

Moderni impianti a biomassa legnosa: soluzioni tecnologiche, prestazioni tecnico-ambientali, normativa e incentivi. Azioni a scala comunale: l'esempio del Comune di Feltre



Valter Francescato, direttore tecnico AIEL

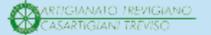
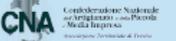
Il corretto utilizzo della biomassa legnosa

per migliorare l'aria
che respiriamo

28 marzo 2022

Auditorium, Sant'Artemio - Provincia di Treviso

PROVINCIA DI TREVISO



ore 9.45

Saluti di benvenuto

Stefano Marcon

Presidente della Provincia di Treviso

ore 9.50

Quali misure di riduzione dell'impatto
sulla qualità dell'aria?

Simone Busoni

Direttore Settore Ambiente e Pianificazione Territoriale Provincia di Treviso

ore 10.20

Moderni impianti a biomassa legnosa: soluzioni tecnologiche,
prestazioni tecnico-ambientali, normativa e incentivi.
Azioni a scala comunale: l'esempio del Comune di Feltre

Valter Francescato

Direttore tecnico di AIEL. Associazione Italiana Energie Agroforestali

ore 11.00

La corretta installazione di impianti termici
a biomassa legnosa, segnalazioni e procedimenti
conseguenti: dalle stufe ai caminetti

Luciano Rossi - perito fumista, Gruppo fumisti Confartigianato
Marca Trevigiana, consulente tecnico M.T. Camini

ore 11.30

Dibattito e conclusioni

Per la partecipazione in presenza è richiesta la presentazione del Green Pass



LEGNO RINNOVABILE PER MITIGARE I CAMBIAMENTI CLIMATICI

Con il legno di scarto
la riscaldo per 70
anni e **risparmio**
140 t di CO₂
...quanto emette
un'auto in **50 anni!**



Il Legno fa risparmiare fino
al 70% di CO₂ rispetto alle
materie prime fossili



1 m³ di legno = 1 t di CO₂
40 m³ di legno = **40 t CO₂** per una casa
1 m³ di legno = 200 litri di gasolio

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI DELLA FILIERA LEGNO-ENERGIA



La filiera LEGNO-ENERGIA crea fino a **15 volte** più occupazione rispetto ai combustibili fossili

Ruolo socio-economico molto importante per le aree montane del nostro paese con foreste in forte crescita e forte abbandono (prelievo \approx 30% della crescita annua)

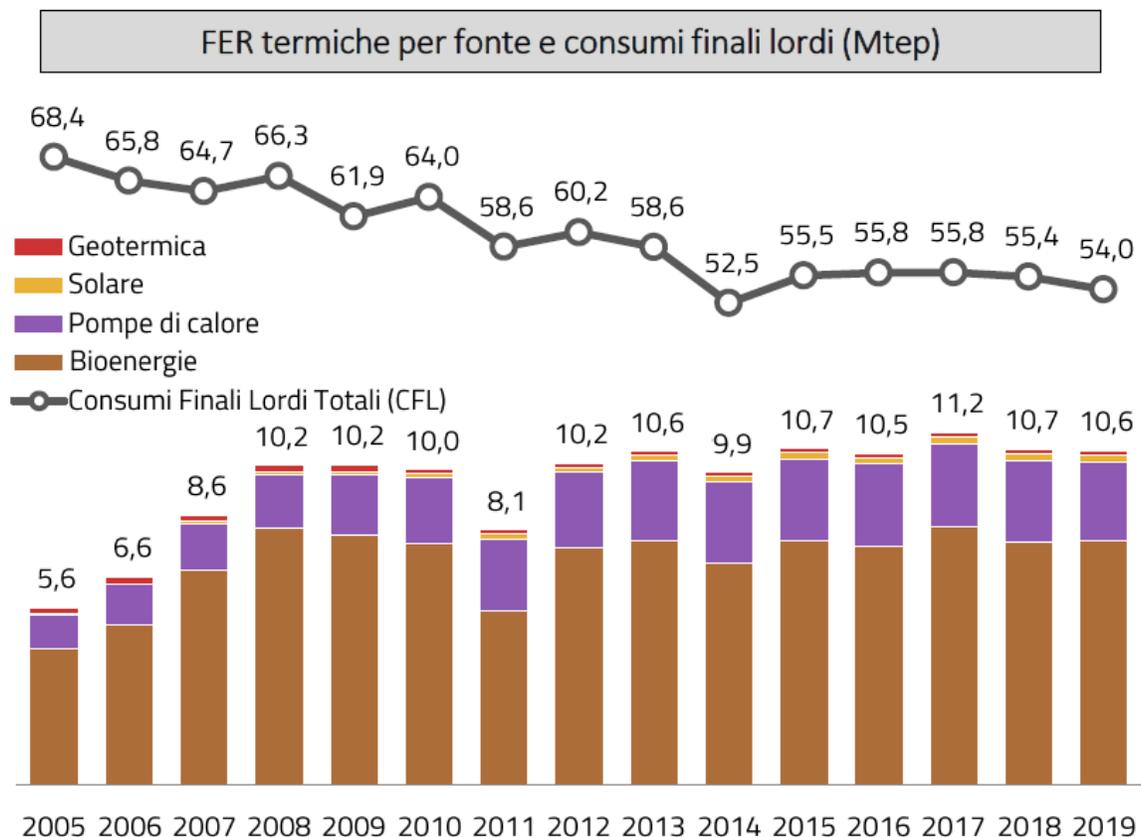
(Fonte: elaborazione AIEL su dati dell'Austrian Energy Agency)

Obiettivi Energia-Clima dell'Italia e dell'EU

2017 → 18,3% FER | 2030 → 32% FER

Fonte: GSE, 2021

2019 → 19,7% FER termiche



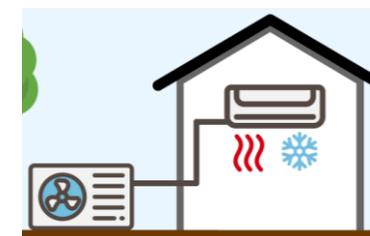
1. Bioenergie = 7 Mtep

2. Pompe di Calore = 2,5 Mtep

66%



24%



TERMICHE RINNOVABILI 19,7% dei consumi

Fonte: GSE, 2021

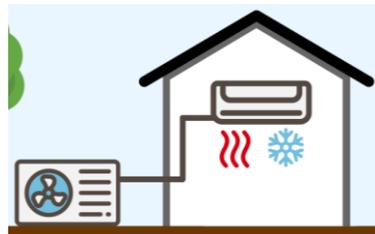
2019 → 19,7% FER termiche

1. Bioenergie = 7 Mtep
2. Pompe di Calore = 2,5 Mtep

66%



24%



Statistiche AIEL 2018

Legna: 12 Mt

Pellet: 3,2 Mt

Cippato: 1,4 Mt (incl. TLR)

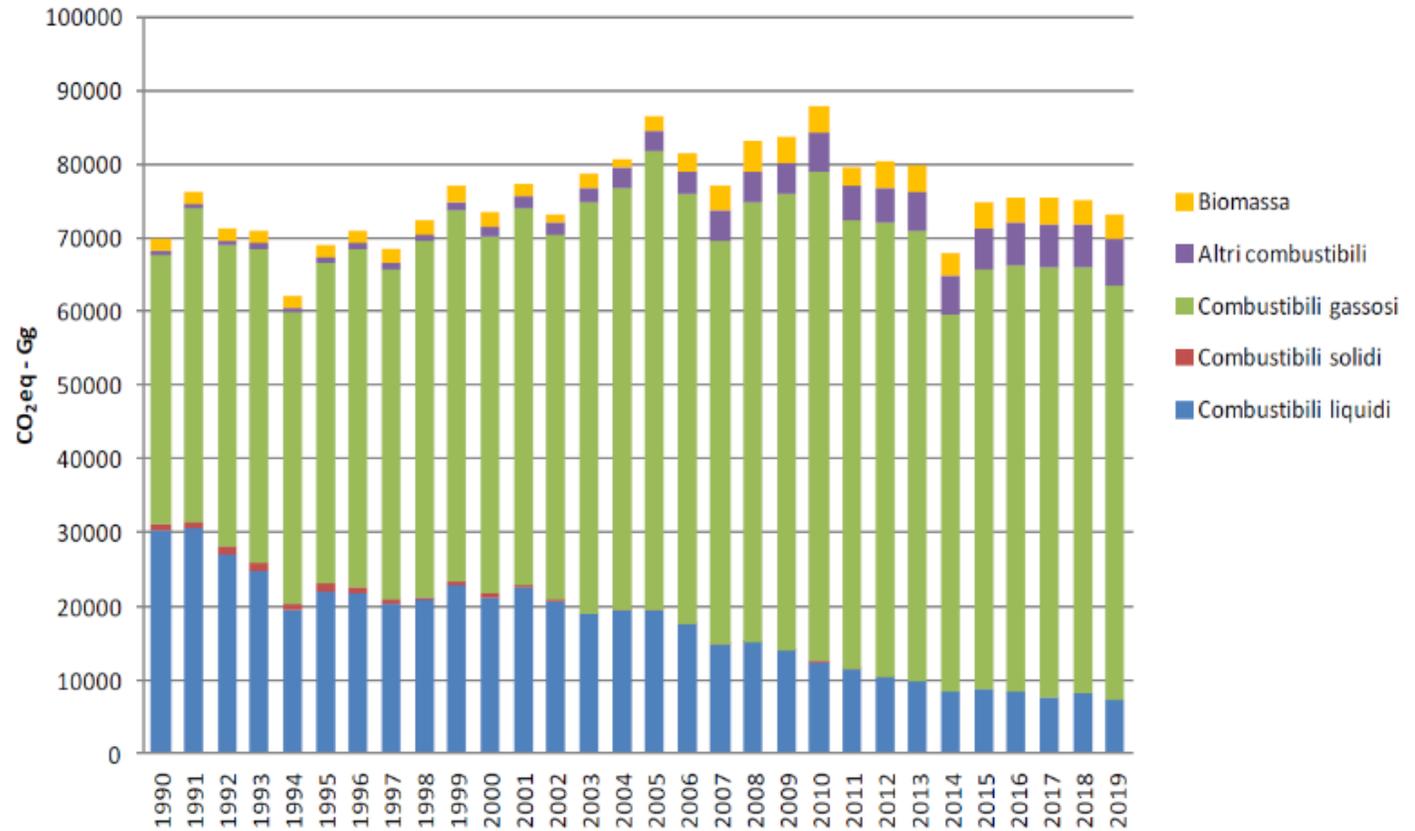


Andamento delle emissioni in Italia di CO₂-eq dal 1990 al 2019 del settore riscaldamento (Fonte ISPRA, 2021)

Lombardia, Piemonte, Emilia-Romagna e **Veneto** consumano il **50% del fabbisogno nazionale**.

Negli ultimi 30 anni le emissioni clima alteranti del riscaldamento si sono mantenute a circa **70 Mt**, è cambiato il mix energetico dei combustibili fossili senza alcuna riduzione delle emissioni clima alteranti. **La decarbonizzazione del settore riscaldamento è un elemento chiave per raggiungere gli ambiziosi obiettivi europei e nazionali al 2030 e al 2050.**

È prioritario e urgente, sostituire le fonti fossili con le rinnovabili, inclusa la biomassa legnosa, con impianti tecnologici moderni ed estremamente performanti compatibili con il processo di miglioramento della qualità dell'aria.



La questione delle emissioni di PM10 e B(a)P

Percentuale numerica, di consumo e di emissioni di PM10 per tipo di generatore e di biocombustibile in Veneto nel 2013 (3,6 kt)

2013, Elab AIEL su dati ARPAV	% Numerica	% Consumo finale	% PM10	FE
				AA.VV.
Camini aperti legna	14%	3%	9%	504
Stufe tradizionale a legna (incl. cucina)	39%	43%	48%	160
Camini chiusi/inserti a legna	14%	19%	21%	156
Stufa a legna moderna	7%	8%	6%	119
Stufa in maiolica	9%	10%	8%	111
Stufe a pellet	14%	11%	4%	53
Caldaia innovativa (legna)	3%	8%	4%	75
Totale/media	100%	100%	100%	142



80%



Generatori tradizionali a legna: 70% num. 64% consumo → **80% PM10**

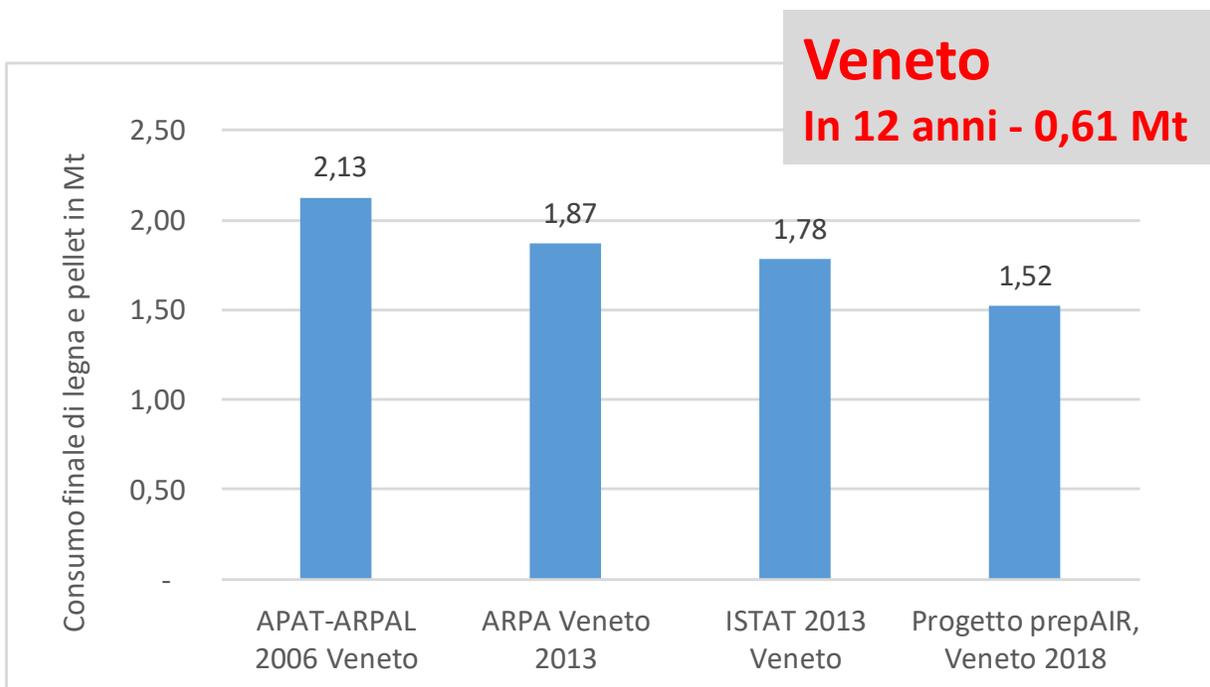
Stufe a pellet: 14% num. 11% consumo (200 kt) → **4% PM10**

Regione Veneto (2018)	N	%
Stufa a pellet	111.079	15,8%
Camino chiuso a pellet	12.196	1,7%
Cucina a pellet	2.037	0,3%
Termostufa e termocucina a pellet	6.918	1,0%
Caldaia a pellet	12.385	1,8%
Caminetto aperto	96.198	13,7%
Stufa a legna	254.609	36,3%
Camino chiuso a legna	83.894	11,9%
Cucina a legna	51.410	7,3%
Stufa in maiolica	34.905	5,0%
Termostufa e termocucina a legna	26.192	3,7%
Caldaia a legna	10.271	1,5%
Totale	702.094	100%

