

Effetti della qualità dei biocombustibili sulla combustione e le emissioni, con approfondimento su Conto Termico, Detrazioni e Moderni impianti



Valter Francescato, direttore tecnico



AIEL ASSOCIAZIONE ITALIANA
ENERGIE AGROFORESTALI

**1° Corso di formazione per rivenditori
professionali di biocombustibili solidi**

20 Novembre 2019 Ore 16.30

Presso la sede di AIEL a Legnaro PD, in Viale dell'Università 14

ISCRIVITI

Associazione di filiera (500 imprese) ... dal bosco al camino



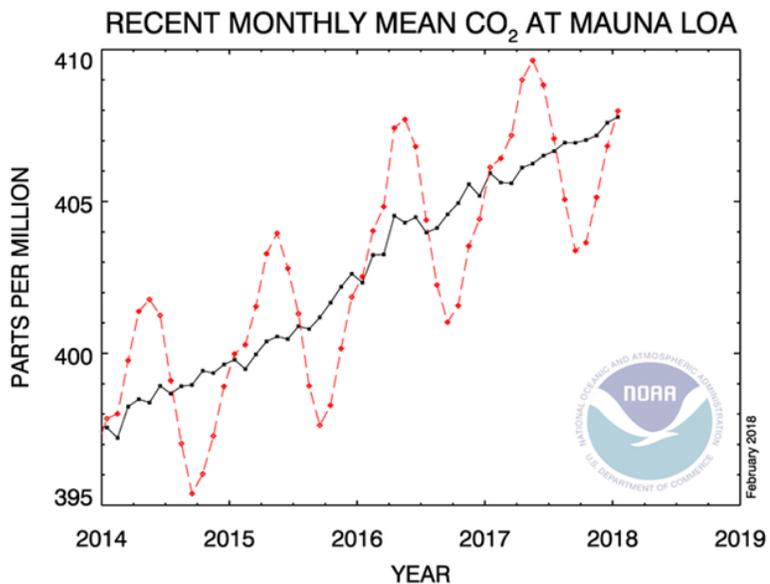


**CREDIAMO NELL'ENERGIA
CHE CRESCE, VIVE, MIGLIORA.**



<p>GRUPPI DI FILIERA</p>	<p>GRUPPO APPARECCHI DOMESTICI</p>	<p>GRUPPO COGENERAZIONE</p>	<p>GRUPPO CALDAIE A BIOMASSE</p>
<p>INSTALLATORE MANUTENTORE IMPIANTI A BIOMASSE</p>	<p>GRUPPO PRODUTTORI DISTRIBUTORI BIOMASSE</p>	<p>GRUPPO PRODUTTORI DISTRIBUTORI PELLET LIGNA</p>	<p>DESIDERI DIVENTARE SOCIO? UNISCI AL NOSTRO TEAM</p>

January 2018: 407.98 ppm
January 2017: 406.13 ppm
Last updated: February 5, 2018



Ogni anno a livello planetario lo sfruttamento dei giacimenti di **carbone, petrolio e gas** porta in superficie **10 miliardi di tonnellate di carbonio fossile**.

Attraverso la loro trasformazione e raffinazione e i processi di combustione (di **gas metano, GPL, gasolio, GNL**) questa immensa quantità di carbonio fossile avvelena l'atmosfera immettendo ogni anno **36 miliardi di CO₂ fossile**

TEMPESTA VAIA
9 Mm³ schiantati (40.000 ha)

7 volte la quantità di tronchi segati in Italia annualmente



Entro i **prossimi 40 anni**
la metà dei 5.000
ghiacciai delle Alpi
saranno completamente sciolti



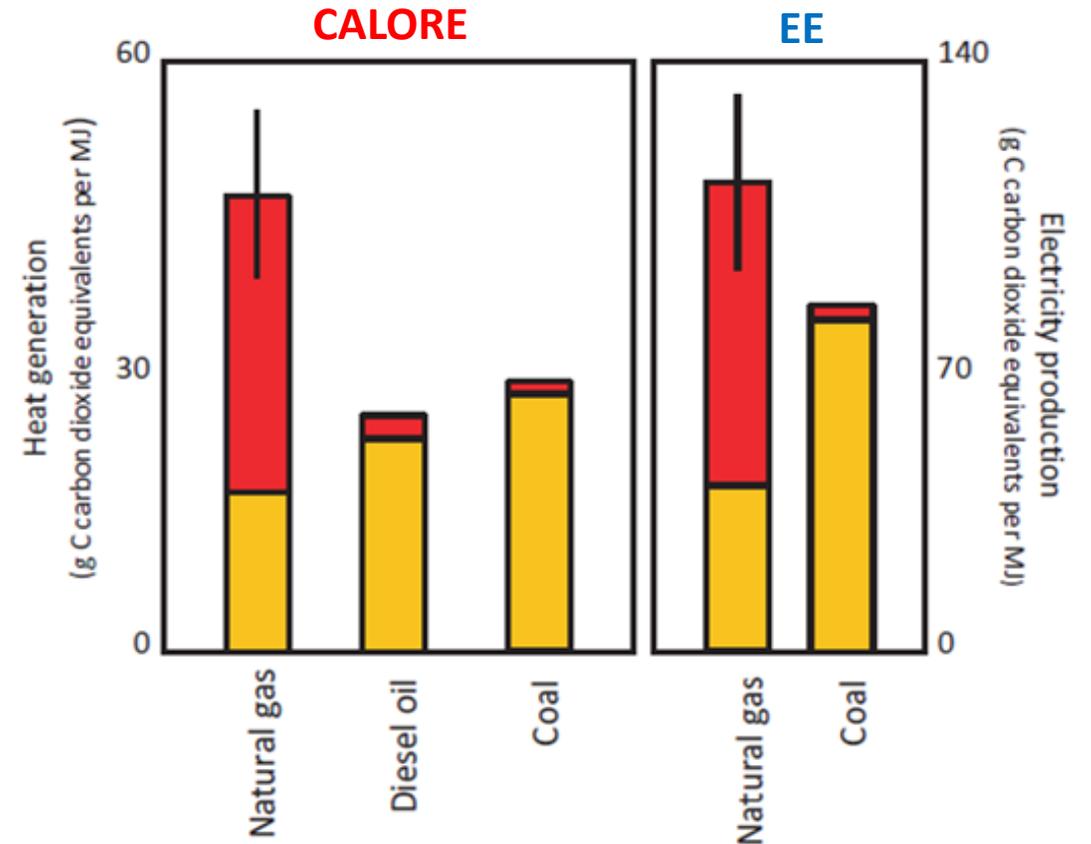
PERSPECTIVE

A bridge to nowhere: methane emissions and the greenhouse gas footprint of natural gas

Robert W. Howarth

Department of Ecology & Evolutionary Biology, Cornell University, Ithaca, New York 14853

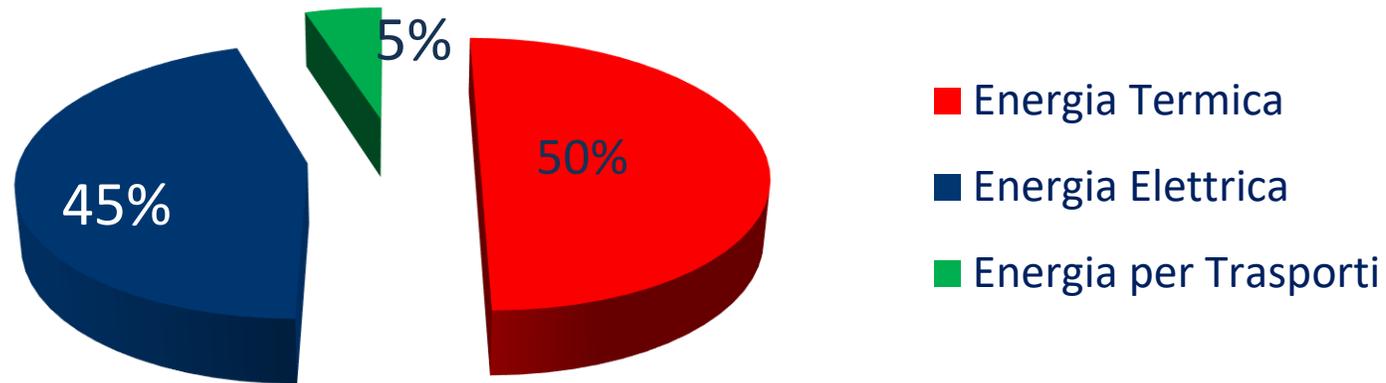
Il gas metano fossile ha effetti dannosi sul clima tanto quanto il carbone e il petrolio!



