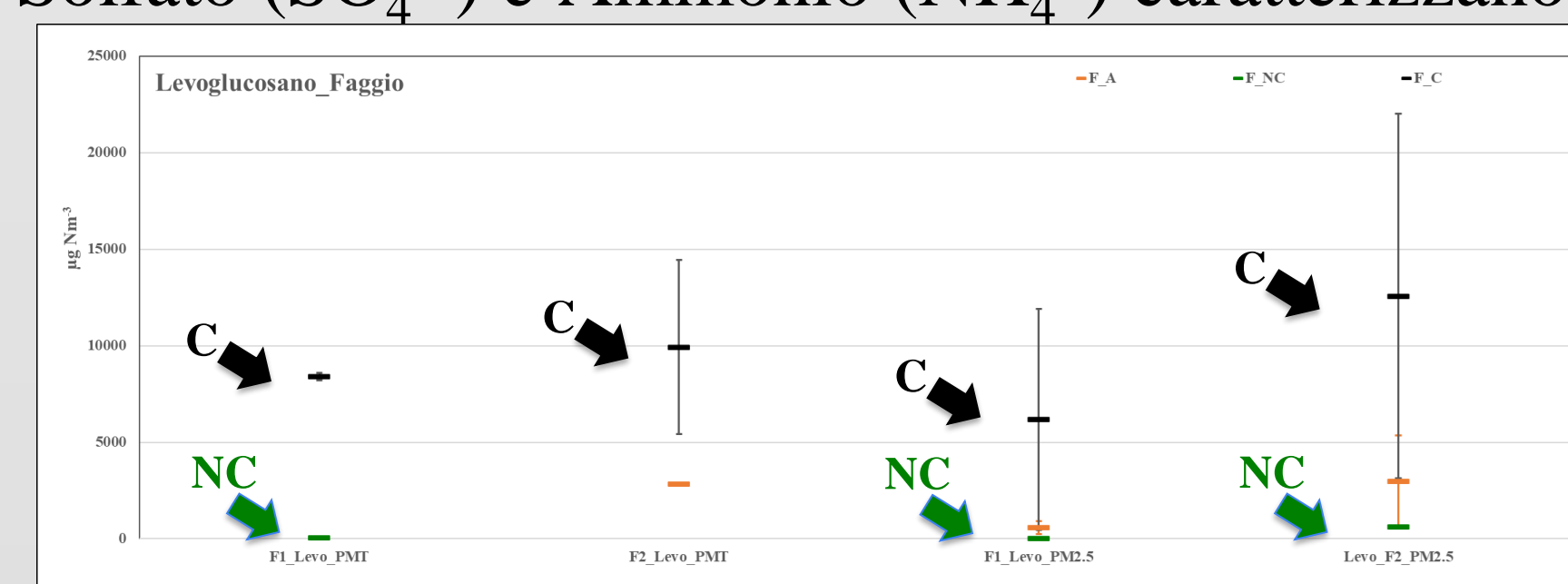
Risultati:

- ✓ Per F e B la frazione carboniosa risulta la componente principale del PM, caratterizzata da concentrazioni maggiori della frazione di EC:
- ✓ La frazione OC nelle fasi operative di Cottura (C) con l'utilizzo di CH₄ come combustibile mostra in media valori di concentrazione in massa confrontabili con i combustibili a biomassa solida F e B;



- ✓ Gli ioni Potassio (K⁺), Solfato (SO₄²⁻) e Cloro (Cl⁻) mostrano le concentrazioni maggiori della componente WSII per F e B;
- ✓ Gli ioni Ione Cloro (Cl⁻), Nitrato (NO₃⁻), Solfato (SO₄²⁻) e Ammonio (NH₄⁺) caratterizzano le emissioni per il combustibile CH₄.

- ✓ Il Levoglucosano evidenzia concentrazioni maggiori nella fase operativa di Cottura (C) delle pizze rispetto alle altre fasi operative dei forni di No-Cottura (NC) e Accensione (A) per tutte le tipologie di combustibile a biomassa solida (F e B);
- ✓ Per il combustibile CH₄ si osserva un notevole contributo all'emissione di Levoglucosano associato alla fase di Cottura (C) delle pizze.



	PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}	BAP	NO _x	CO	COT
	(g GJ ⁻¹)	(g GJ ⁻¹)	(g GJ ⁻¹)	(g GJ ⁻¹)	(g GJ ⁻¹)	(g GJ ⁻¹)	(g GJ ⁻¹)
INEMAR (1)	416	411	403	0.1	77	3814	1200
Faggio_Cottura							
Media	178	141	136	0.005	82	1111	93
Max	218	285	271	0.02	109	1783	176
Brichette_Cottura							
Media	197	176	174	0.006	79	1074	85
Max	211	266	264	0.01	87	1717	195
CH₄_Cottura							
Media	79	63	62	0.000016	76	47	62
Max	142	105	103	0.00003	79	68	85

Ipotesi:

Formazione di Levoglucosano dalla pirolisi degli amidi contenuti nelle farine.

- ✓ I valori stimati per via sperimentale risultano inferiori rispetto ai valori di riferimento di INEMAR, per tutti i parametri considerati, eccetto per NO_x.

Conclusioni

I risultati sono innovativi e utili per la stima e caratterizzazione delle emissioni per questa tipologia di sorgente.

In particolare:

- La caratterizzazione chimica del PM emesso dai forni a legna conferma EC, OC and Potassio quali principali componenti;
- I valori maggiori di concentrazione in massa di Levoglucosano sono stati rilevati durante le fasi di cottura per tutti i combustibili considerati. Di notevole interesse e spunto per approfondimenti l'emissione di Levoglucosano nella cottura con il gas CH₄.