

# Stufa in maiolica ed emissioni, un progetto per stabilirne i livelli

Piero Massignani, Assocosma  
 Andrea Piazzalunga, Massimo Baggi, Battista Nicoli, Water & Life Lab  
 Valter Francescato, AIEL

Su iniziativa di Assocosma è stato effettuato un test preliminare per stabilire il livello di emissioni durante l'intero ciclo di combustione di una stufa ad accumulo in maiolica a giro di fumi.

L'obiettivo del progetto è stato quello di verificare la possibilità di determinare la concentrazione di inquinanti emessa da una stufa a legna in funzione. Le attività hanno potuto contare sulla partecipazione della Water & Life Lab, laboratorio accreditato specializzato nella determinazione delle emissioni in atmosfera, di

AIEL e MRU Italia.

Il test è stato effettuato su una stufa costruita e dimensionata in conformità alla UNI EN 15544:2009, di 6,5 kW di potenza, con intervallo di ricarica di 12 ore e installata presso la Comunità alloggio Gruppo Famiglia di Valdagno (VI), gestita dalla Società cooperativa sociale Primula (vedi riquadro).

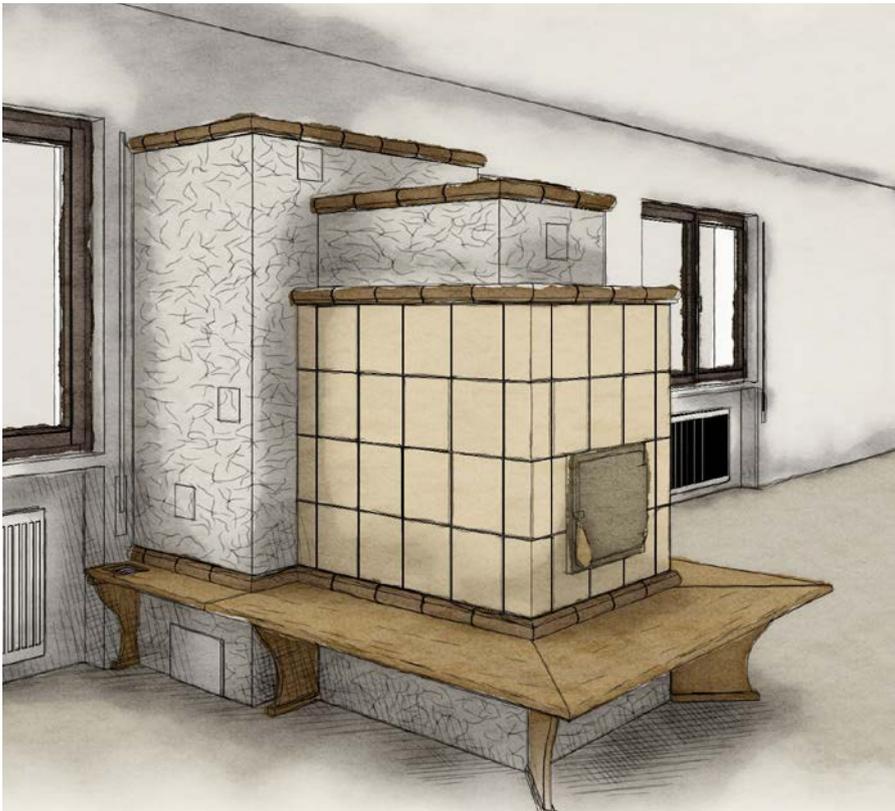
## ANALISI A CONFRONTO

La stufa è dotata di una camera di combustione del tipo UMWELT PLUS UZ37

costruita in opera e prevede una carica di legna di 24 kg, un giro di fumi di una lunghezza di 9,1 m e una massa totale di accumulo di 3.280 kg.

La sperimentazione voluta da Assocosma ha rappresentato anche l'occasione per confrontare i risultati di metodiche analitiche di riferimento, riadattate per l'occasione, con quelli ottenuti con strumentazione portatile che, qualora validata, potrebbe essere utile per lo sviluppo delle norme tecniche per le verifiche in campo di generatori domestici a

Disegno della stufa ad accumulo installata e oggetto di test



  
**ASSOCOSMA®**

### Una testimonianza concreta di riscaldamento intelligente

Il Progetto "Un dono che scalda il cuore", ha coinvolto Assocosma e un gruppo di adulti diversamente abili, residenti presso la Comunità alloggio Gruppo Famiglia di Valdagno (VI), gestita dalla Società cooperativa sociale Primula. L'edificio è caratterizzato da grandi dispersioni energetiche con costi di gestione impegnativi. Il progetto intende fornire una testimonianza concreta rispetto al fatto che le stufe a legna a giro di fumi, progettate secondo UNI EN 15544, producono emissioni con valori decisamente ridotti e al di sotto di molti prodotti industriali attualmente in commercio.