Obiettivi europei Energia e Cambiamento Climatico

2016 → 17,41% FER | 2030 → 32% FER

ENERGIA RINNOVABILE IN ITALIA

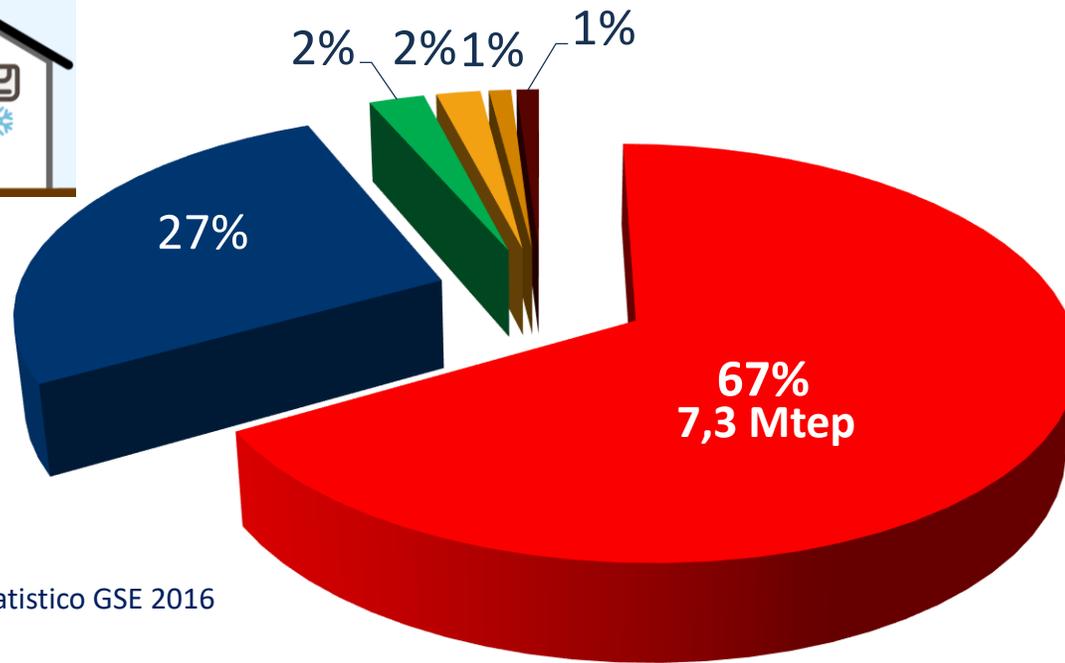
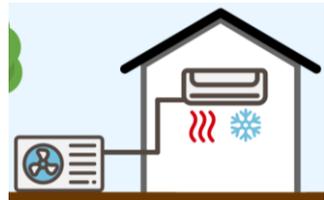


Termica Mtep 10,54 - Elettrica Mtep 9,50 - Trasporti Mtep 1,04

Fonte Rapporto Statistico GSE 2016

TERMICHE RINNOVABILI 19% dei consumi

- Biomasse Solide
- Pompe di calore
- Rifiuti biodegrad.
- Solare Termico
- Geotermica
- Biogas