E' molto importante avere statistiche precise e aggiornate per monitorare l'evoluzione dei consumi e delle emissioni

- La combustione domestica del legno produce il **50-60% delle polveri primarie (PP)**
- **85-90% delle PP** è prodotto da apparecchi tradizionali a legna
- Il **70% del B(a)P** è prodotto dalla combustione tradizionale della legna
- Almeno il **60% degli apparecchi non è più compatibile** con le azioni di **mantenimento e miglioramento della qualità dell'aria**

Evoluzione di consumo ed emissioni di PM10 in Veneto 2006-2018



In Veneto in 12 anni (2006-2018)

- Aumento del N generatori del **5%**
- Riduzione dei consumi del **27%** (legna)
- Riduzione del PM10 del **35%**

Evoluzione del N di generatori, AD = apparecchi domestici

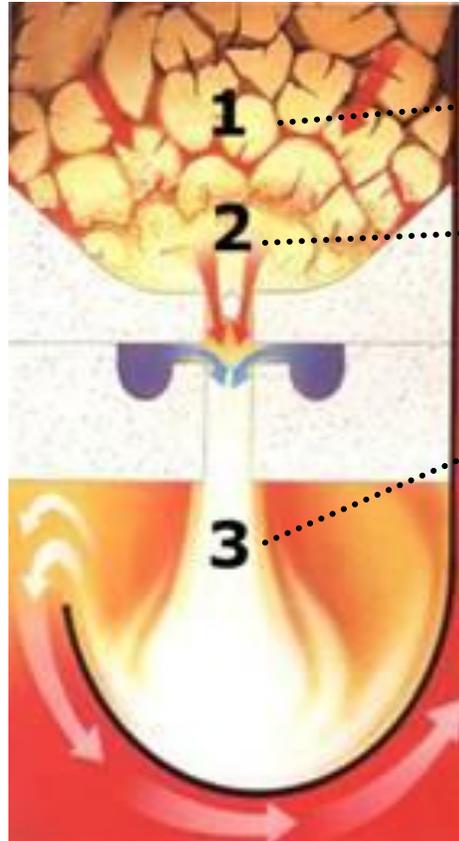
	APAT 2006	ARPAV 2013	prepAIR 2018
AD Legna	651.041	557.760	547.208
AD pellet	17.258	94.080	132.230
Totale	668.299	651.840	679.438
Caldaie	-	20.160	22.656
Totale	668.299	672.000	702.094

Evoluzione del consumo e delle emissioni di PM10

	APAT 2006	ARPAV 2013	prepAIR 2018	Δ
Mt	2,13	1,87	1,52	
PJ	29,7	26,7	21,7	-27%
PM10 (kt)	14,2	11,3	9,2	-35%

Nota: le emissioni di PM10 sono state calcolate con i FE INEMAR 7/2011

MODERNA TECNICA DI COMBUSTIONE



Riscaldamento ed essiccazione (100 °C)

Decomposizione pirolitica (150-500 °C)
Gassificazione del legno (250-500 °C)

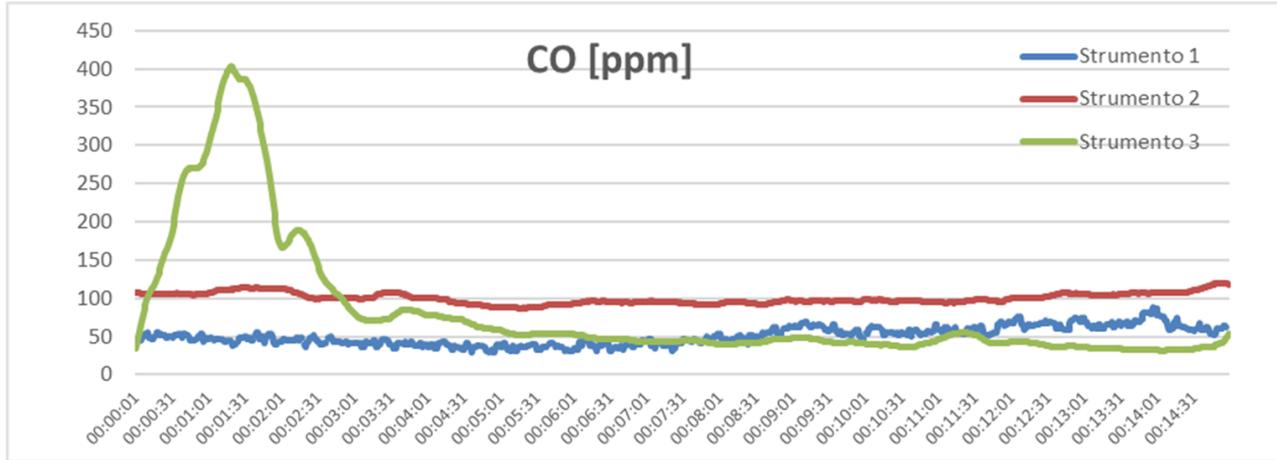
Ossidazione dei gas combustibili (700-1400 °C)

Combustione «completa» e regola 3T

- **Temperatura**
- **Turbolenza**
- **Tempo di permanenza**

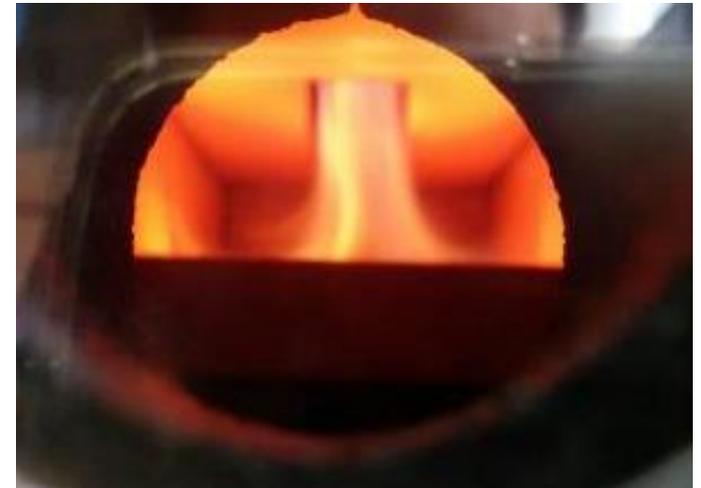


Misurazione in opera del rendimento di combustione e delle emissioni di CO e NOx (UNI 10389-2)



Caldaia a legna 23 kW

	O ₂ [%]	CO [ppm]	CO ₂ [%]	NO _x [ppm]	T _{fumi} [°C]	T _{amb} [°C]	Rend [%]	Tiraggio [Pa]
PROVA 1	7,3	50,6	13,3	150	169	30	92	- 17
PROVA 2	7,1	100,1	13,5	134	189	25	91	- 23
PROVA 3	6,9	82,3	13,6	146	188	25	91	- 22



Principali caratteristiche di una moderna stufa a legna



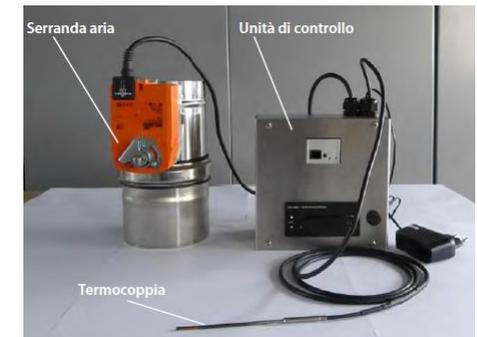
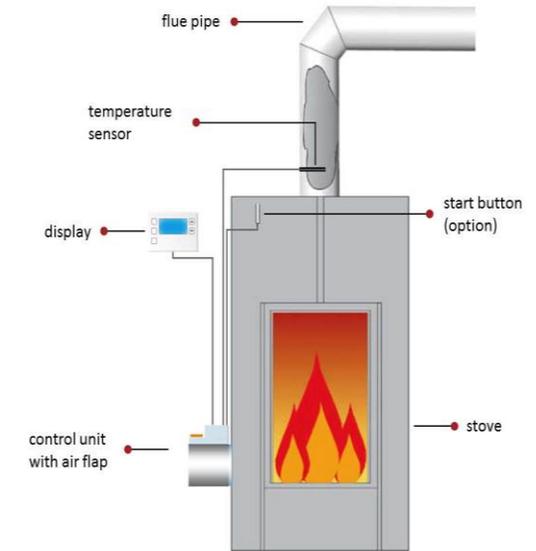
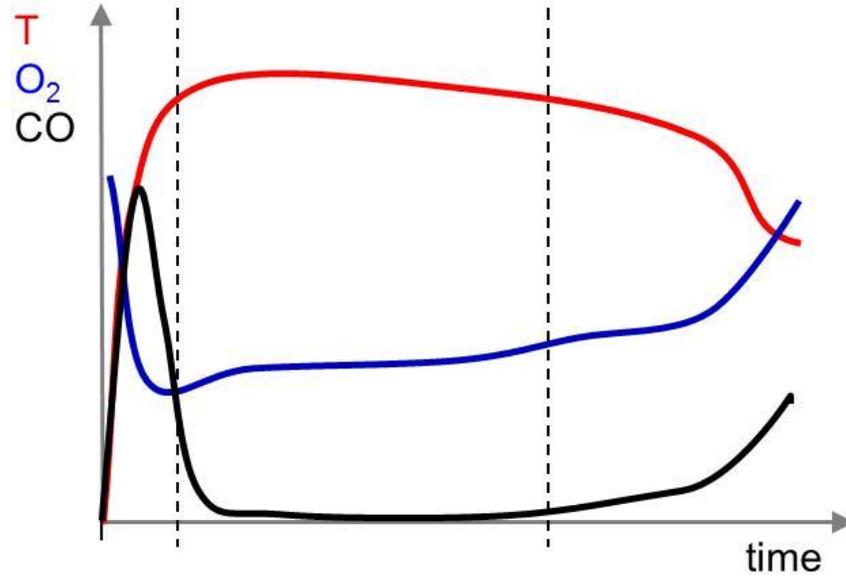
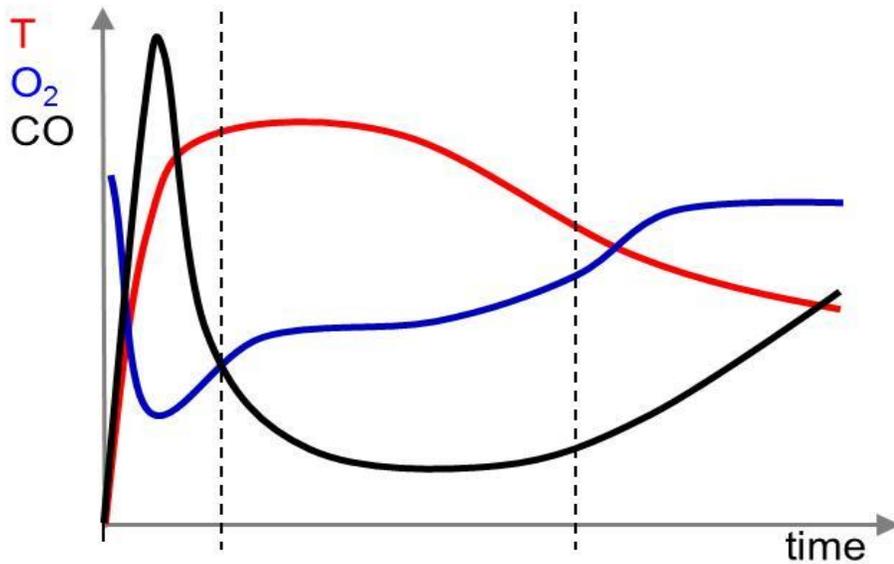
Figura A
Componenti costruttive
e funzionali di una moderna
stufa a legna

Fonte: Technologie-und Förderzentrum (TFZ), 2015.

- Combustione a 2 stadi
- Rivestimento refrattario
- Geometria camera combustione
- Costruzione e tenuta d'aria
- Vetro frontale
- Presa d'aria canalizzata
- Certificazione delle prestazioni ambientali (rendimento, emissioni)

Evoluzione tecnologica: integrazione di sistemi di controllo dell'aria comburente (retrofitting)

- Ridurre errori dell'utente finale (misure tecnologiche)
- Ridurre le emissioni e incrementare il rendimento



Obiettivi

- Riduzione fase di accensione
- Camera combustione mantenuta costantemente a T più elevata
- O_2 più costante e più basso nella fase di combustione e fase finale della combustione
- CO e OGC con un solo picco e più ridotto nella fase di accensione
- Riduzione perdite a generatore spento (ca. 190 kg legna M20 ~ 750 kWh/a)

Generatori domestici a legna ad alta efficienza e basse emissioni



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

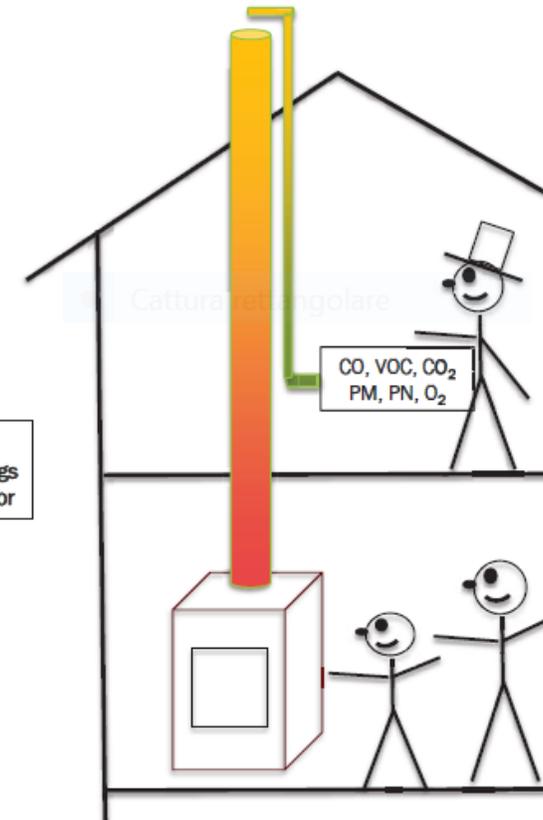
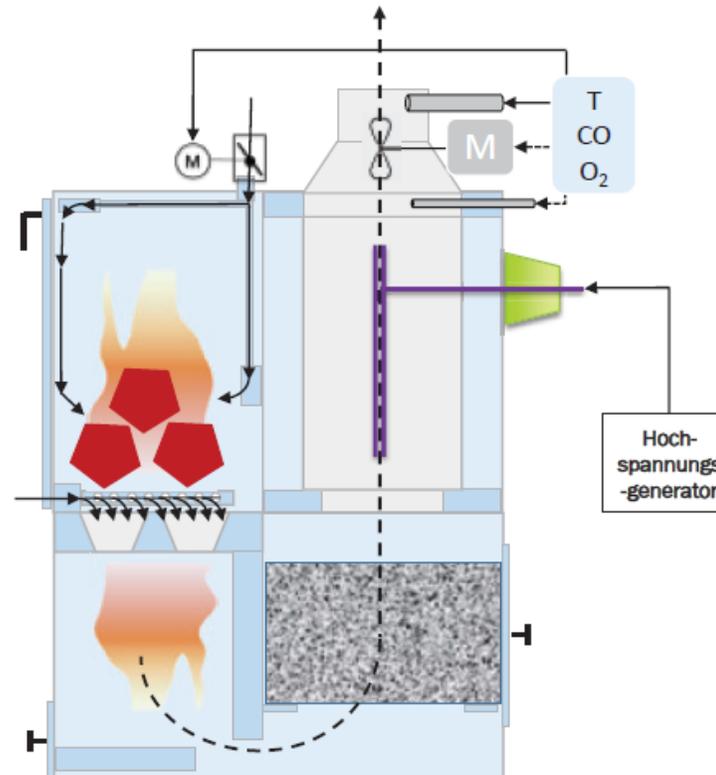
	Concentrazione misurata (con strumentazione di laboratorio 17025) mg/Nm ³	Concentrazione calcolata mg/Nm ³ (UNI EN 15544:2009)	Concentrazione della classe 4 stelle Stufe a legna Decreto 186:2017 mg/Nm ³
PM	31	42	30
COT	74	45	70
CO	285	570	1250
NOx	103	123	160