Tabella 1 - Risultati ottenuti con tre differenti strumenti

Strumento	Campione 01				Campione 02				Campione 03			
			media				media			media		
Humimeter BL2 (M) [misurato]	12,7	13,8	11,9	12,8	12,9	13,5	12,3	12,9	13,6	14	13,6	13,73
Wöhler HF210 (u) [misurato]	12	14	11		14	13	11		14	14	14	
Wöhler HF210 (M)	10,7	12,3	9,9	11,0	12,3	11,5	9,9	11,2	12,3	12,3	12,3	12,28
Westfalia EM4826 (u) [misurato]	14	15	13		15	14	13		15	15	15	
Westfalia EM4826 (M)	12,3	13,0	11,5	12,3	13,0	12,3	11,5	12,3	13,0	13,0	13,0	13,04
<b>Misura laboratorio</b>	<b>11,3</b>				<b>11,7</b>				<b>12,3</b>			

Dati di contenuto idrico in %

biomasse (PrUNI 10389-2).

Il campionamento delle emissioni è stato effettuato durante le normali condizioni di esercizio dell'impianto dopo 2.000 kg di combustibile bruciato, che prevedono un carico nominale e la combustione di 22-24 kg di legna di carpino e rovere con un contenuto idrico del 12%.

I parametri determinati sono quelli previsti dal Decreto 7 novembre 2017, n. 186 (monossido di carbonio, ossidi di azoto,

carbonio organico totale, particolato totale); tuttavia va evidenziato che il Decreto fa riferimento esclusivamente alle stufe ad accumulo prodotte in serie (UNI EN 15250) e non a quelle installate in opera (UNI EN 15544). I metodi utilizzati sono quelli fissati dal protocollo AIEL adattato per poter essere applicato a impianti di piccola dimensione (<500 kW).

La determinazione delle polveri, parametro di grande interesse visto l'impatto che l'utilizzo della legna ai fini energetici ha sulla qualità dell'aria, è stata effettuata mutuando le indicazioni contenute nella norma tedesca (VDI 4207, part 2, luglio 2016) l'unica, allo stato attuale, a regolamentare i livelli delle emissioni per impianti in opera. Nello specifico, durante la sperimentazione è stato utilizzato un ugello di prelievo di 8 mm di diametro con un flusso di aspirazione della pompa di 7 L/min: con un effluente gassoso a 150 °C si ottiene una velocità di campionamento isocinetico di 2,5 m/s.

### STRUMENTI PRECISI

Per caratterizzare meglio le diverse fasi della combustione tutti i parametri sono

stati determinati simultaneamente dal momento dell'accensione fino a quello in cui l'evacuazione dei fumi viene interrotta. Nel caso in esame, la durata è stata di circa 75 minuti, i parametri strumentali sono stati registrati in continuo mentre per le polveri sono stati prelevati 4 campioni. Per poter effettuare il prelievo il condotto fumario è stato equipaggiato con opportuni bocchettoni di prelievo.

Ai fini di confrontare la metodologia prevista dalla PrUNI 10389-2, preliminarmente al test di combustione è stata effettuata la misura in campo del contenuto idrico della legna da ardere. La misura è stata eseguita utilizzando tre diversi strumenti e il risultato è stato comparato all'analisi di laboratorio condotta sui medesimi campioni di legna. In *tabella 1* i risultati ottenuti con tre differenti strumenti sono confrontati con quelli della prova di laboratorio.

La media delle concentrazioni di inquinanti misurate durante l'intero ciclo di combustione è riportata in *tabella 2*, i dati sono stati riferiti a un tenore di ossigeno libero nei fumi del 13%.



Misure in campo sul condotto fumario

Tabella 2 - La media delle concentrazioni di inquinanti misurate durante l'intero ciclo di combustione

Inizio campionamento	fine campionamento	T fumi (°C)	O <sub>2</sub> libero (%)	PM	COT	CO	NOX
14:59	15:12	112	17	85	75	1135	86
15:14	15:30	173	10	31	7	285	103
15:40	15:56	180	17	6	59	1694	114
15:58	16:13	152	18	29	153	4262	80
<b>media</b>				<b>38</b>	<b>74</b>	<b>1844</b>	<b>96</b>

**Tabella 3 - Concentrazioni dei prodotti di combustione riferite a un tenore di ossigeno libero nei fumi del 13% durante il regime permanente**