Statistiche AIEL 2018

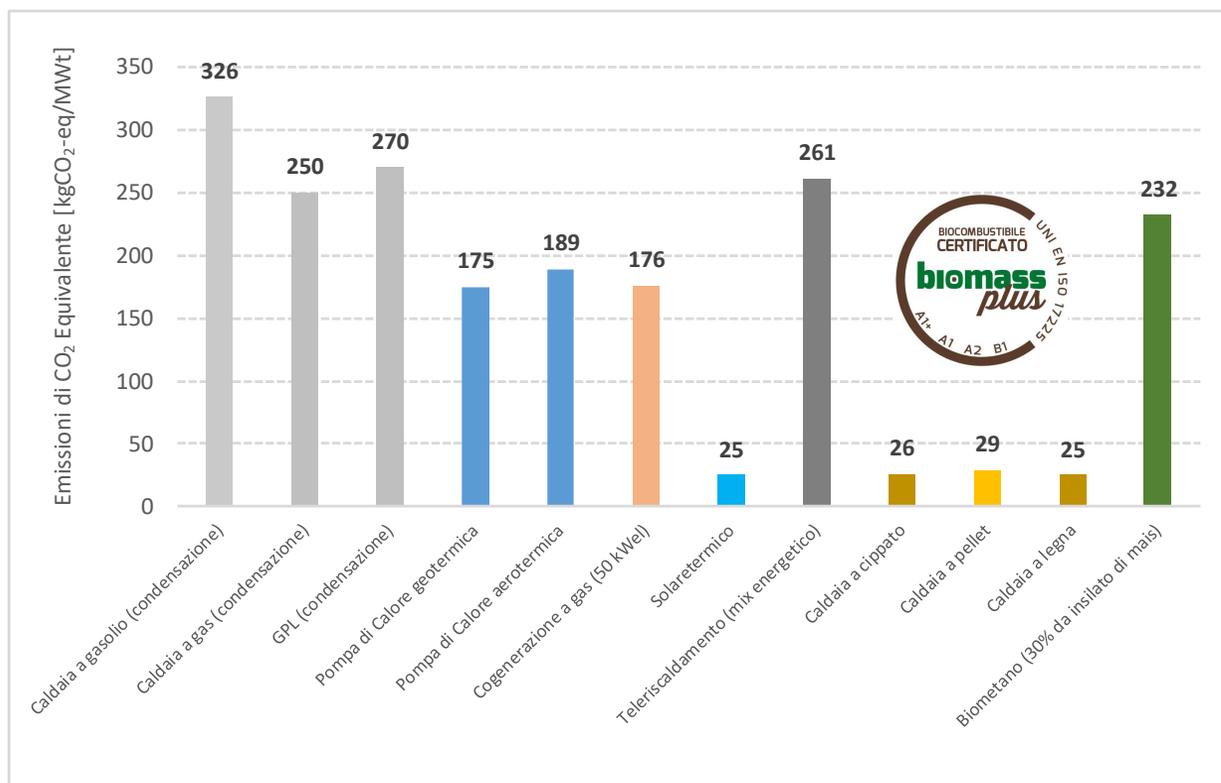
Legna: 12 Mt

Pellet: 3,2 Mt

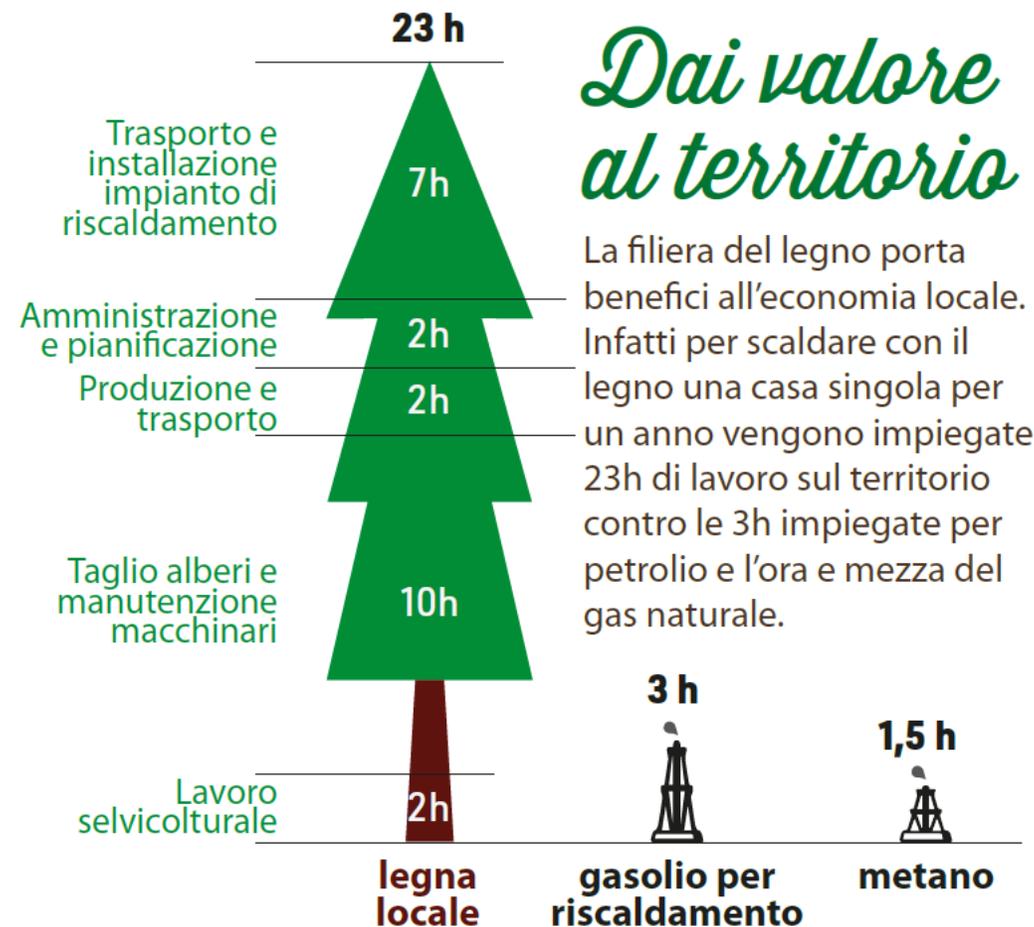
Cippato: 1,4 Mt (incl. TLR)

Fonte Rapporto Statistico GSE 2016

LEGNO: BENEFICI AMBIENTALI E SOCIO ECONOMICI



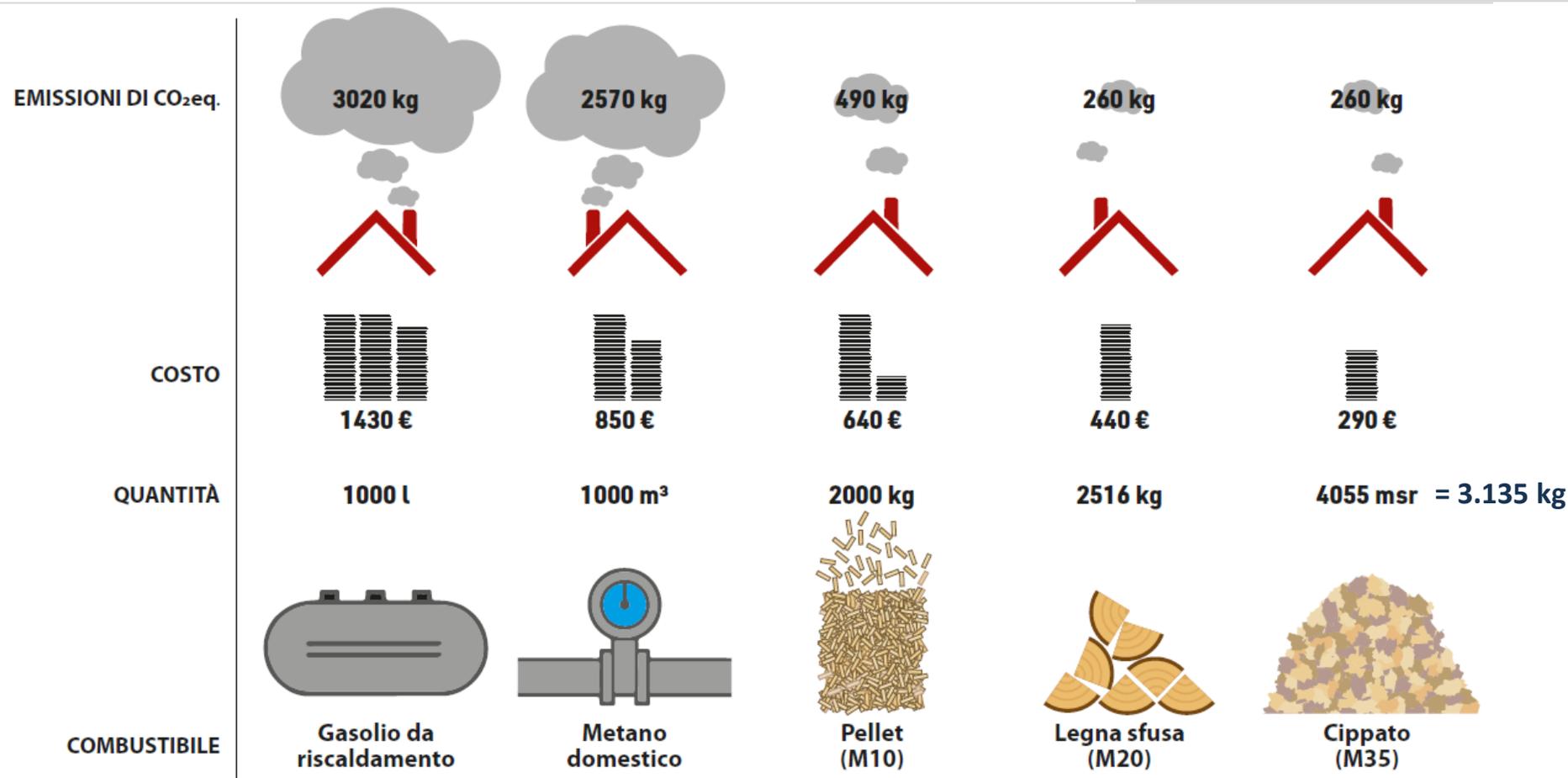
Emissioni di CO₂-Equivalente per unità di energia termica utile (kgCO₂-eq/MWht), calcolati con GEMIS, versione 4.95, tranne per il biometano (Fonte: IER - Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart, Novembre 2018).