Vorschlag „Feuerungskonzept der Zukunft“



- **Brennraumneu- und -weiterentwicklung** (z.B. Sturzbrand)
- **Luftregelungen und Abgassensorik**
- **Feuerungsintegrierte Katalysatoren**
- **Anlagenintegrierte Abscheider**
- **Alternativ: Schornsteinintegrierte Abscheider**
- **Blauer Engel für Heizfeuerstätten**
- **Kontinuierliche Praxismessungen für alle Feuerungen**



Il conduttore fa la differenza! QUG e Scolarizzazione degli utenti



- **Stagionarla correttamente** 1-2 stagioni
→ $M < 20\%$ (ottimale 12-15 %)
- **circonferenza** 20 cm \approx 9 cm \emptyset
- **non sovraccaricare** il focolare
- **lunghezza** → pareti libere
- Usare correttamente **registri aria**
- Ricaricare la legna **nel momento giusto**



Guida rapida al corretto uso della cucina a legna

KOOK 80
KOOK 87
KOOK 90

Preparazione e accensione

Preparazione e caratteristiche della legna

- Pulire la camera di combustione e svuotare il cassetto cenere
- Prestare attenzione che non vi siano braci accese mescolate alla cenere
- Lunghezza dei ciocchi di legna spaccati: 33 cm (l. 33)
- Usare solo legna secca, stagionata per almeno 1 anno, con contenuto idrico inferiore al 20% (M20)

Carica di accensione

- Posizionare la carica di accensione, la massa della carica deve essere di 1 kg e i ciocchi devono essere posizionati come in fig. A.
- Introdurre dei piccoli listelli di legno intrecciati ben stagionati e posizionare sopra di essi le tavolette accendifucos (modulo di accensione dall'alto, fig. A)
- Accendere e, se necessario, tenere la porta aperta per qualche minuto fino a quando la camera di combustione e la canna fumaria iniziano a scaldarsi. Chiudere la porta.
- Aprire completamente il registro (1), il registro (2) aria combustione e la valvola (3) di avviamento (fig. B).
- A mano a mano che il fuoco procede aggiungere della legna di piccola dimensione: 2 ciocchi con una massa complessiva di circa 2 kg (fig. C).



Ricarica della legna



- Caricare il focolare quando nella camera di combustione ci sono le braci.
- Aprire la valvola di avviamento (3) e aprire lentamente la porta del focolare.
- Con l'attizzatoio rompere il legno bruciato in modo tale da formare un letto di braci (fig. D).
- Introdurre un ciocco di legna con una massa complessiva di 2,2kg nel centro del letto di braci e chiudere la porta (fig. E).
- Chiudere la valvola di avviamento (3), chiudere il registro (1) regolare il registro (2) aria combustione (fig. F).

Fase di spegnimento

- Quando le fiamme sono estinte e il letto di braci non irradia più calore, chiudere tutti i registri (1) (2) (3), per mantenere più a lungo possibile il calore all'interno della camera di combustione.

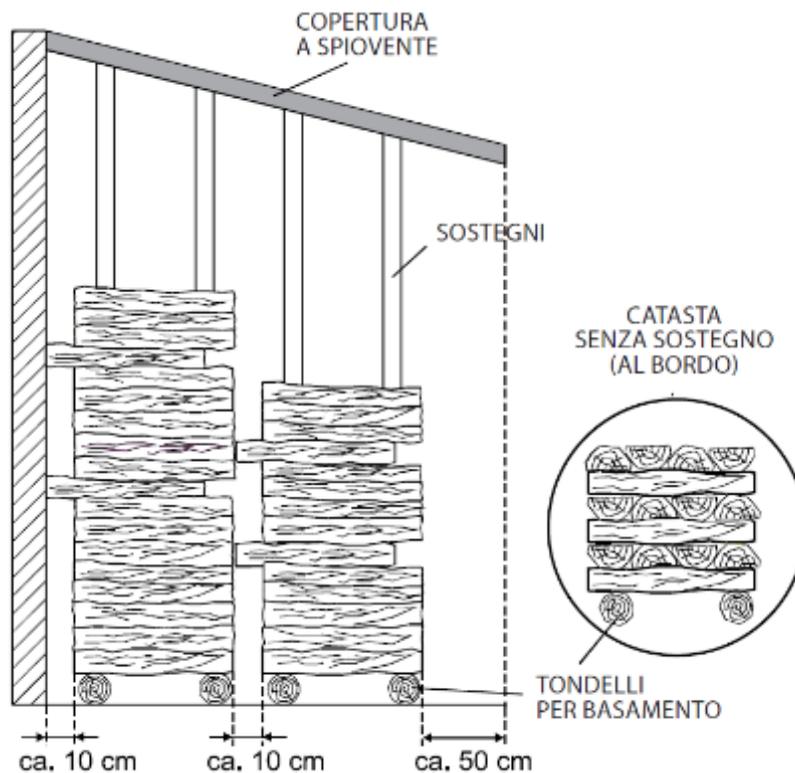
ATTENZIONE
L'esercizio della stufa con modalità diverse da quelle indicate nella presente guida causa un funzionamento non ottimale dell'apparecchio, pertanto le prestazioni di emissione e di rendimento attese non potranno essere raggiunte.

LA LEGNA DEVE ESSERE SECCA! 150-180 gH₂O/kg legno

Autoproduzione



DIC-AGO (9 mesi) → M<20%

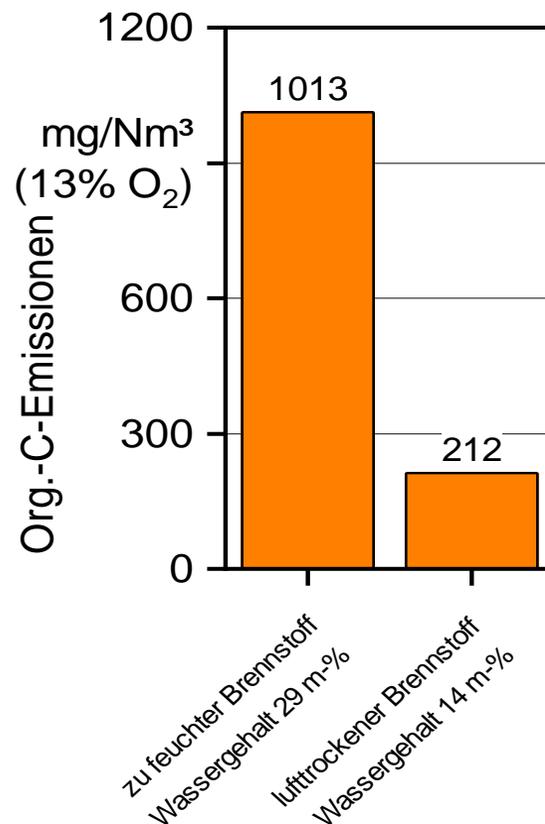
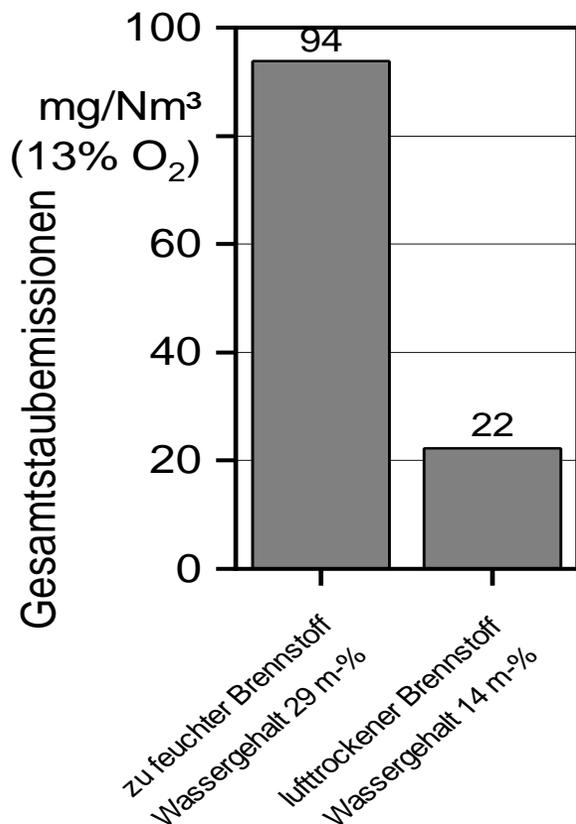


Acquisto legna secca



Effetto del contenuto idrico (M) sulle emissioni di polveri e carbonio organico

Fonte: TFZ, 2019



M 14%	M 29%
pci = 4,4 kWh/kg	pci = 3,5 kWh/kg
20 kW x 1.500 = 30 MWh Consumo: 6,8 t/a	20 kW x 1.500 = 30 MWh Consumo: 8,6 t/a

LEGNA UMIDA = + EMISSIONI + COSTI!



**Inserire nell'Accordo BP
Obbligo di utilizzo di legna
M<20%**

Incentivi → certificazione

Se accendi il fuoco come una candela riduci le polveri del 50%!



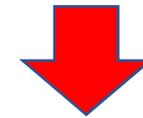
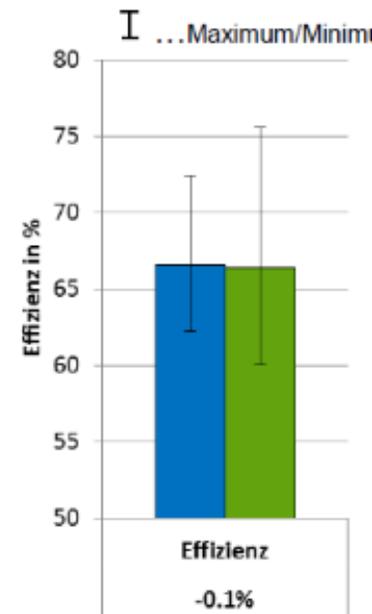
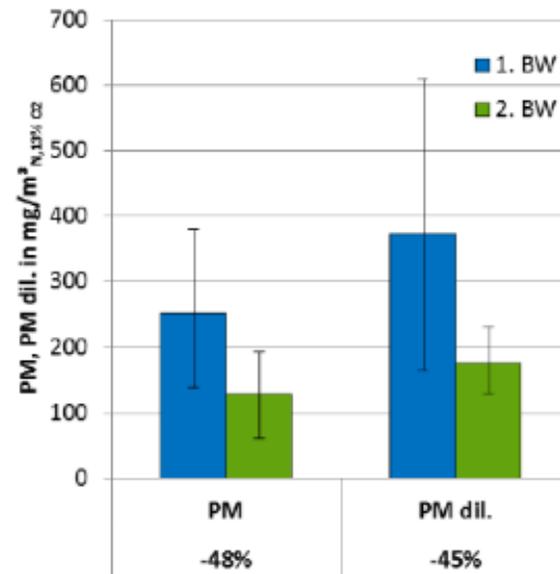
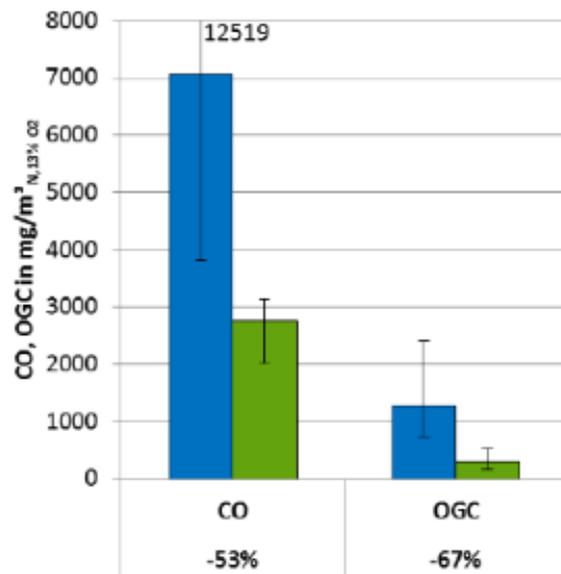
Confrontando i due metodi sia in stufe sia in inserti, si è potuto rilevare una **riduzione delle polveri totali del 50-80%** (70-120 mg/Nm³ al 13% di O₂) rispetto al metodo di **accensione tradizionale** (200-500 mg/Nm³ al 13% di O₂)

Fonte: *Nussbaumer, Czasch, Klippel, Johansson, Tullin 2008.*

Effetto della «scolarizzazione» dell'utente finale sulle emissioni di stufe a legna: **Polveri -50%, Carbonio organico -70%** (fonte: B2020+, 2019)

■ Schulung (SH-Öfen)

■ 4 SH-Öfen (1. und 2. Betriebsweise; n=4)



Il fumo visibile e un indicatore di polveri e carbonio organico!