	Concentrazione misurata (con strumentazione di laboratorio 17025) mg/Nm <sup>3</sup>	Concentrazione calcolata mg/Nm <sup>3</sup> (UNI EN 15544:2009)	Concentrazione della classe 4 stelle Stufe a legna Decreto 186:2017 mg/Nm <sup>3</sup>
PM	31	42	30
COT	74	45	70
CO	285	570	1000
NOx	103	123	160

Nella medesima tabella è riportata la sintesi dei risultati ottenuti. Per l'analisi dei gas sono stati messi a confronto due diversi strumenti:

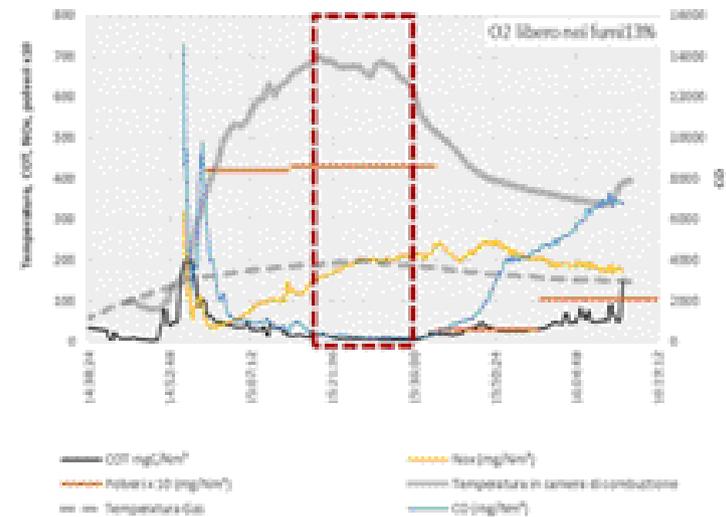
- Emicheck-Mega System;
- MRU.

Dal confronto emerge una buona corrispondenza fra i due strumenti nella determinazione delle concentrazioni di CO, l'inquinante gassoso più "critico" per questo tipo di impianti. Per quanto riguarda le concentrazioni di NOx nella prima fase del ciclo termico le misure eseguite con i due strumenti mostrano una discrepanza, probabilmente dovuta all'elevata umidità generata in questa fase della combustione, mentre nella seconda fase le misure mostrano un buon accordo. La determinazione dell'ossigeno libero è in buon accordo.

### MISURA DEI PARAMETRI

Con riferimento alla PrUNI 10389-2, per l'analisi dei prodotti di combustione ogni misurazione deve essere eseguita quando il generatore si trova nello stato di regime permanente e alla potenza termica per la quale tale misurazione è prevista.

Lo stato di regime permanente si può



**Grafico 1 - Valori misurati durante la combustione**

ritenere raggiunto per generatori di calore a caricamento manuale, dopo la combustione di almeno due cariche nominali.

La misurazione di ogni singolo parametro deve essere effettuata almeno per 15 minuti, in continuo o a intervalli di tempo eguali con un intervallo tra due letture consecutive non superiore a 30 secondi. La durata della prova e il numero di misurazioni effettuate per ogni parametro possono essere aumentati a giudizio dell'operatore.

Nel caso di generatori di calore a caricamento manuale, l'inizio del prelievo deve essere effettuato da un minimo di 10 a un massimo di 15 minuti dopo l'innesco della carica nominale.

Per le stufe ad accumulo UNI EN 15544:2009 l'inizio del prelievo può avvenire anche dopo 20 minuti dall'accensione del generatore.