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

LEGNO: BENEFICI AMBIENTALI E SOCIO ECONOMICI

Consumo: 10 MWh = 10.000 kWh

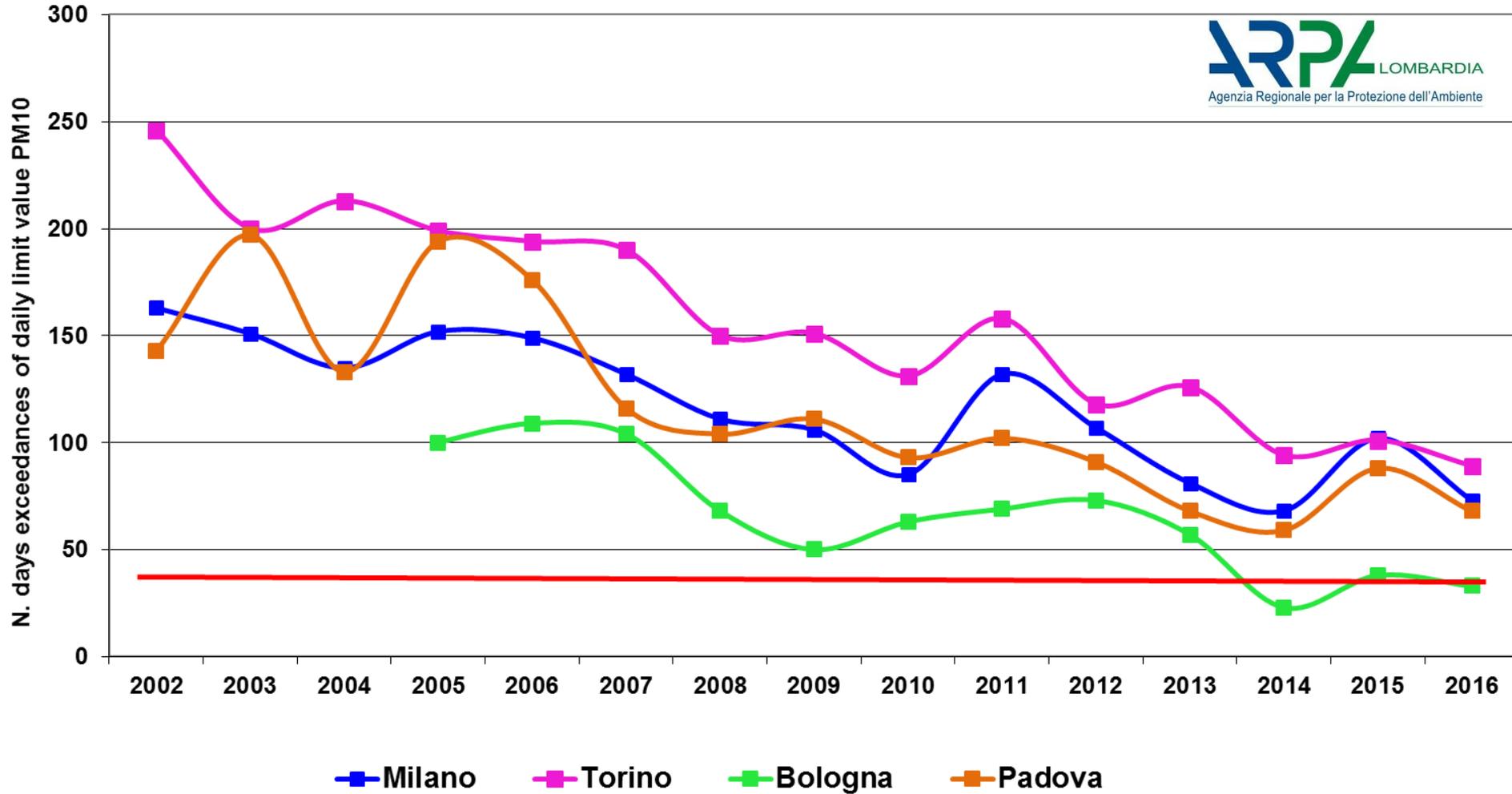


L'altra faccia della medaglia: la questione delle emissioni di PM10 e B(a)P



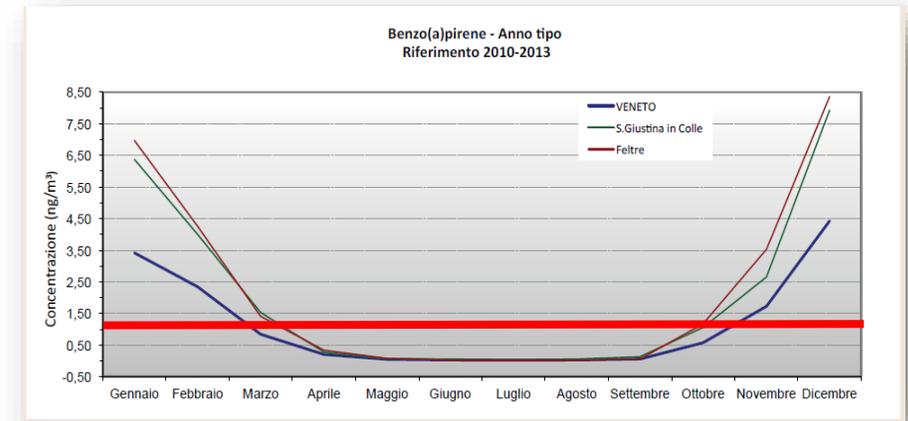
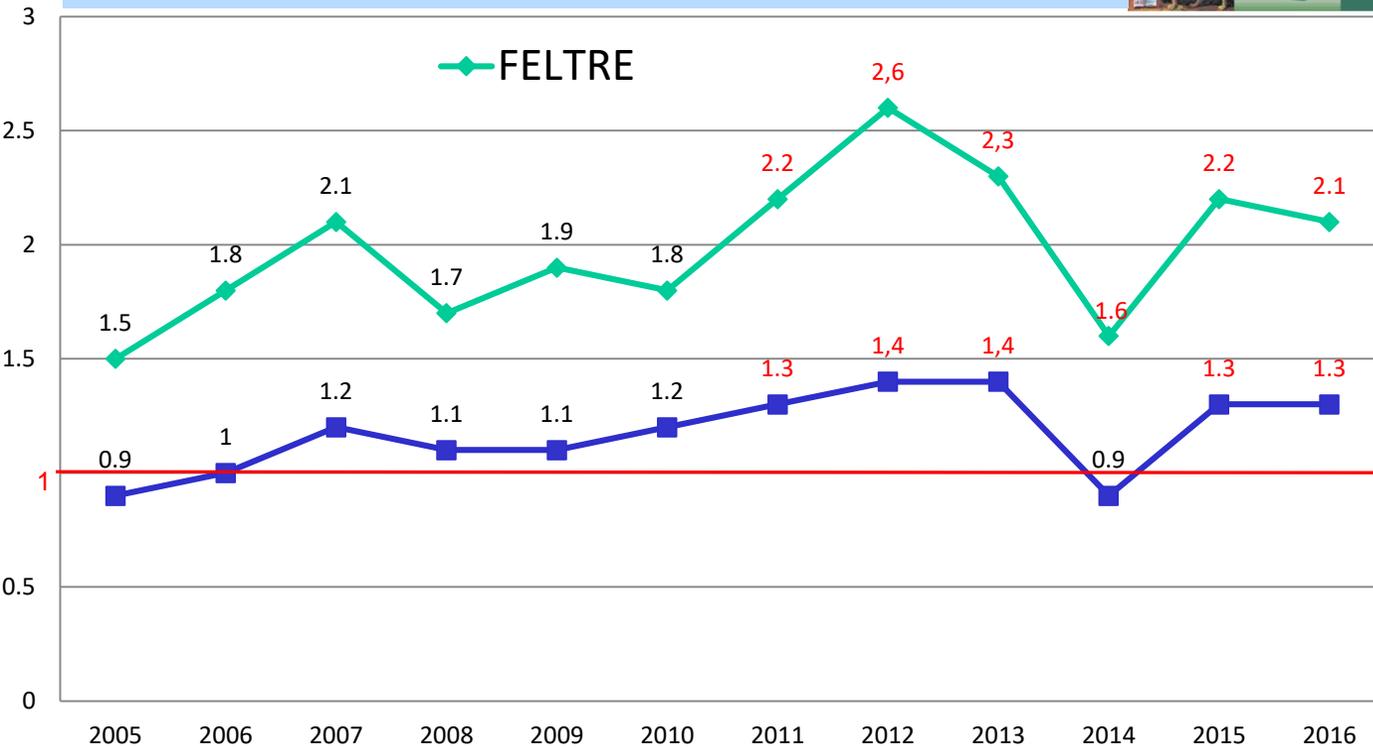
La questione delle emissioni di PM10 e B(a)P