Nel caso di una gestione corretta dell'apparecchio, nella fase di accensione il fumo della combustione **diventa invisibile** al più tardi dopo **15 minuti dall'accensione**



Video-tutorial per la scolarizzazione degli utenti finali

Articolo completo con i 5 Video-Tutorial: https://aielenergia.it/public/documenti/312_A4E_1-2020_Francescato.pdf



TFZ

Legno Energia Nord Ovest

AIEL ASSOCIAZIONE ITALIANA ENERGIE AGROFORESTALI

Influenza del contenuto idrico della legna da ardere sulle emissioni di polveri delle stufe a legna

LEGNA DA ARDERE biomass plus A1+

FEASR

REGIONE PIEMONTE

PSR

Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale: l'Europa investe nelle zone rurali



TFZ

Legno Energia Nord Ovest

AIEL ASSOCIAZIONE ITALIANA ENERGIE AGROFORESTALI

Influenza della modalità di accensione sulle emissioni di polveri delle stufe a legna: esempio di accensione dal basso

FEASR

REGIONE PIEMONTE

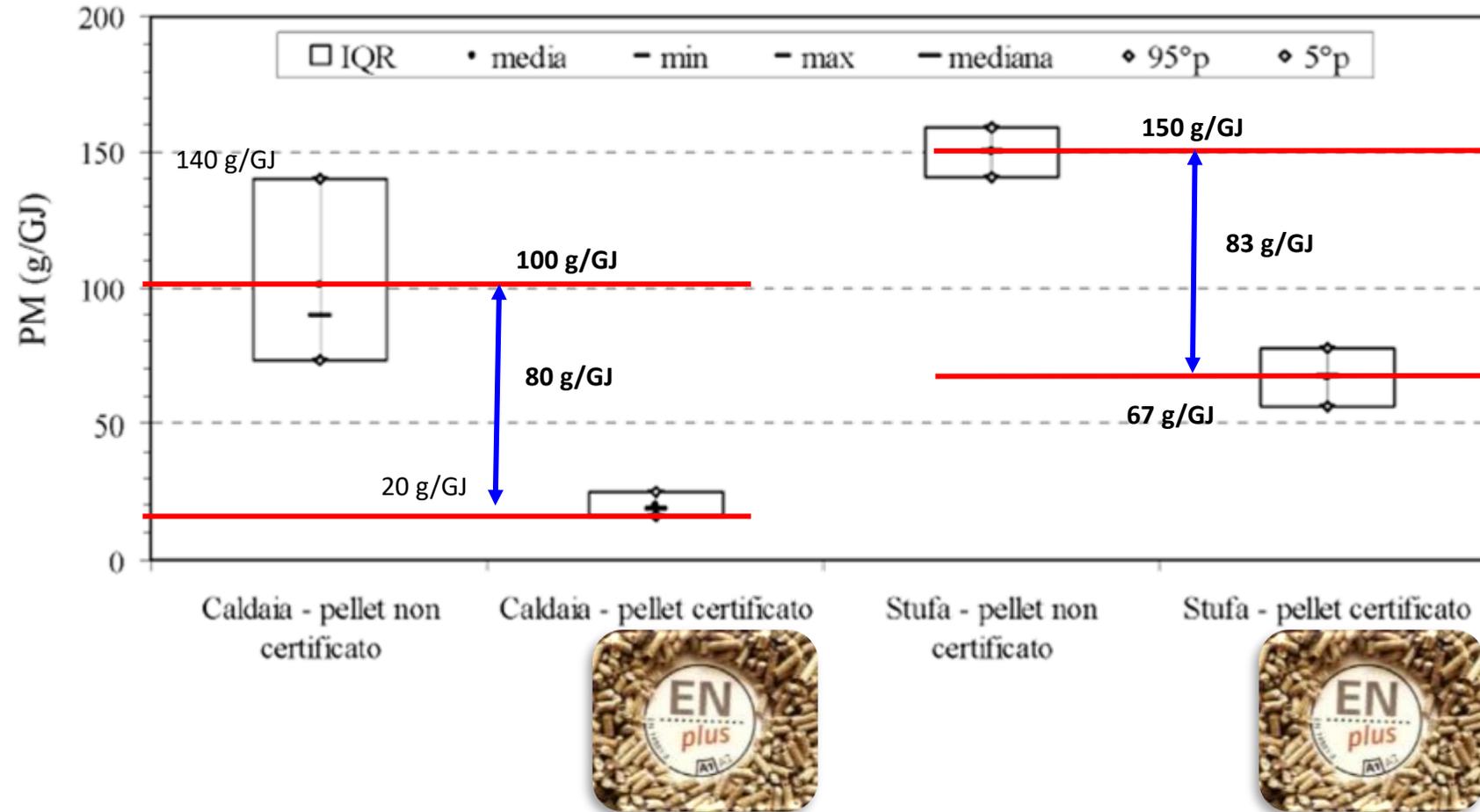
PSR

Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

<https://www.youtube.com/user/AIELAgripolis/videos>

Confronto tra emissioni di PM : pellet certificato e non certificato

Fonte: Caserini et al. 2014 - Politecnico Milano e Innovhub SSC



Prescrizioni nell'uso del pellet nelle Regioni del Bacino Padano

11. di disporre che dal 1.10.2018, nei generatori di calore a pellet di potenza termica nominale inferiore ai 35 kW, sia consentito solo l'utilizzo di pellet che rispetti le condizioni previste dall'Allegato X, Parte II, sezione 4, paragrafo 1, lettera d), parte V del decreto legislativo n. 152/2006, e che sia certificato conforme alla classe A1 della norma UNI EN ISO 17225-2 da parte di un Organismo di certificazione accreditato, da comprovare mediante la conservazione obbligatoria della documentazione pertinente da parte dell'utilizzatore;

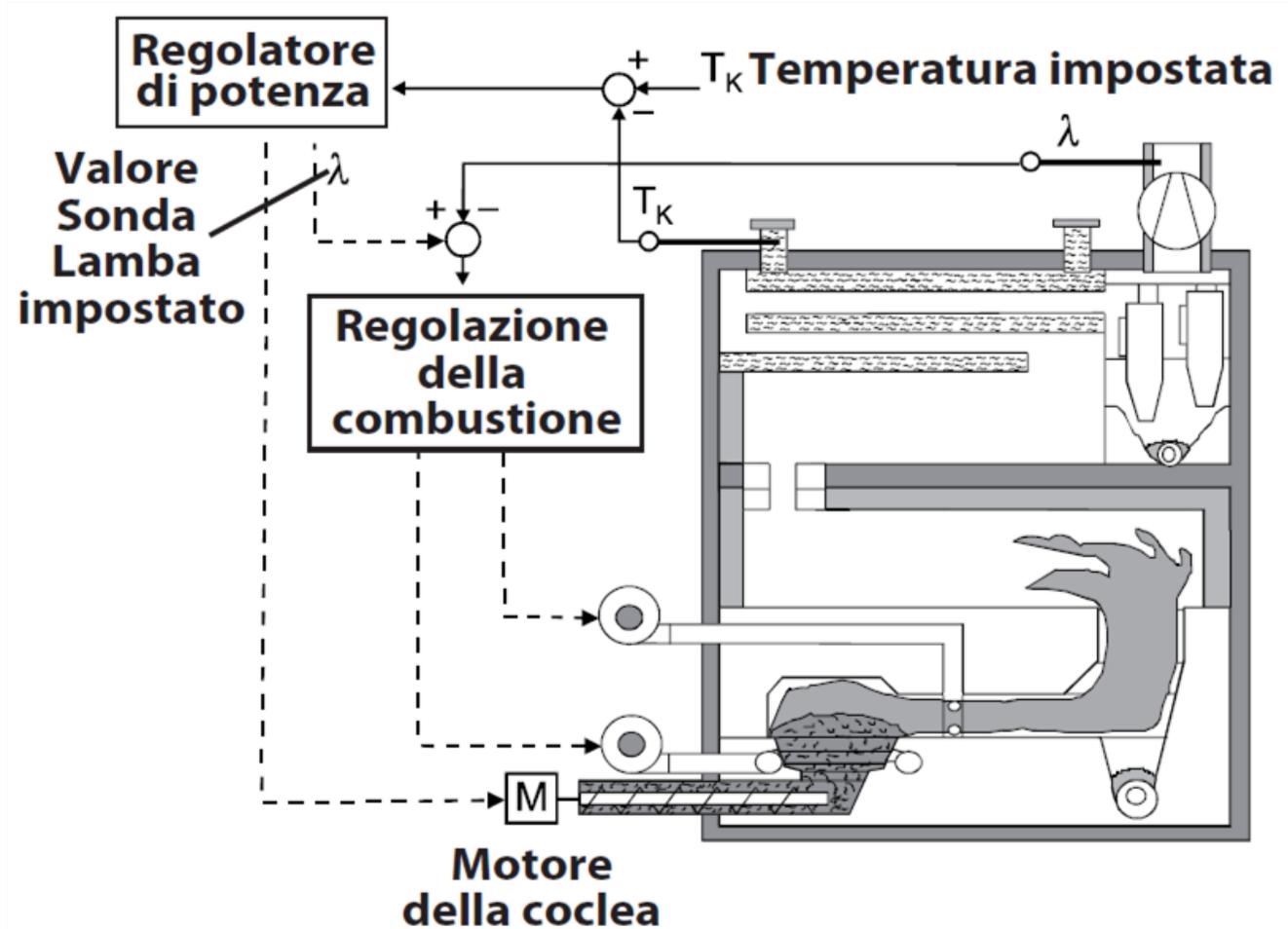
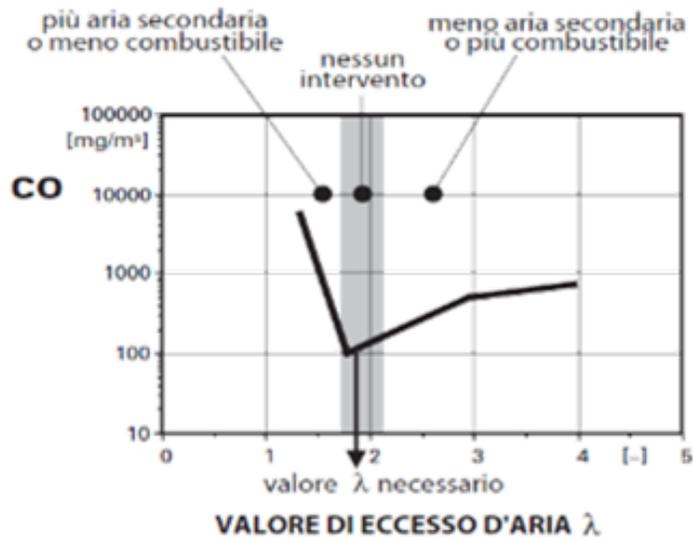


Pellet
ISO 17225-2
Classe A1



Regolazione di potenza e combustione nelle moderne caldaie (airstaging)

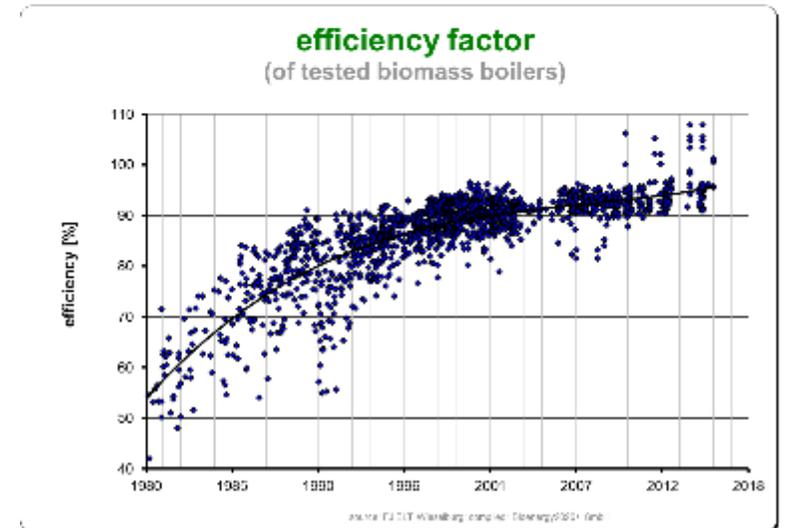
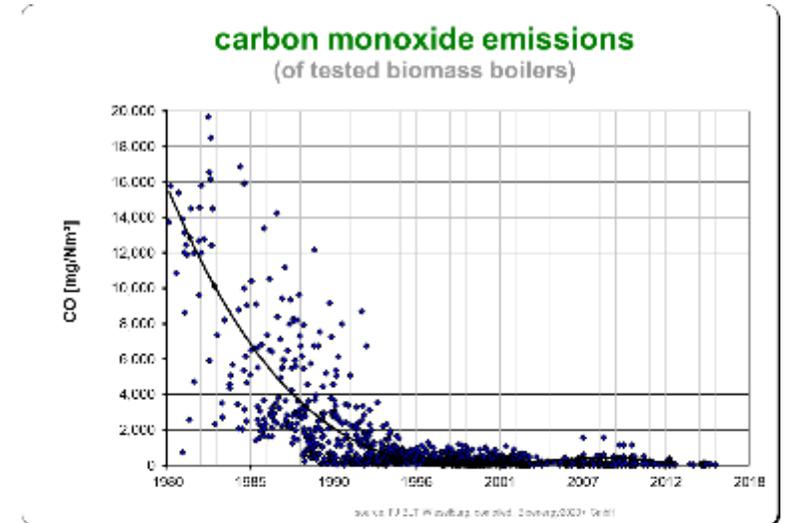
$$\lambda = \frac{L}{L_{min}}$$



Caldaie a legna, cippato e pellet fino a ca. 100 kW

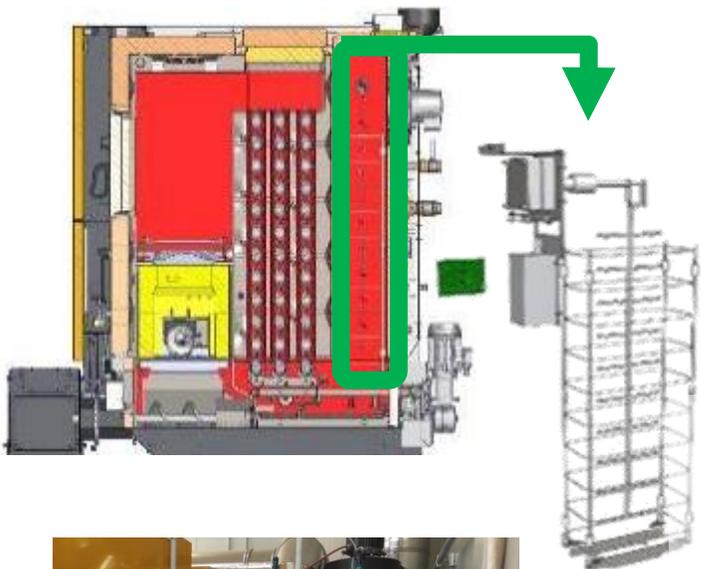
- Tecnica di combustione delle caldaie è **migliorata enormemente** dagli anni '80 ad oggi
- FJ-BLT Wieselburg: valori medi type test 2015-16 (n=26) EN 303-5

Rendimento = **96%**
CO = **5mg/MJ**
OGC < **1mg/MJ**
TSP = 7mg/MJ

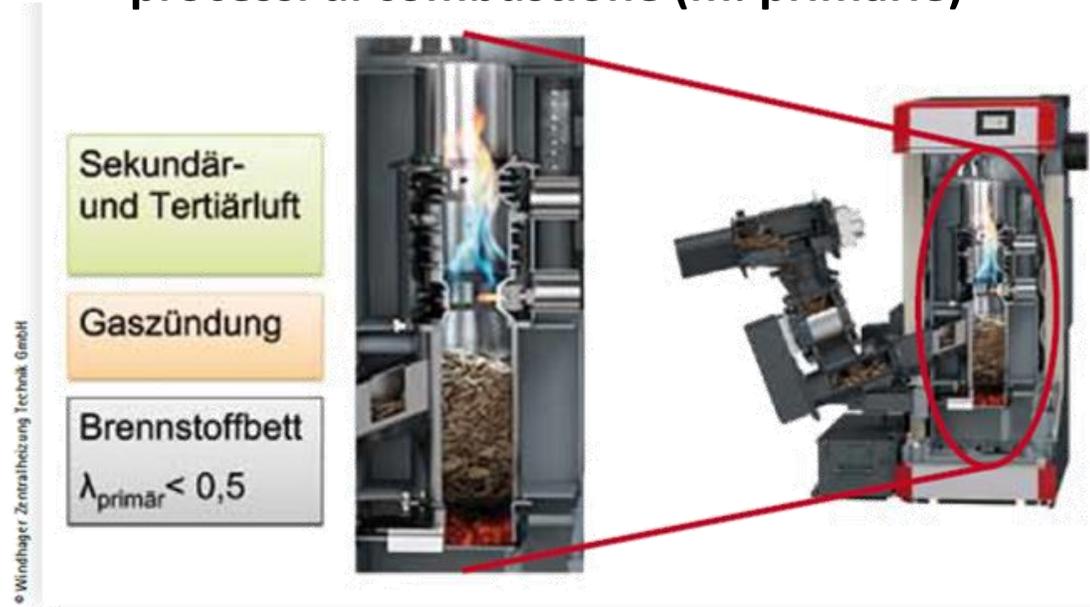


Obiettivo: caldaie nZEB Ridurre (quasi) a zero le emissioni di PM e OGC, strategie di sviluppo