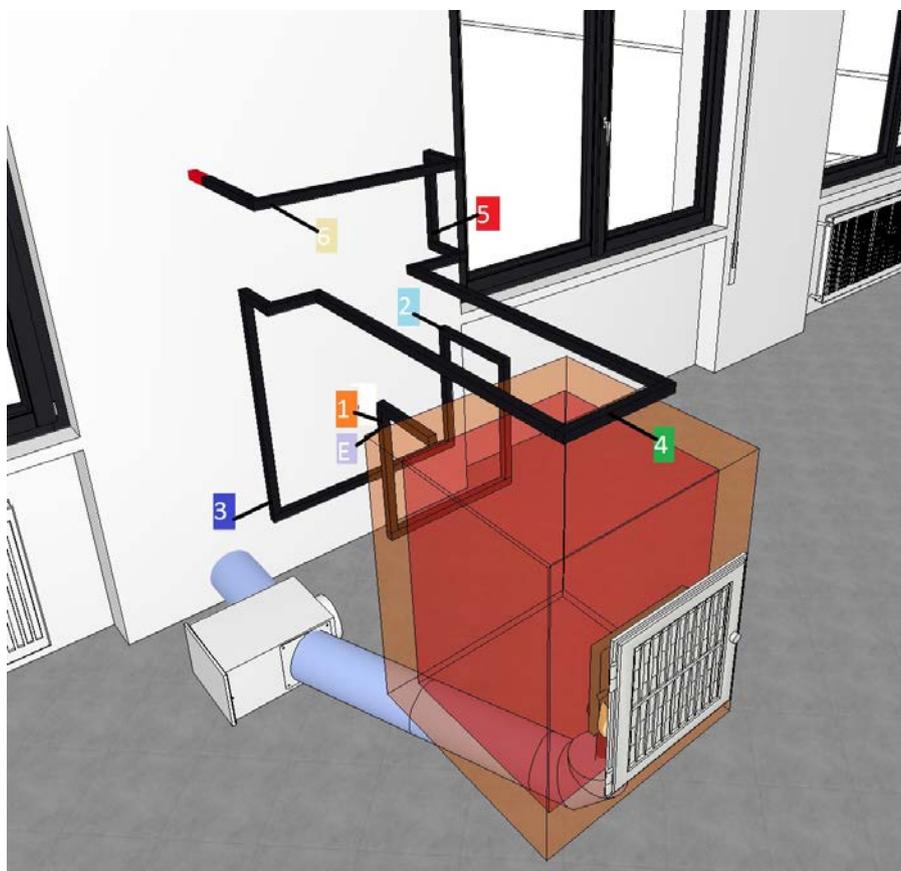
La misura di ogni singolo parametro è ottenuta dalla media aritmetica delle misure significative.

Per definire lo stato di regime permanente al grafico delle concentrazioni dei prodotti di combustione, durante l'intero ciclo di combustione sono stati aggiunti i valori della temperatura misurata in camera di combustione (grafico 1).

Nel caso in esame, la temperatura in camera di combustione raggiunge il suo valore massimo intorno alle ore 15.20 e

**Tabella 4 – Sintesi dei risultati ottenuti**

	Fattore di emissione misurato mg/MJ	Fattore di emissione calcolato mg/MJ (UNI EN 15544:2009)
PM	25	28
COT	49	30
CO	1228	380
NOx	64	28



Dettaglio del giro fumi

può essere considerata costante fino alle ore 15.36, questo può essere considerato l'intervallo di tempo a regime stazionario per l'impianto in oggetto.

Le concentrazioni dei prodotti di combustione riferite a un tenore di ossigeno libero nei fumi del 13% durante il regime permanente sono in *tabella 3*.

Le concentrazioni di inquinanti misurate si sono rivelate inferiore rispetto a quelle stimate in fase di progetto. valori misurati in opera corrispondono di fatto a quelli della classe 4 stelle che, tuttavia, sono riferiti a valori di omologazione misurati in laboratorio.

Per la gran parte degli impianti di combustione (stufe, caminetti, caldaie) che emettono inquinanti durante l'intero funzionamento la classificazione ambientale "a stelle" rappresenta uno strumento di grande utilità per differenziare gli apparecchi a seconda del loro livello

emissivo. Per quanto riguarda le stufe ad accumulo realizzate in opera, esso non è del tutto appropriato. Questi impianti infatti emettono solo per circa il 10% del tempo del loro utilizzo. Per l'impianto in oggetto infatti, la fase di combustione è

Posizione sonde di rilievo



durata all'incirca 75 minuti, mentre l'apparecchio è dimensionato per irradiare calore utile per 12 ore.

Per questa tipologia di impianti è più appropriato esprimere la concentrazione degli inquinanti normalizzati per l'energia termica prodotta, ovvero illustrare le prestazioni ambientali attraverso il cosiddetto "fattore di emissione" (utilizzato negli inventari delle emissioni). Per effettuare il calcolo è stata utilizzata la media della concentrazione degli inquinanti misurata durante l'intero ciclo di combustione compresa la fase di accensione e di spegnimento; nel calcolo è stata considerata la quantità di legna utilizzata, il potere calorifico, il contenuto idrico della legna e un rendimento medio pari all'85%.

I risultati ottenuti sono in *tabella 4*.

Ad eccezione del monossido di carbonio che probabilmente risente del fatto che nel calcolo è stata inserita anche la fase di accensione, per tutti gli altri inquinanti i valori determinati sperimentalmente sono in linea con quelli stimati in fase di progetto.

È importante sottolineare che i fattori di emissione ottenuti, se confrontati con quelli riportati in letteratura, collocano questi impianti fra i più performanti e meno impattanti attualmente disponibili. ●