PM10 numero giorni superamento limite 2002-2016



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

B(a)P – medie annuali (obiettivo 1 ng/mc – OMS 0.12 ug/mc)



Classificato come Cancerogeno per l'uomo dallo IARC (International Agency for Research on Cancer)

B(a)P



Definito obiettivo UE, pari ad 1 ng/m³ media annua
Sorgente: combustione legna, seguita da traffico pesante

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**

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 ITALIA nel 2015 (46 kt)

Anno 2015	Numero	Consumo	PM10
Camini aperti legna	34,8%	8,6%	26,0%
Stufe a legna	19,4%	28,6%	27,3%
Camini chiusi legna	15,3%	22,6%	21,0%
Cucine a legna	6,5%	9,6%	9,2%
Stufe a pellet	19,8%	16,9%	5,1%
Caldaia a legna <35 kW	3,5%	12,2%	11,2%
Caldaie a pellet <35 kW	0,6%	1,5%	0,2%
Totale	100%	100%	100%

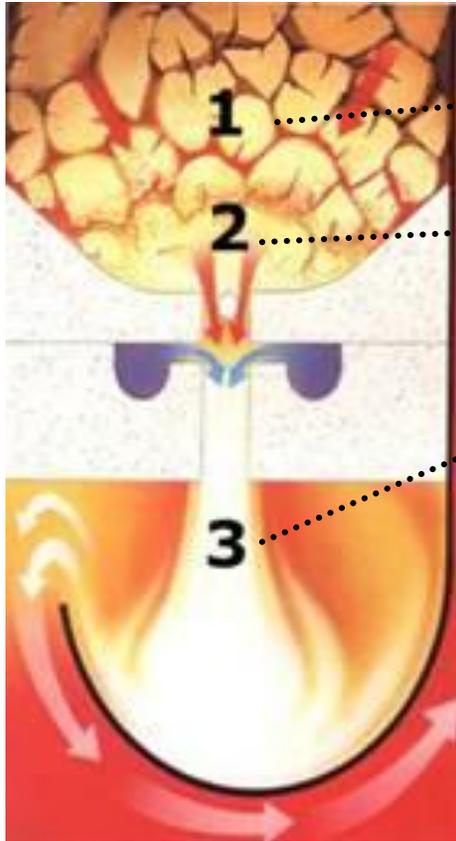
83%

←

←



IL PROBLEMA NON E' LA LEGNA...MA COME LA BRUCIO!



1 Riscaldamento ed essiccazione (100 °C)

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

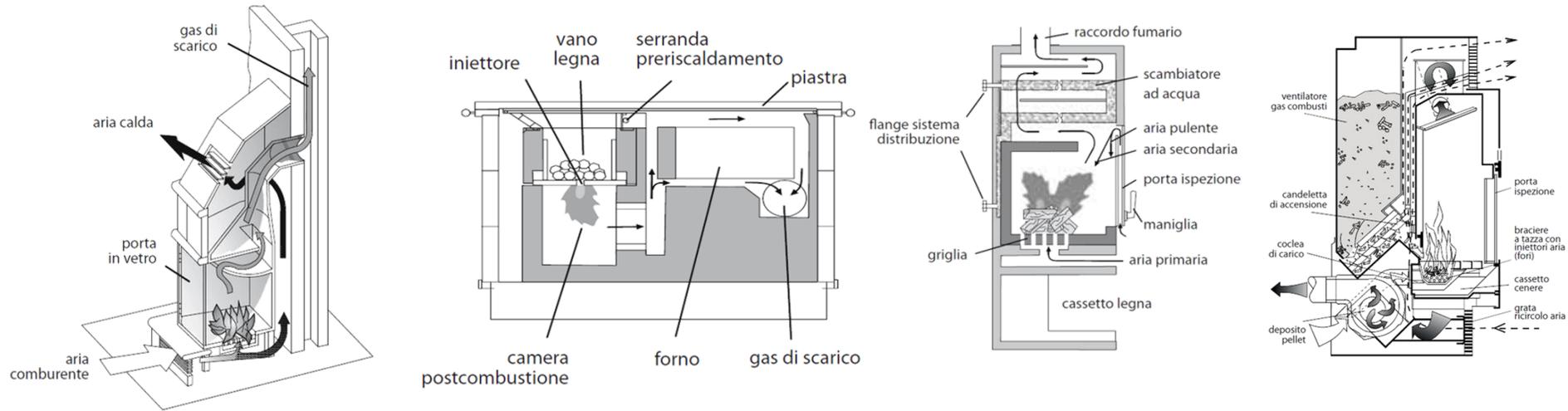
3 Ossidazione dei gas combustibili (700-1400 °C)

Combustione «completa» e regola 3T

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



Apparecchi domestici a legna e pellet, acquistate solo prodotti omologati e certificati ai sensi del decreto 186/2017



Tipo di apparecchio	Norma tecnica
Stufe/inserti/cucine a pellet	UNI EN 14785
Stufe a legna	UNI EN 13240
Camini chiusi/inserti a legna	UNI EN 13229
Cucine a legna	UNI EN 12815
Stufe ad accumulato	UNI EN 15250

Queste norme non prevedono la misurazione di tutti i gas inquinanti (solo CO e η) richiesti dal Decreto 186/2017

Rapporti di Prova di omologazione

Rapporto di prova Laboratorio accreditato (**ESEMPIO**)
(norma tecnica di prodotto | UNI EN 13240, stufa a legna)



Type: Tipo:		LH9
Model: Modello:		ICONA XW
Key data of the appliance at nominal heat output		
CO emission at 13% O ₂ Emissioni di CO al 13% O ₂	% mg/Nm ³	0,08 1053
CO emission at 0% O ₂ Emissioni di CO allo 0% O ₂	mg/MJ	675
Dust emission at 13% O ₂ Emissioni di polveri al 13% O ₂	mg/Nm ³	30
Dust emission at 0% O ₂ Emissioni di polveri al 0% O ₂	mg/MJ	19
OGC emission at 13% O ₂ Emissioni di OGC al 13% O ₂	mg/Nm ³	59
OGC emission at 0% O ₂ Emissioni di OGC al 0% O ₂	mg/MJ	47
NO _x emission at 13% O ₂ Emissioni di NO _x al 13% O ₂	mg/Nm ³	89
NO _x emission at 0% O ₂ Emissioni di NO _x al 0% O ₂	mg/MJ	58
Efficiency Rendimento	%	80,0



Decreto 7 novembre 2017, n. 186 | Allegato 1, art. 3 | La classificazione va da 2 a 5 stelle

Classe 5 stelle					
Tipo di generatore	PP (mg/Nm ³)	COT (mg/Nm ³)	NOx (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	η (%)
Camini 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)	NOx (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	η (%)
Camini 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
Classe 3 stelle					
Tipo di generatore	PP (mg/Nm ³)	COT (mg/Nm ³)	NOx (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	η (%)
Camini aperti	40	100	200	1500	75
Camini chiusi, inserti a legna	40	100	200	1500	75
Stufe a legna	40	100	200	1500	75
Cucine a legna	40	100	200	1500	75
Stufe ad accumulo	40	100	200	1250	75
Stufe, inserti e cucine a pellet - Termostufe	30	50	200	364	85
Caldaie	30	15	150	364	85
Caldaie (alimentazione a pellet o a cippato)	20	15	145	250	90



Agencia di consulenza tecnica ed ecologica
Organismo notificato n. 1888 - Regolamento (EU) n. 305/2011

Certificato ambientale n. 1888-CPR-599CA-18

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: KWB
KRAFT UND WÄRME AUS BIOMASSE GMBH
INDUSTRIESTRASSE 235
8321 ST. MARGARETHEN/RAAB
AUSTRIA

Modelli: COMBIFIRE CF2 VIS/OS 28
COMBIFIRE CF1.5 VIS/OS 28

Tipo di generatore: caldaie (303-5 alimentazione a legna)

Laboratorio di prova: NB 0408 TÜV AUSTRIA SERVICES GMBH
Am Thalbach 15
4600 Thalheim bei Wels
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 5	5	10	15	30
NOx	mg/Nm ³ 123	150	150	150	200
CO	mg/Nm ³ 47	30	200	364	500
η	% 92,4	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 ENERGETICA DI APPARTENENZA: 4 STELLE

I risultati delle prove eseguite sull'apparecchio oggetto della presente Certificazione ambientale sono contenuti nei Rapporti di prova 15-UW-Wels-EX-132/2 datato 12.10.2015 e 15-UW/Wels-EX-132 datato 20.03.2017.