1. ESP integrato o esterno (> 50 kW; >100 kW)



2. Estremizzazione della separazione dei processi di combustione (m. primarie)

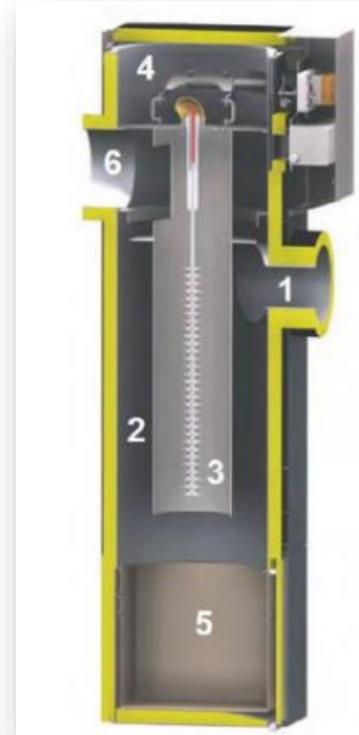


3. Tecnica condensazione (0-100 kW)

La tecnica a condensazione, oltre che aumentare il rendimento (riduzione del consumo di biocombustibile) ha anche un effetto «filtro» significativo sul PM10

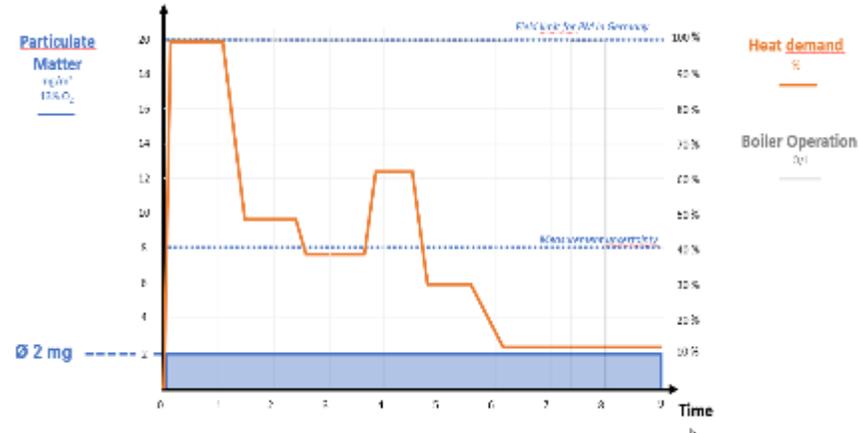
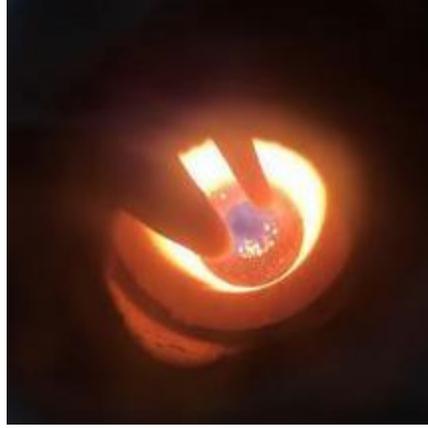
Obiettivo: caldaie NZEB Ridurre (quasi) a zero le emissioni di PM e OGC

1. ESP esterno su caldaia a legna <35 kW, l'uso di misure secondarie (filtri) si sta affermando anche nelle caldaie domestiche per una ulteriore **riduzione del PM10 inorganico**



Obiettivo: caldaie NZEB Ridurre (quasi) a zero le emissioni di PM e OGC

ZeroFlame®

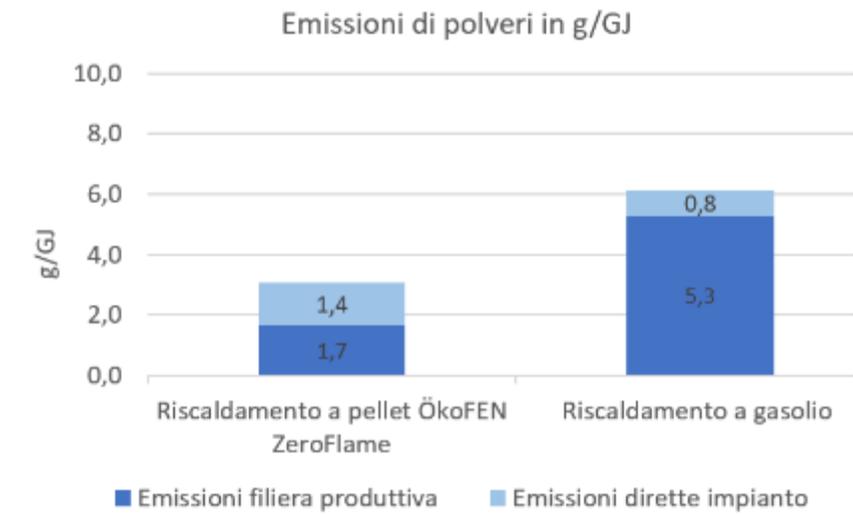


Summary of 9h practice test

Date of testing	18.06.2020
Test time (start/end)	08:53 - 17:53
Test duration (hours)	9,0
Particulate matter ref. to 13% O_2 (mg/m ³)	2



- Tecnica a condensazione
- Ricircolo fumi



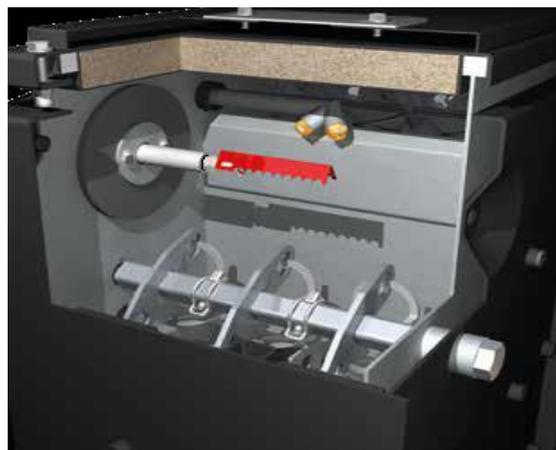
Caldaie NZEB: Caldaia a condensazione a pellet (22 kW)

Tabella 2 – Valori delle emissioni e dei rendimenti di omologazione della PE1c Pellet 22

PE1c Pellet 22 (22 kW)	PP		COT		NOx		CO		η	
	<i>Pn</i>	<i>Pp</i>								
mg/Nm³ al 13%O₂										
Condensazione (con filtro)	1	7	0,3	0,4	111	110	4	51	105,8%	105,3%
g/GJ										
Condensazione (con filtro)	0,6	4,6	0,2	0,3	75	74	3	34		

Valori desunti dai rapporti di prova EN 303-5 e dai Certificati Ambientali DM 186/2017.

Pn=potenza nominale, *Pp*=potenza parziale ai sensi EN 303-5. Qualità del pellet di prova: conforme alla Classe A1 ISO 17225-2.



Obiettivo: caldaie NZEB Ridurre (quasi) a zero le emissioni di PM e OGC

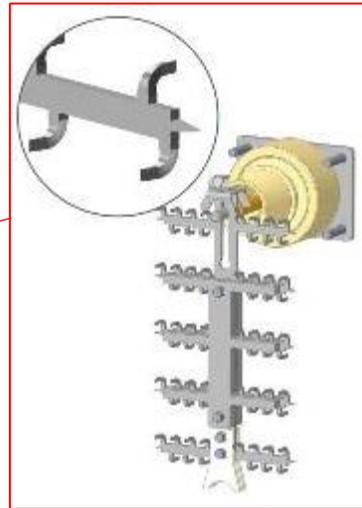
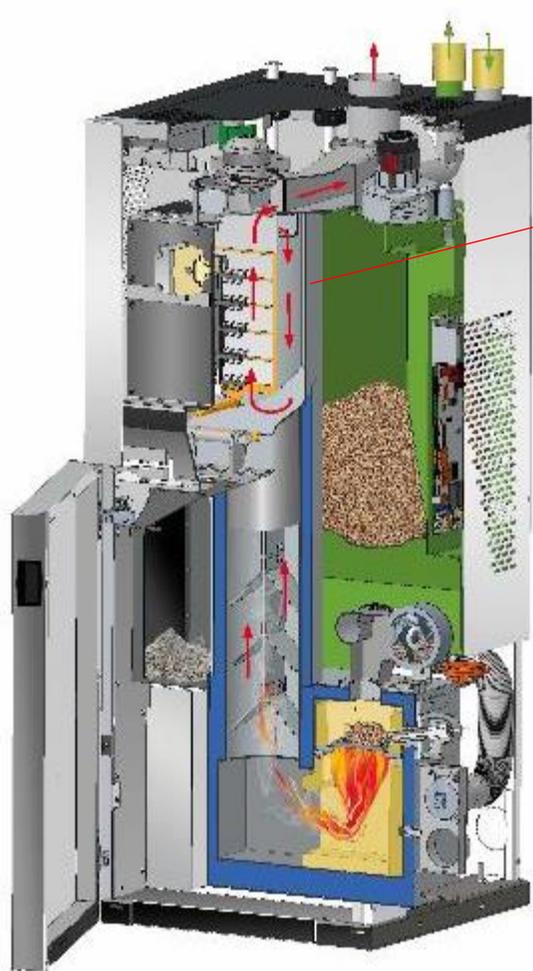
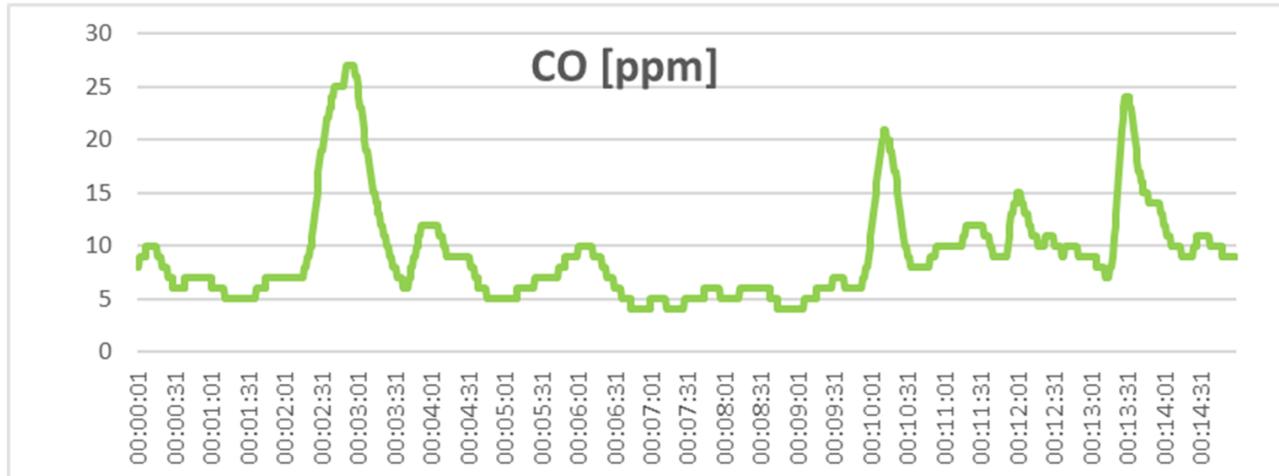


Tabella 1 - confronto tra le emissioni e il rendimento riportati nel Certificato Ambientale (TÜV Süd) e i valori limite della Classe 5 Stelle (cfr. d.m. 186/2017)

Emissioni in mg/Nm ³ rif. 13% O ₂	Valori limite 5 Stelle*	ecotop ^{light}		ecotop ^{zero}	
		P _n	P _p	P _n	P _p
Potenza%					
Polveri (PP)	10	6	9	1	1
Carbonio Organico Totale	5	1,9	3,2	0,9	0,6
Ossidi di azoto (NO _x , come NO ₂)	120	114	110	116	111
Monossido di carbonio (CO)	25	5	29	9	17
Rendimento% (diretto)	92	93,2	94,3	94,9	96,1

*A potenza nominale (100%). P_n=potenza nominale (24 kW); P_p=potenza parziale (7 kW).

Misurazione del rendimento di combustione e delle emissioni di CO e NOx (UNI 10389-2)



Caldia a Pellet 24 kW								
CO [ppm]	CO [mg/Nm3] rif. 11%O2	NOx [ppm]	NOx [mg/Nm3] rif. 11%O2	O2 [%]	T _{fumi} [°C]	T _{amb} [°C]	Rend [%]	Tiraggio [Pa]
9	9	92	156	8,9	140	28,6	92,7	-4



Caldaie NZEB: Caldaia a cippato e pellet (120-240 kW)

Tabella 1 - Valori delle emissioni e dei rendimenti di omologazione della gamma eHACK a cippato

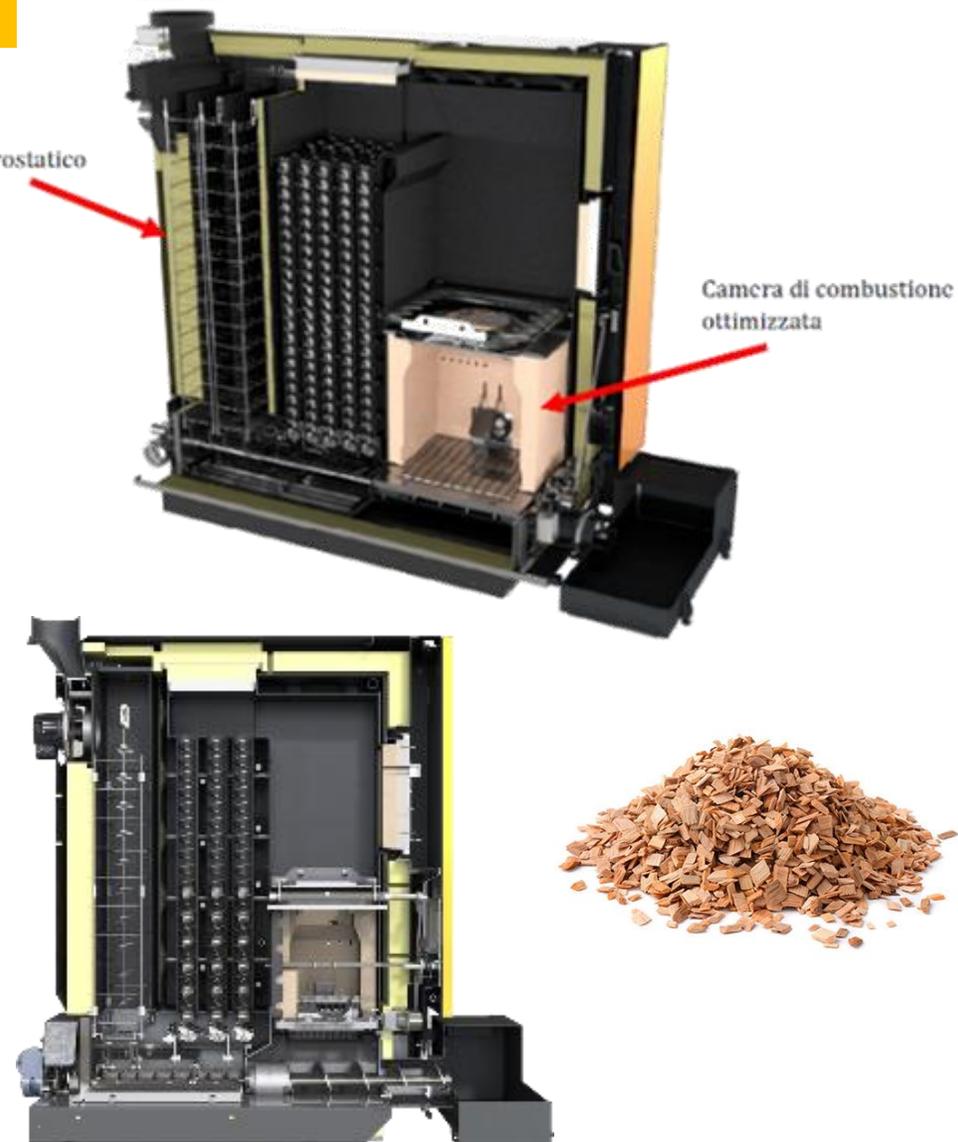
eHACK 120-240 kW	PP		COT		NOx		CO		η	
	<i>P_n</i>	<i>P_p</i>								
mg/Nm ³ al 13%O ₂	<i>P_n</i>	<i>P_p</i>								
Valore massimo	1	0	1	2	107	77	10	86	95,4%	96,0%
Valore minimo	0	0	1	1	79	64	4	16	93,4%	97,4%
g/GJ	<i>P_n</i>	<i>P_p</i>	<i>P_n</i>	<i>P_p</i>	<i>P_n</i>	<i>P_p</i>	<i>P_n</i>	<i>P_p</i>		
Valore massimo	0	0	0	1	70	50	6	56		
Valore minimo	0	0	0	1	50	41	2	10		

Valori desunti dai rapporti di prova EN 303-5 e dai Certificati Ambientali DM 186/2017.