Data di emissione: 04.06.2018

Responsabile del laboratorio
dr.ssa Claudia Marcuzzi

Firmato digitalmente da MARCUZZI
 Claudia
 DN: c. cn= Claudia Marcuzzi,
 o= ncléco, ou= ncléco, email=claudia@ncléco.it,
 serialNumber=748C2C0C7F9A88,
 st= provincia di Padova,
 serialNumber=148364,
 email=clm@ncléco.it,
 cn= Claudia Marcuzzi
 Date: 2018.06.04 10:05:01 +0200

AIEEL s.r.l. - Via Lomazzo, 41 - 32081 CORCHENIGO (PN) - Tel. 0435 / 42676-42677-42678 - www.aieel.it
 Cap. Soc. € 7.500.000 i.v. - Iscr. Reg. Imp. n. 001808036 - Cod. Fis. n. 015480803608

Principali caratteristiche di una moderna stufa a legna (Fonte: TFZ)

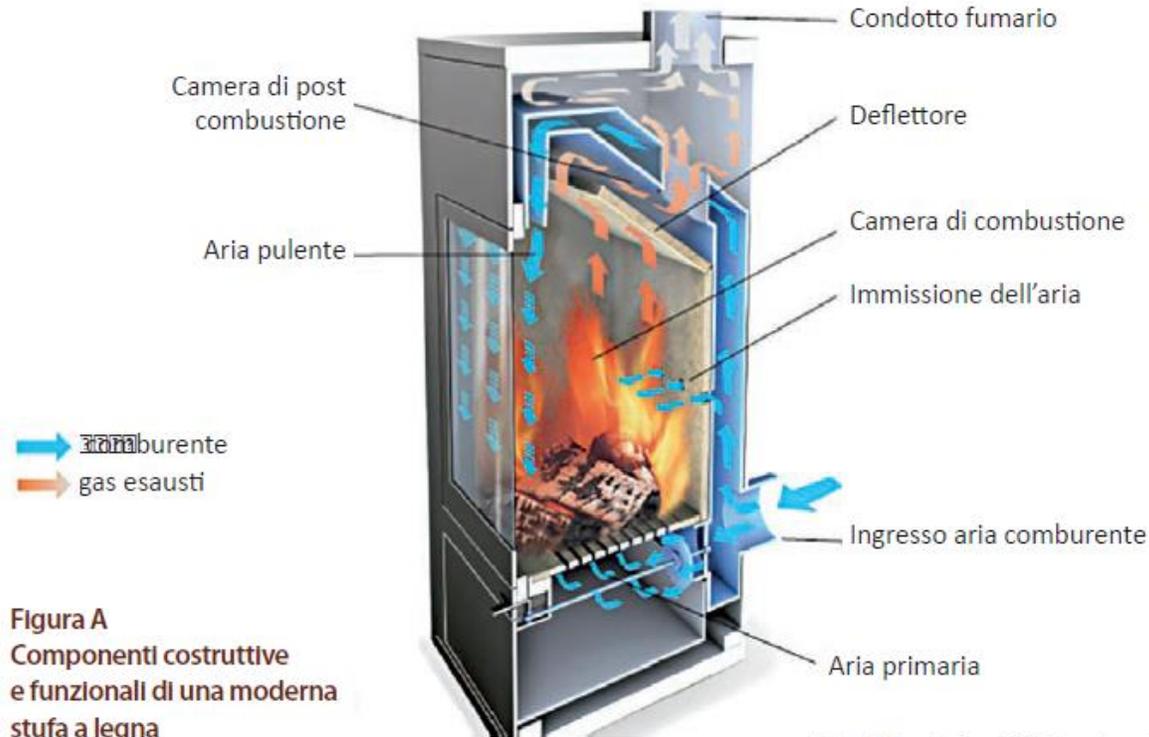


Figura A
Componenti costruttive
e funzionali di una moderna
stufa a legna

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)



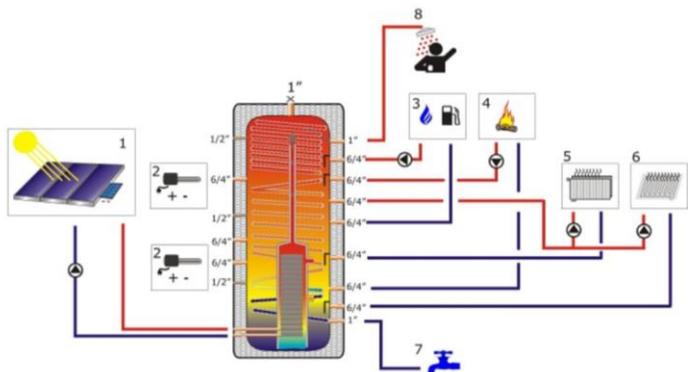


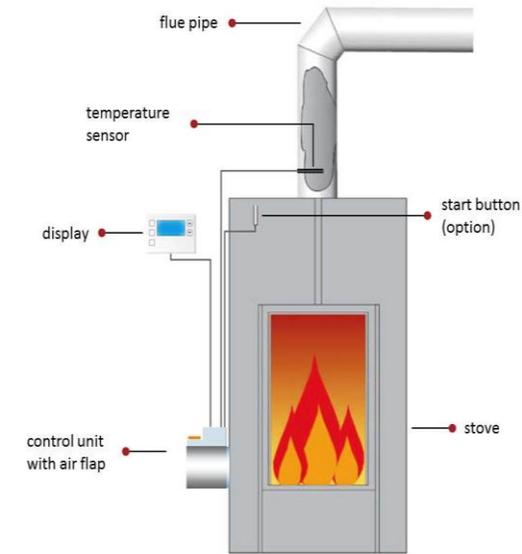
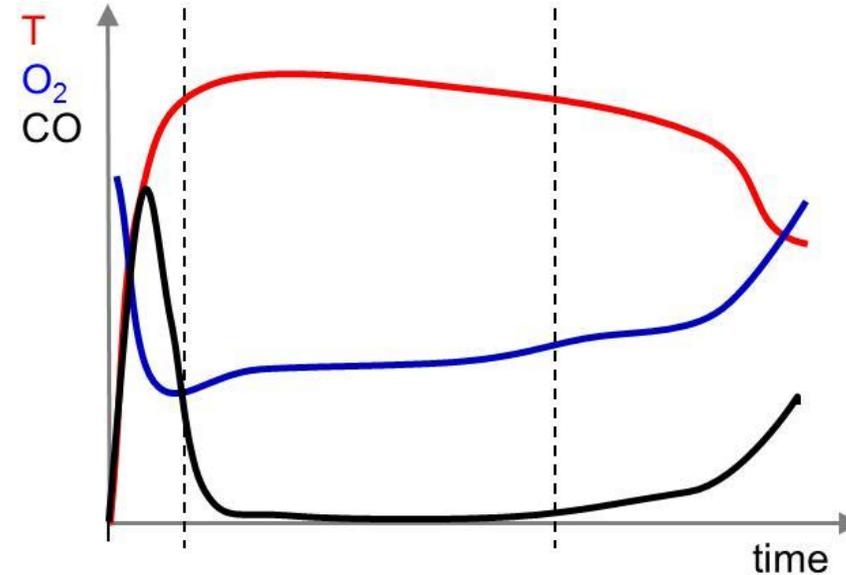
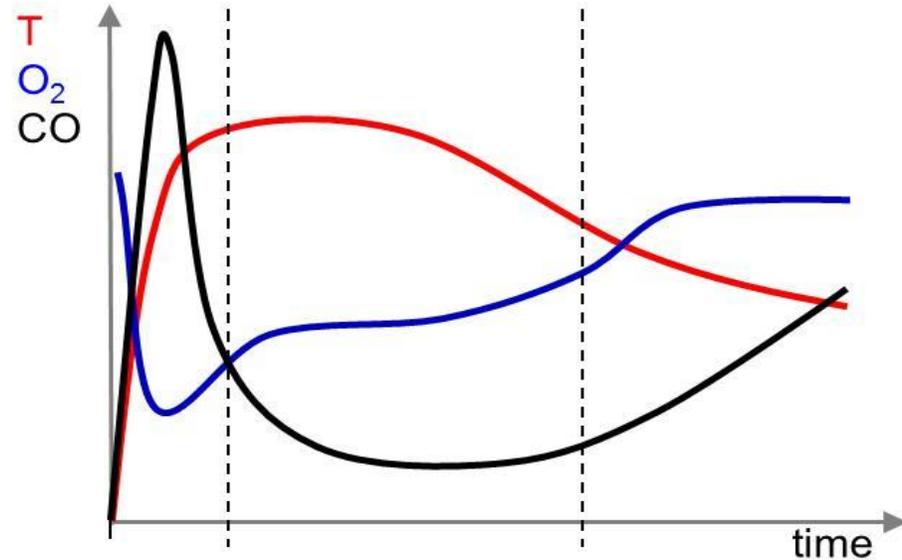
Tabella 3 - Concentrazioni dei prodotti di combustione riferite a un tenore di ossigeno libero nei fumi del 13% durante il regime permanente

	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



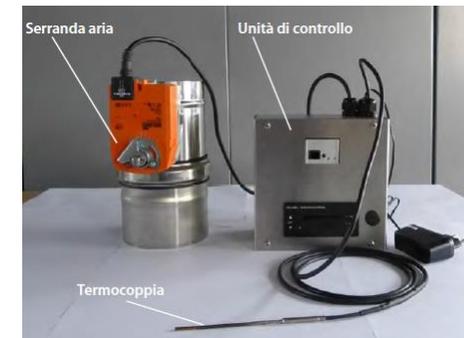
Evoluzione tecnologica: integrazione di sistemi di controllo dell'aria comburente (retrofitting)

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

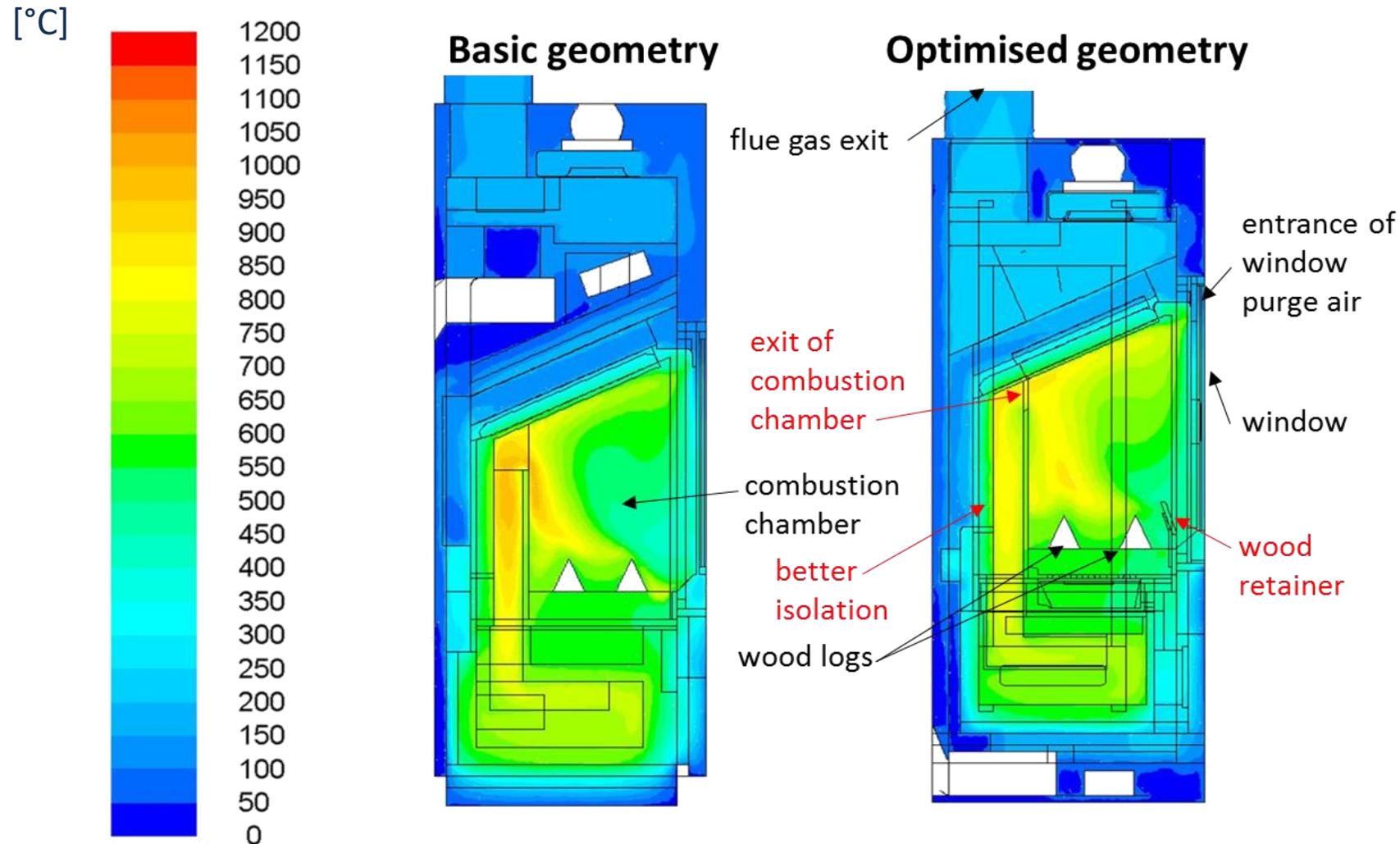


Effetti positivi

- Riduzione fase di accensione
- Camera combustione mantenuta costantemente a T più elevata
- L'O₂ è più costante e più basso nella fase di combustione e fase finale della combustione
- CO/OGC con un solo picco nella fase di accensione
- Riduzione perdite a generatore spento (ca. 190 kg legna M20 ~ 750 kWh/a)



Modellistica CFD aiuta lo sviluppo di stufe più efficienti (ottimizzazione)



L'utilizzatore fa la differenza!