P_n=potenza nominale, *P_p*=potenza parziale ai sensi EN 303-5. Qualità del cippato di prova: conforme alla Classe A1 ISO 17225-4 (M20, P31S, A1.0).

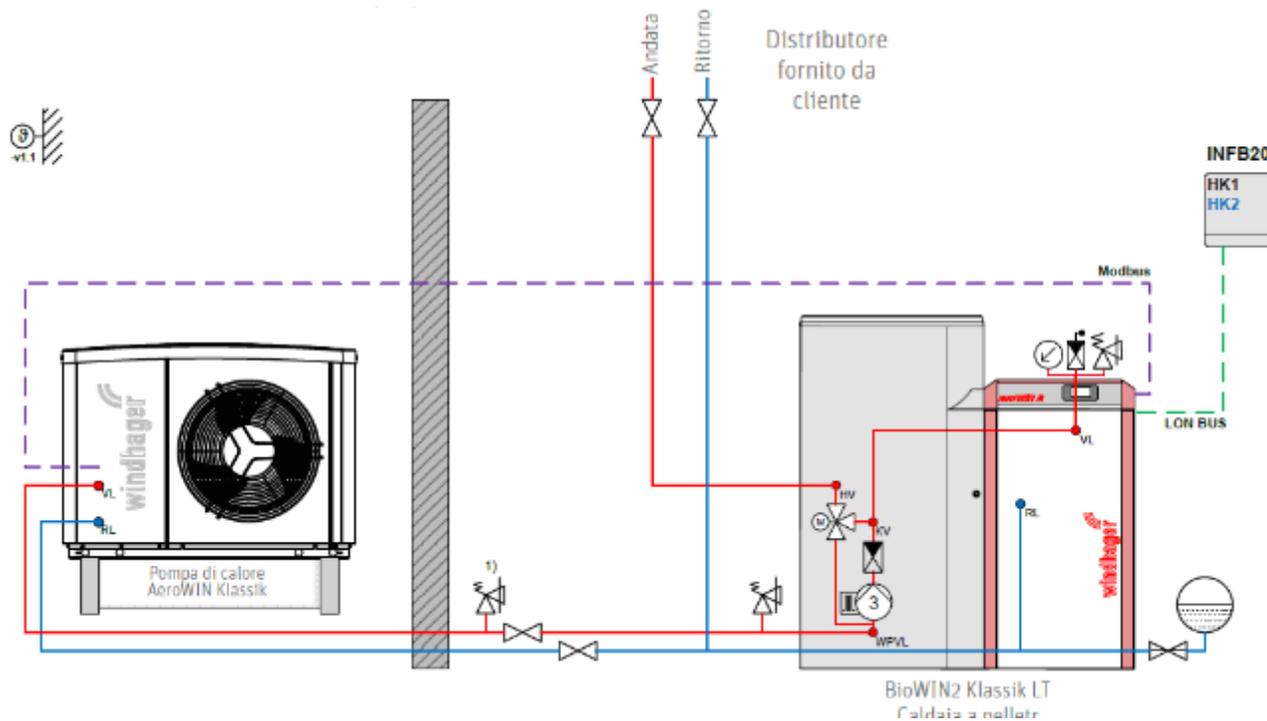
Filtro elettrostatico

Camera di combustione ottimizzata



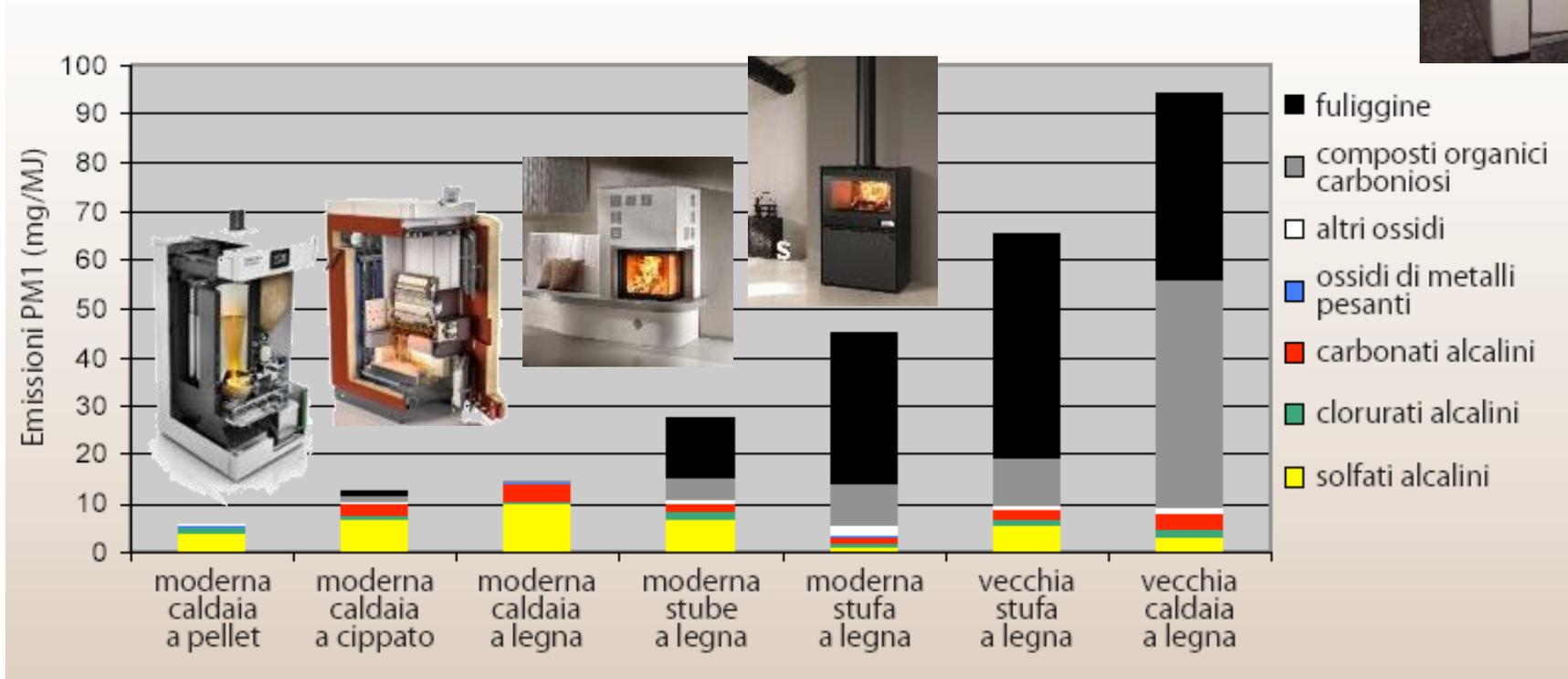
Obiettivo: caldaie NZEB Ridurre (quasi) a zero le emissioni di PM e OGC

Esempio di **sistema ibrido 100% rinnovabile**: caldaia a pellet-PdC factory made, si tratta di un tipo di configurazione sempre più frequente nel mercato





2 g particle mass



Test tossicologici (sopravvivenza cellulare)

Gli **impianti automatici** con tecnica di combustione moderna e ottimizzata producono **solo particolato inorganico** privo di composti organici carboniosi (fuliggine e catrame), con un effetto sulla mortalità delle cellule polmonari da trascurabile a molto bassa. Tuttavia, siccome anche le particelle fini inorganiche sono indesiderate e hanno comunque un effetto negativo sulla salute è importante ridurre quanto più possibile anche l'emissione di PM10 inorganico attraverso **misure secondarie**.

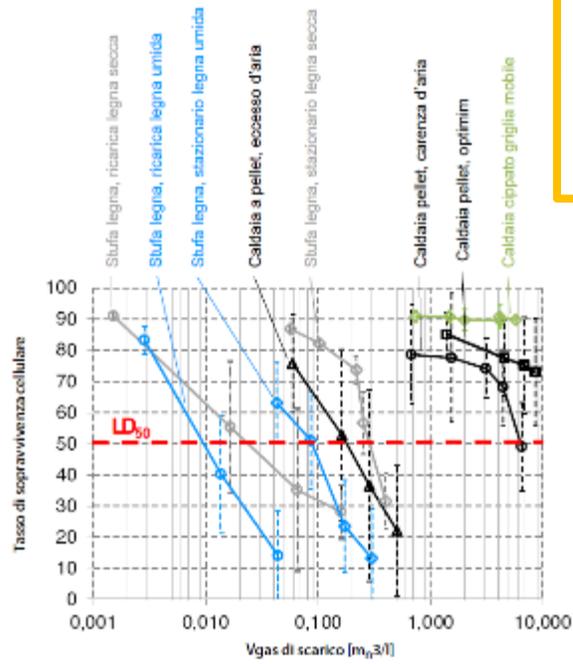
http://aielenergia.it/public/documenti/25_A4E3-2017_Francescato_14%20HES.pdf
https://aielenergia.it/public/documenti/290_Flash%20Francescato.pdf

Le caldaie moderne non producono polveri tossiche per l'organismo umano

Un recente studio ha confermato che il PM10 inorganico, emesso dalle moderne caldaie a biomassa legnosa, ha una tossicità da trascurabile a non rilevabile sulle cellule polmonari umane. La ricerca scientifica è stata presentata a Zurigo nel corso del 34° Holzenergie-Symposium svoltosi nel settembre del 2016 ed è disponibile, tradotta integralmente in italiano, al link riportato in calce.

La combustione delle biomasse genera all'incirca lo stesso quantitativo di particolato rispetto alle centrali a carbone. Questo quantitativo è però molto più basso rispetto alle centrali a carbone, in quanto il PM10 inorganico è molto più piccolo e meno tossico. Inoltre, le caldaie a biomassa producono quantità molto inferiori di particolato rispetto alle centrali a carbone, in quanto il PM10 inorganico è molto più piccolo e meno tossico. Inoltre, le caldaie a biomassa producono quantità molto inferiori di particolato rispetto alle centrali a carbone, in quanto il PM10 inorganico è molto più piccolo e meno tossico.

COMPOSIZIONE DEL PM10
 Il PM10 è composto da particelle di varia natura e dimensioni. Le particelle di carbonio (C) e di cenere (A) sono le più abbondanti. Le particelle di silice (Si) e di alluminio (Al) sono le più tossiche. Le particelle di rame (Cu) e di zinco (Zn) sono le più nocive. Le particelle di nichel (Ni) e di cromo (Cr) sono le più pericolose. Le particelle di piombo (Pb) e di cadmio (Cd) sono le più letali. Le particelle di mercurio (Hg) sono le più dannose. Le particelle di arsenico (As) sono le più cancerogene. Le particelle di cobalto (Co) e di manganese (Mn) sono le più neurotossiche. Le particelle di sodio (Na) e di potassio (K) sono le più irritanti. Le particelle di calcio (Ca) e di magnesio (Mg) sono le più innocue. Le particelle di ferro (Fe) sono le più comuni. Le particelle di alluminio (Al) sono le più abbondanti. Le particelle di silice (Si) sono le più tossiche. Le particelle di rame (Cu) e di zinco (Zn) sono le più nocive. Le particelle di nichel (Ni) e di cromo (Cr) sono le più pericolose. Le particelle di piombo (Pb) e di cadmio (Cd) sono le più letali. Le particelle di mercurio (Hg) sono le più dannose. Le particelle di arsenico (As) sono le più cancerogene. Le particelle di cobalto (Co) e di manganese (Mn) sono le più neurotossiche. Le particelle di sodio (Na) e di potassio (K) sono le più irritanti. Le particelle di calcio (Ca) e di magnesio (Mg) sono le più innocue. Le particelle di ferro (Fe) sono le più comuni.



Condizioni di funzionamento sfavorevoli



Condizioni di funzionamento ottimale



Prestazioni in campo dei moderni impianti tecnologici (cippato)

Esempio di configurazione di un **moderno impianto a cippato < 1MW** e risultati della verifica delle emissioni di polveri in opera all'atto del collaudo. Gestendo e mantenendo correttamente l'impianto è possibile rispettare un valore limite di polveri totali **<< 5 mg/MJ** per tutta la vita tecnica dell'impianto



Caldaia 880 kW a cippato (Albergo)
Sistema filtro: ciclone + filtro a maniche
Dimensione PM: 0,05 - 10 μm

Risultati della certificazione in opera (Lab ISO 17025)

Valore rif. all'11% di O₂

Parametri	Media e incertezza		Carico orario e incertezza	
	mg/Nm ³	+/- (▲)	mg/Nm ³	+/- (▲)
Polveri totali	<1	---	<2	---

Questo impianto ha sostituito una vecchia caldaia a gasolio in un Albergo in montagna, **beneficiando del Conto Termico**

Moderni Impianti Tecnologici Centralizzati ad alta efficienza e basse emissioni



3 campagne di monitoraggio in prossimità dell'impianto a cippato:
una invernale ante-operam 2015 e due post-operam, rispettivamente nella stagione estiva 2016 ed invernale 2017.

Estratto delle conclusioni Relazione ARPAE
*...“si evidenzia come, sia per quanto riguarda le concentrazioni rilevate per ciascun composto riscontrate in occasione dei vari campionamenti, **non si notano differenze sostanziali attribuibili all'attivazione della centrale a cippato**”.*

Scarica la relazione originale

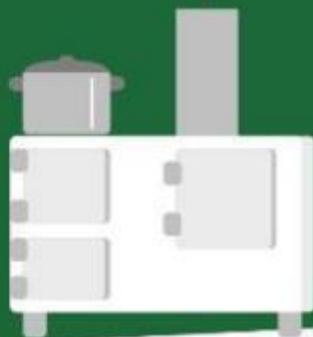
www.comune.bagnodiromagna.fc.it

Emissioni di polveri ogni 70 kg di legno utilizzato

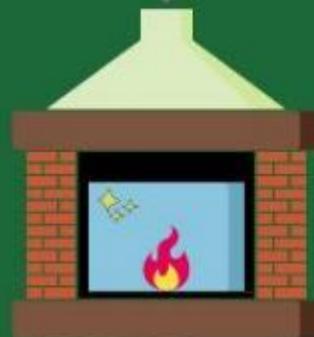
Camino aperto
860 g/GJ



Stufa a legna
tradizionale
480 g/GJ



Stufa a legna
innovativa
80 g/GJ



Stufa a pellet
innovativa
30 g/GJ



Caldaia
automatica
innovativa
10 g/GJ



Caldaia
automatica
nZEB*
< 5 g/GJ



* nearly zero emissions biomass boilers

**La tecnologia sta cambiando, perché non lo fai anche tu?
Scopri come rottamare il tuo apparecchio con il conto termico!**

www.energiadallelegno.it

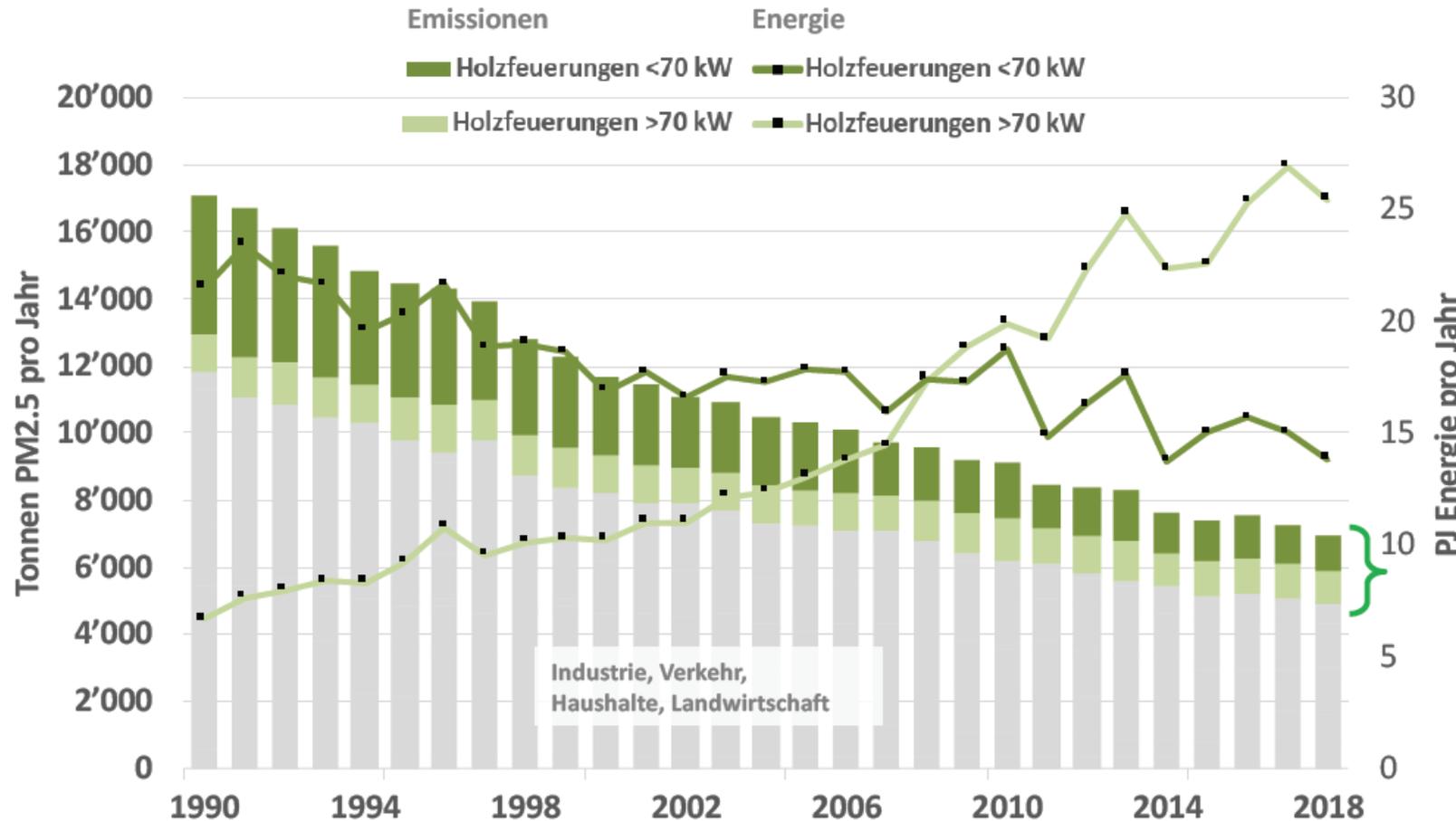
Fonte: AIEL 2021



Feinstaubemissionen PM2.5

Emissione di PM 2.5 in Svizzera

Fonte: 16. Holzenergiesymposium / Holzenergie und Klima:
Relevanz und Trends 2020 bis 2050 Bundesamt für Umwelt BAFU /
Vizedirektor Paul Steffen



Turnover tecnologico e mix tecnologico verso impianti molto performanti produce il **disaccoppiamento** tra consumi di biomasse ed evoluzione delle emissioni di PM 2.5

~30%



Regione Veneto Accordo Bacino Padano, DGR 836/2017, Allegato A



installazione

9. di disporre il **divieto della nuova installazione** di generatori di calore alimentati da biomassa legnosa con prestazioni emissive inferiori a quelle individuate nella "Tabella 1. Classificazione ambientale dei generatori di calore", dell'allegato 2 alla dgr 5656 del 3.10.2016 per le seguenti classi di appartenenza:
- **"tre stelle"**, per i generatori che verranno installati dall'1.10.2018;
 - **"quattro stelle"**, per i generatori che verranno installati dall'1.1.2020;



esercizio

10. di disporre che i generatori di calore alimentati da biomassa legnosa possano essere **mantenuti in esercizio** se aventi prestazioni emissive, individuate nella Tabella 1 di cui al punto precedente, non inferiori a quelle per le seguenti classi di appartenenza, verificabili secondo le indicazioni dettate in premessa per l'identificazione della classe di appartenenza:
- **"due stelle"**, per i generatori che saranno in esercizio dall'1.10.2018;
 - **"tre stelle"**, per i generatori che saranno in esercizio dall'1.1.2020;

Classificazione prestazionale dei generatori a biomasse

Classe 5 stelle					
Tipo di generatore	PP (mg/Nm ³)	COT (mg/Nm ³)	NO _x (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	η (%)
Caminetti aperti	25	35	100	650	85
Camini chiusi, inserti a legna	25	35	100	650	85
Stufe a legna	25	35	100	650	85
Cucine a legna	25	35	100	650	85
Stufe ad accumulo	25	35	100	650	85
Stufe, inserti e cucine a pellet - Termostufe	15	10	100	250	88
Caldaie	15	5	150	30	88
Caldaie (alimentazione a pellet o a cippato)	10	5	120	25	92
Classe 4 stelle					
Tipo di generatore	PP (mg/Nm ³)	COT (mg/Nm ³)	NO _x (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	η (%)
Caminetti aperti	30	70	160	1250	77
Camini chiusi, inserti a legna	30	70	160	1250	77
Stufe a legna	30	70	160	1250	77
Cucine a legna	30	70	160	1250	77
Stufe ad accumulo	30	70	160	1000	77
Stufe, inserti e cucine a pellet - Termostufe	20	35	160	250	87
Caldaie	20	10	150	200	87
Caldaie (alimentazione a pellet o a cippato)	15	10	130	100	91

Decreto 7 novembre 2017, n. 186

Allegato 1, art. 3

La classificazione va da 2 a 5 stelle

I prodotti caratterizzati da prestazioni inferiori a quelle previste per la classe 2 stelle sono classificati con la **classe 1 stella**.

I valori indicati in Tabella 1 si riferiscono al gas secco in condizioni normali (273 K e 1013 mbar) con una concentrazione volumetrica di O₂ residuo pari al 13%.

Certificato ambientale n. 1880-CPR-147CA-19

**CERTIFICAZIONE AMBIENTALE DEI GENERATORI DI CALORE
ALIMENTATI A BIOMASSE COMBUSTIBILI SOLIDE**

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE
DECRETO 7 NOVEMBRE 2017, N. 186

Produttore:



Marchio / Modello: SP Dual 28, S4 Turbo 28 F

Tipo di generatore: caldaie (303-5 alimentazione a legna)
Potenza nominale kW: 28,0
Classe di prestazione: classe 5 secondo la EN 303-5:2012

Laboratorio di prova: TÜV AUSTRIA SERVICES GMBH
Wiener Bundesstraße 8
4060 Leonding
Austria

Confronto delle prestazioni del generatore di calore con i limiti stabiliti dal decreto 7 novembre 2017, n.186

VALORI CERTIFICATI			LIMITI all.1 D.M. 7/11/2017, n.186			
			5 stelle	4 stelle	3 stelle	2 stelle
PP	mg/Nm ³	15	15	20	30	60
COT	mg/Nm ³	≤3	5	10	15	30
NOx	mg/Nm ³	124	150	150	150	200
CO	mg/Nm ³	17	30	200	364	500
η	%	91,7	88	87	85	80

PP = particolato primario, COT = carbonio organico totale, NOx = ossidi di azoto, CO = monossido di carbonio, η = rendimento
Tutti i valori indicati si riferiscono al gas secco in condizioni normali (273 K e 1013 mbar) con una concentrazione volumetrica di O₂ residuo pari al 13%.

CLASSE DI QUALITÀ DI APPARTENENZA: 5 STELLE

I risultati delle prove eseguite sull'apparecchio oggetto della presente Certificazione ambientale sono contenuti nel Rapporto di prova 18-U-312/SD (file "T5450018_A23-11_SP-Dual-15-32(SH)_1811_18-224").

Data di emissione: 14.01.2019

Responsabile del laboratorio
dr.ssa Claudia Marcuzzi

Firmato digitalmente da
MARCUZZI CLAUDIA
DN: c=IT, o=non presente,
cn=MARCUZZI CLAUDIA,
serialNumber=IT:MRCCLD67P44E
889J, givenName=CLAUDIA,
sn=MARCUZZI,
dnQualifier=16391750
Data: 2019.01.14 12:47:49 +01'00'

Certificato Ambientale (CA) , esempio di una caldaia a legna 5 Stelle

Tipo di generatore: caldaie (303-5 alimentazione a legna)
Potenza nominale kW: 28,0
Classe di prestazione: classe 5 secondo la EN 303-5:2012

Confronto delle prestazioni del generatore di calore con i limiti stabiliti dal decreto 7 novembre 2017, n.186

VALORI CERTIFICATI			LIMITI all.1 D.M. 7/11/2017, n.186			
			5 stelle	4 stelle	3 stelle	2 stelle
PP	mg/Nm ³	15	15	20	30	60
COT	mg/Nm ³	≤3	5	10	15	30
NOx	mg/Nm ³	124	150	150	150	200
CO	mg/Nm ³	17	30	200	364	500
η	%	91,7	88	87	85	80

PP = particolato primario, COT = carbonio organico totale, NOx = ossidi di azoto, CO = monossido di carbonio, η = rendimento
Tutti i valori indicati si riferiscono al gas secco in condizioni normali (273 K e 1013 mbar) con una concentrazione volumetrica di O₂ residuo pari al 13%.

CLASSE DI QUALITÀ DI APPARTENENZA: 5 STELLE

I risultati delle prove eseguite sull'apparecchio oggetto della presente Certificazione ambientale sono contenuti nel Rapporto di prova 18-U-312/SD (file "T5450018_A23-11_SP-Dual-15-32(SH)_1811_18-224").

Data di emissione: 14.01.2019

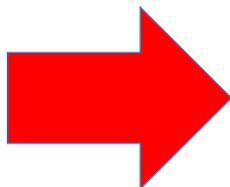
Responsabile del laboratorio
dr.ssa Claudia Marcuzzi

Claudia Marcuzzi

Firmato digitalmente da
MARCUZZI CLAUDIA
DN: c=IT, o=non presente,
cn=MARCUZZI CLAUDIA,
serialNumber=IT:MRCCLD67P44E
889J, givenName=CLAUDIA,
sn=MARCUZZI,
dnQualifier=16391750
Data: 2019.01.14 12:47:49 +01'00'

IL CONTO TERMICO CI CONSENTE DI ROTTAMARE APPARECCHI NON PIÙ COMPATIBILI CON IL
PROCESSO DI MIGLIORAMENTO/MANTENIMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

STUFA LEGNA
TRADIZIONALE
480 g/GJ di PM10



MODERNA STUFA
LEGNA/PELLET
60/30 g/GJ di PM10 **beReal**



★★★★

Stufa 4 Stelle

Condizioni reali
Inclusi i condensabili
Conduzione corretta

Riduzione
PM10 e B(a)P
X 8 -16 volte

Effetto turnover con moderne caldaie a biomasse: -50% di PM10

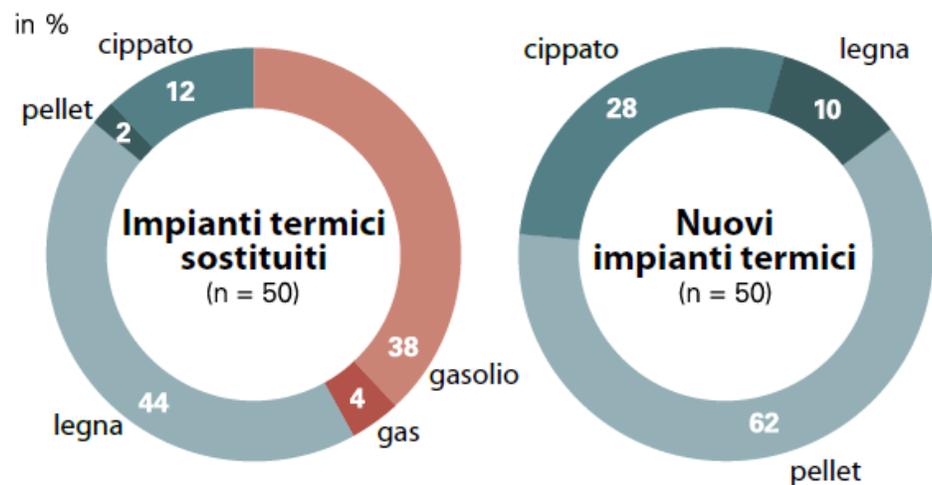


Figura 1 – A sinistra la composizione del parco caldaie esistenti e a destra la situazione impiantistica post-operam (fonte Schmidl, 2020).

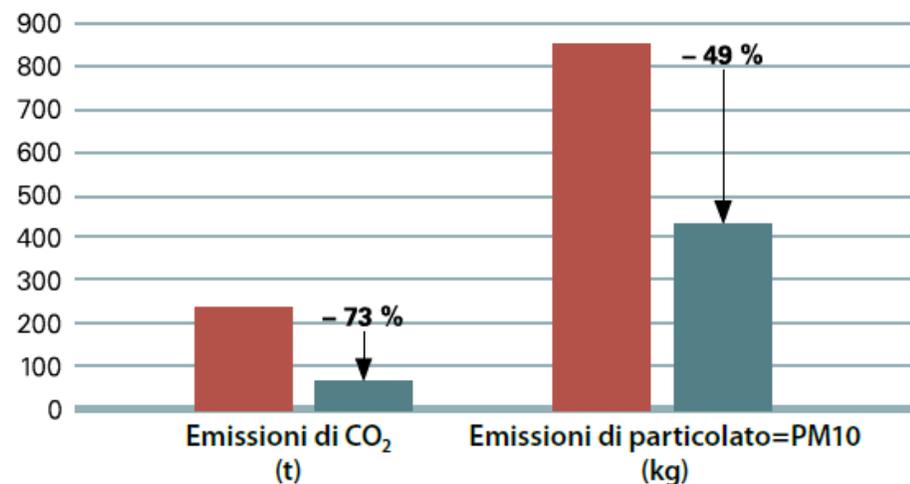


Figura 2 – Riduzione della CO₂ (in t) e del particolato (in kg) determinati dall'effetto del turnover tecnologico con moderne caldaie (fonte Schmidl, 2020).

Sulla base dei dati del Report statistico AIEL, abbiamo stimato che nel 2019 il **70% delle caldaie a pellet e il 40% delle caldaie a legna sono state incentivate dal Conto Termico**. Questo conferma, ancor più del trend in atto in Austria, che in Italia l'effetto del turnover tecnologico produce una riduzione del PM10 sicuramente non inferiore a quella rilevata in Austria.

CONTO TERMICO 2.0 (intervento 2B)

Strumento strategico per velocizzare il turnover tecnologico e la riduzione di PM10 e BaP

- Incentiva la **rottamazione di vecchi generatori a biomasse e gasolio**
- Per valori dell'incentivo < **5.000 € rata unica (→ 2-5 anni)**
- Incentivo fino al **65% dell'investimento** (35-50 %)
- **Accesso diretto** in qualsiasi momento



Esempi di calcolo dell'incentivo

Le seguenti tabelle permettono di avere un'idea dell'ordine di grandezza dell'incentivo, in funzione dei diversi fattori precedentemente descritti.

Incentivo erogato in 1, 2 o 5 anni (valori in Euro)

Stufe e termocamini

Zona Climatica	Potenza 8 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	780	936	1.170
E	947	1.136	1.421
F	1.003	1.203	1.504

Zona Climatica	Potenza 12 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	932	1.118	1.398
E	1.132	1.358	1.698
F	1.198	1.438	1.798

Caldaie con potenza ≤ 35 kW

Zona Climatica	Potenza 20 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	2.520	3.024	3.780
E	3.060	3.672	4.590
F	3.240	3.888	4.860

Zona Climatica	Potenza 35 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	4.410	5.292	6.615
E	5.355	6.426	8.033
F	5.670	6.804	8.505

Caldaie con potenza > 35 kW

Zona Climatica	Potenza 36 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	5.040	6.048	7.560
E	6.120	7.344	9.180
F	6.480	7.776	9.720

Zona Climatica	Potenza 50 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	7.000	8.400	10.500
E	8.500	10.200	12.750
F	9.000	10.800	13.500



www.energiadalleghno.it

3 Target

- FAMIGLIA
- IMPRESE
- PUBBLICA AMMINISTRAZIONE



Maschere di calcolo CT 2.0

Catalogo Vetrina soci AIEL sempre aggiornato con oltre **2.500 prodotti idonei al CT 2.0**

Conto Termico in R. Veneto 2014-2021 (ca. 60 M€ di incentivi erogati per int. 2B) Fonte: GSE



REGIONE DEL VENETO

Veneto - N. di interventi con contratto attivo al 1 marzo 2021 per tipologia di generatore, alimentazione e anno contratto

Tipologia Generatore	Alimentazione	Numero di interventi							2021 (al 1 marzo)	Totale
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
CALDAIA	Altre biomasse combustibili		1	1			2			4
	Cippato	6	11	6	5	10	6	10	1	55
	Legna (ciocchi o tondelli)	18	32	47	87	117	130	114	23	568
	Pellet	60	71	117	332	566	633	521	95	2395
MISTO	Legna (ciocchi o tondelli)					1	3	5	2	11
	MISTO				1	3	15	10	3	32
	Pellet			1	6	16	12	8	5	48
STUFA	Cippato							1		1
	Legna (ciocchi o tondelli)	1	5	36	197	471	1013	1209	392	3324
	MISTO				3	18	38	47	7	113
	Pellet	74	185	473	2473	3979	5293	4441	1500	18418
	Sansa di oliva disoleata				1	1				2
TERMOCAMINO	Cippato						1		1	2
	Legna (ciocchi o tondelli)			2	19	68	231	300	82	702
	MISTO						1			1
	Pellet	8	4	17	198	311	395	320	79	1332
Totale		167	309	700	3.322	5.561	7.773	6.986	2.190	27.008

In R. Veneto ca. 700.000 AD \approx 4 % in 7 anni

Azioni a scala comunale: l'esempio del Comune di Feltre



Comune di Feltre (Belluno)

Altitudine 325 m slm

Abitanti: 20.000

Famiglie: 10.000



Campagna di comunicazione: eventi di lancio della campagna

CITTÀ DI FELTRE **FELTRE rinnova** **FONDO COMUNE CONFINANTI**

Riscaldarsi meglio con meno per un'aria più pulita

Per non cambiare il clima... ..cambiamo noi

Incontro con il climatologo Luca Mercalli

18.00 Introduce Valter Bonan, Assessore all'Ambiente del Comune di Feltre

18.10 Pierluigi Svaluto Moreolo, giornalista di Telebelluno, intervista Luca Mercalli su clima, ambiente, energie rinnovabili, risorse naturali. Per salvare l'unico mondo che abbiamo il cambiamento può partire dalle nostre case

19.00 Ne parliamo con Luca Mercalli: domande dal pubblico

Luca Mercalli (Torino, 1966), climatologo, direttore della rivista Nimbus, presiede la Società Meteorologica Italiana, associazione nazionale fondata nel 1985. Si occupa di ricerca su clima e ghiacciai alpini, insegna sostenibilità in scuole e università in Italia, Svizzera e Francia e fa pratica in prime persone, vivendo in una casa che va a energia solare e legno, viaggiando in auto elettrica e coltivando fave. Per RAI ha lavorato a "Chi tempo che fa", "Scala Mercalli" e "I GMontagna" e ora a "Pileta di Mercalli" su Rainews. Editorialista per La Stampa, ha al suo attivo migliaia di articoli e oltre 1800 conferenze. Tra i suoi libri: *Filosofia delle nuvole*, *Che tempo che farà*, *Woggi nel tempo che fa*, *Prepariamoci*, *Clima: bene comune*, *Il mio orto tra cielo e terra*.

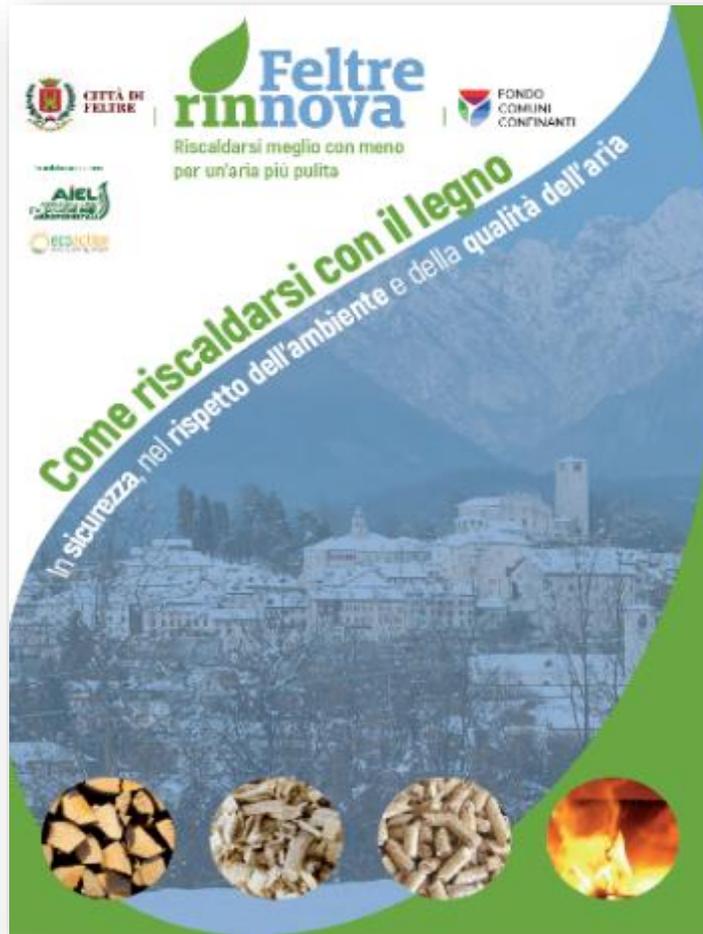
Sala convegni Ospedale di Feltre (nuovo ingresso)
Via Bagnols sul Cèze, 3
venerdì 26 gennaio 2018
ore 18.00



400 partecipanti!
Presso sala
conferenze
Ospedale di Feltre



Campagna di comunicazione: 2 guide per il cittadino



Campagna di comunicazione: incontri con cittadini e operatori (9)

CITTÀ DI FELTRE **FONDI COMUNI CONFINANTI**

Feltre rinnova
Riscaldarsi meglio con meno per un'aria più pulita

Forum di cittadinanza

Rottamazione delle vecchie stufe e cucine a legna: consigli pratici e incentivi

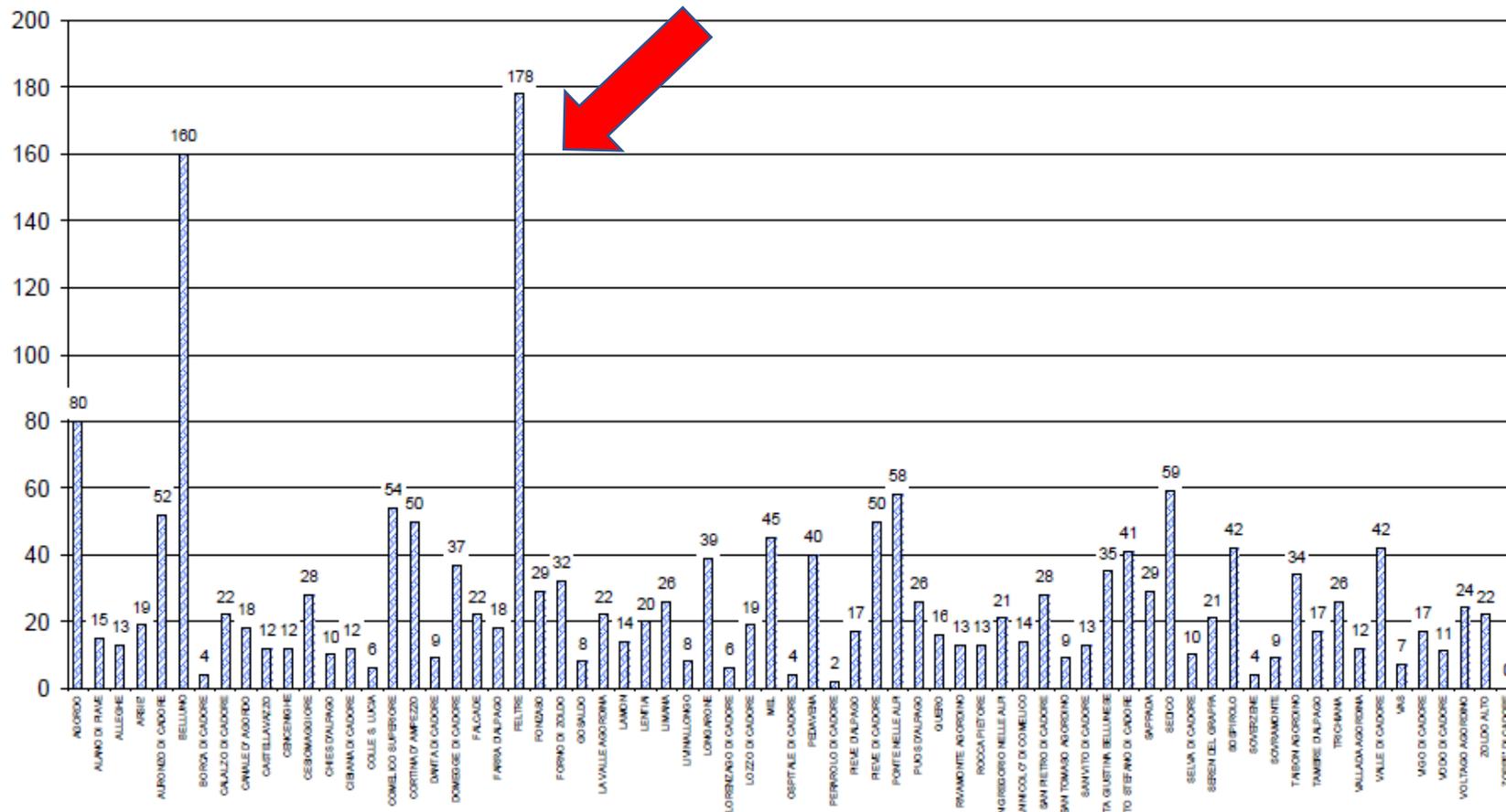
Serata rivolta principalmente ai cittadini di Feltre, e a quelli dei comuni dell'area vasta, che possiedono un apparecchio domestico a legna attualmente per rispondere a queste domande:

- Quante stelle ha la mia stufa e chi deve dirmelo?
- Cosa succederà in Veneto a partire dal prossimo inverno, potrò ancora usare la mia stufa o devo rottamarla?
- Se compro una stufa/cucina a legna, cosa devo sapere per poterla usare oggi... e in futuro?
- Se ho una stufa/cucina a legna devo fare il Libretto d'impianto e l'iscrizione al catasto regionale?
- In caso di incendio del camino, quali possono essere le cause e di chi sono le responsabilità?
- Come funziona il bando rottamazione stufe del Comune di Feltre?
- Come funziona l'incentivo Conto Termico per i generatori a legna?

Aula Magna
Campus Tina Merlin
Via Borgo Ruga, 40 - Feltre
venerdì 9 febbraio 2018
ore 20.00



COMANDO PROVINCIALE VIGILI DEL FUOCO - BELLUNO
 Ufficio Statistica Provinciale
 Numero interventi effettuati per incendio canna fumaria nella provincia di Belluno - dal 2005 al 2015
 Dati divisi per Comune
 (totale interventi n.1880)



2 Bandi rottamazione: 100.000 € in 2 anni

- **Bando rottamazione apparecchi e caldaie** Cumulabile con il CT 2.0
Misura C specifica per le **cucine economiche**

IMPORTO DEL CONTRIBUTO

importo massimo erogabile

Per la **MISURA A** l'importo massimo erogabile per ciascun intervento è pari a **800,00 euro**

Per la **MISURA B** l'importo massimo erogabile per ciascun intervento è pari a **2.700,00 euro**

Per la **MISURA C** l'importo massimo erogabile per ciascun intervento è pari a **800,00 euro**

importo erogato

L'importo erogato è commisurato al valore dell'ISEE del richiedente, ovvero con l'ISEE:

- **compreso tra 0,00 e 10.000 euro** l'importo erogato è **pari al massimo erogabile**
- compreso tra 10.001 e 20.000 euro l'importo erogato è pari al **50% del massimo erogabile**
- compreso tra 20.001 e 30.000 euro l'importo erogato è pari al **25% del massimo erogabile**

Le risorse disponibili sono ripartite tra le tre misure nella seguente proporzione: **MISURA A = 30%; B = 20%; C = 50%**

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

- ✓ Il legno è una **rinnovabile importante e strategica** per il Veneto e l'Italia
- ✓ Non «demonizzare» il biocombustibile ma «colpire» le **tecnologie non più compatibili con le politiche di qualità dell'aria**
- ✓ Favorire rapidamente l'evoluzione verso un «**mix tecnologico**» che consenta di incrementarne l'uso migliorando la qualità dell'aria (vd Svizzera!)
- ✓ **Accelerare il turnover tecnologico con bandi rottamazione** sinergici al Conto Termico, siamo in attesa di un **bando regionale. Promuovere il Conto termico a scala comunale!**
- ✓ Fondamentale **agire a scala comunale** per **informare e «scolarizzare» i conduttori di impianti termici a biomassa**: uso corretto, sicurezza, sono misure «non tecnologiche» con un **potenziale di riduzione del PM e BaP del 50%** → **Campagna comunicazione Regione Veneto**
- ✓ **Serve una forte collaborazione tra gli operatori della filiera, le loro associazioni, e le istituzioni pubbliche, in particolare i Comuni, per implementare le azioni sul territorio**