- **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 del caminetto a legna



LIGHT 02

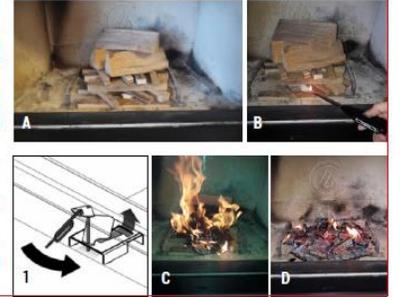
Preparazione e accensione

Preparazione e caratteristiche della legna

- Pulire la camera di combustione accuratamente
- Lunghezza dei ciocchi di legna spaccata: 25 cm (L 25)
- Usare solo legna secca, stagionata per almeno 1 anno, con contenuto idrico inferiore al 20% (M20)

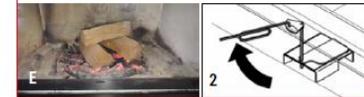
Carica di accensione

- Posizionare la legna fine sulla parte centrale della camera di combustione delimitata dai due supporti in acciaio. Sopra alla legna fine posizionare 3 ciocchi di legna disposti come in A.
Fare molta attenzione al posizionamento della legna, in modo che l'aria circoli liberamente tra i pezzi per non soffocare la fiamma: il legno troppo stipato non brucia correttamente.
- La massa della carica di accensione deve essere di circa 3 kg (A).
- Posizionare l'accendifuoco naturale al centro della cassetta, accendere come in B (accensione dal basso) e assicurarsi che il registro sia posizionato aperto (1).
- Dopo circa 15 minuti la camera di combustione si troverà nello stato di piena combustione (C) e dopo circa 30 minuti come in D.



Ricarica della legna

- Ricaricare quando la fiamma è in fase di estinzione o quando non ci sono fiamme visibili ma ancora abbastanza braci con legna grossa (E). Quando la combustione sarà come nello stato di C, chiudere il registro aria (2).
- Legna: 3 ciocchi da 1 kg ciascuno, per un totale di 3 kg, disposti come in E.
- Nelle successive ricariche di legna, prima aprire il registro aria come in 1, poi caricare i ciocchi come in E e nello stato di piena combustione (C), richiudere il registro aria (2).



Fase di spegnimento

- Quando le fiamme sono estinte e il letto di braci non irradia più calore (F), chiudere la serranda dell'aria (2)



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.



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 spaccata: 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 accendifuoco (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).



Guida rapida al corretto uso del caminetto a legna

LIGHT 02



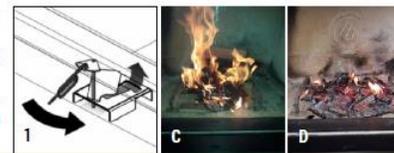
Preparazione e accensione

Preparazione e caratteristiche della legna

- Pulire la camera di combustione accuratamente
- Lunghezza dei ciocchi di legna spaccata: 25 cm (L 25)
- Usare solo legna secca, stagionata per almeno 1 anno, con contenuto idrico inferiore al 20% (M20)

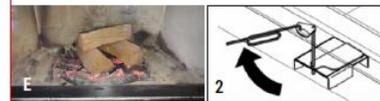
Carica di accensione

- Posizionare la legna fine sulla parte centrale della camera di combustione delimitata dai due supporti in acciaio. Sopra alla legna fine posizionare 3 ciocchi di legna disposti come in A.
- Fare molta attenzione al posizionamento della legna, in modo che l'aria circoli liberamente tra i pezzi per non soffocare la fiamma: il legno troppo stipato non brucia correttamente.
- La massa della carica di accensione deve essere di circa 3 kg (A).
- Posizionare l'accendifuoco naturale al centro della catasta, accendere come in B (accensione dal basso) e assicurarsi che il registro sia posizionato aperto (1).
- Dopo circa 15 minuti la camera di combustione si troverà nello stato di piena combustione (C) e dopo circa 30 minuti come in D.



Ricarica della legna

- Ricaricare quando la fiamma è in fase di estinzione o quando non ci sono fiamme visibili ma ancora abbastanza braci con legna grossa (E). Quando la combustione sarà come nello stato di C, chiudere il registro aria (2).
- Legna: 3 ciocchi da 1 kg ciascuno, per un totale di 3 kg, disposti come in E.
- Nelle successive ricariche di legna, prima aprire il registro aria come in 1, poi caricare i ciocchi come in E e nello stato di piena combustione (C), richiudere il registro aria (2).



Fase di spegnimento

- Quando le fiamme sono estinte e il letto di braci non irradia più calore (F), chiudere la serranda dell'aria (2)



ATTENZIONE

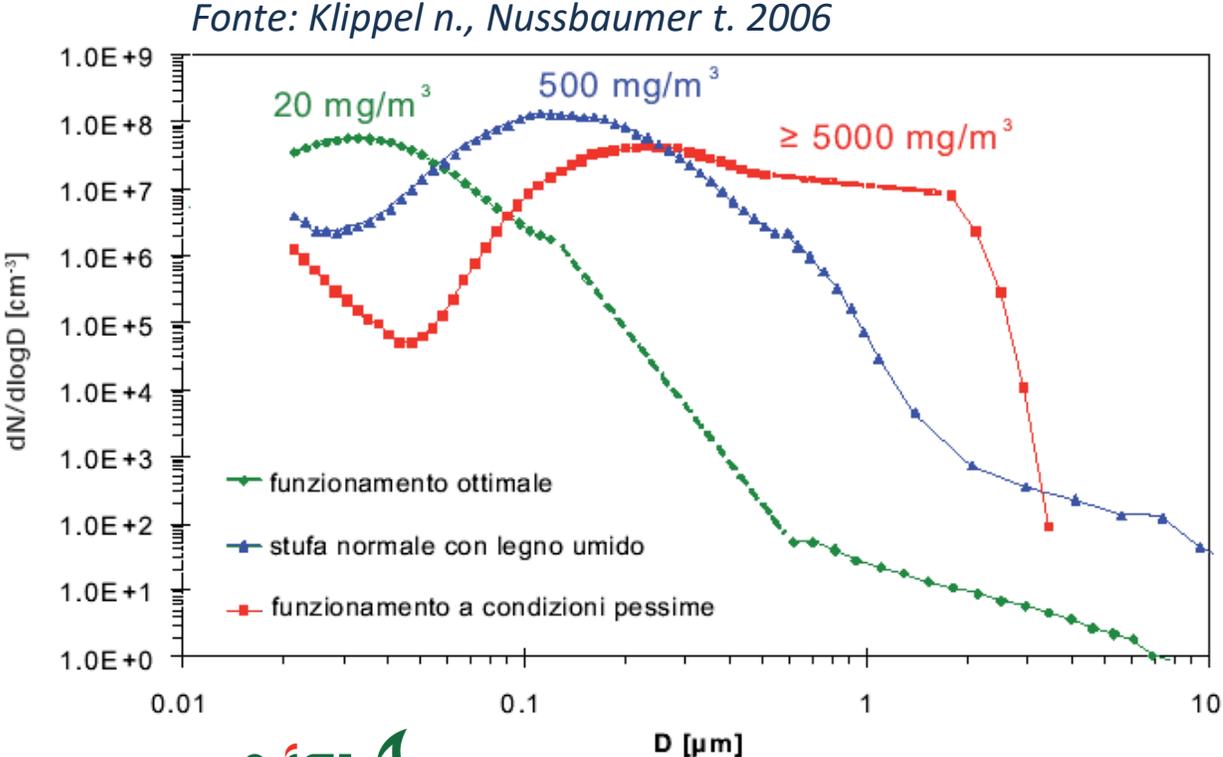
L'esercizio della stufa con modalità diverse da quelle indicate nella presente guida causa un funzionamento non ottimale dell'apparecchio, pertanto le prestazioni di emissione e di rendimento attese non potranno essere raggiunte.

EFFETTO DELLA QUALITÀ DEL COMBUSTIBILE E DELLA GESTIONE

Stufa certificata (<50 mg), **ciocchi troppo grossi → 250 mg**

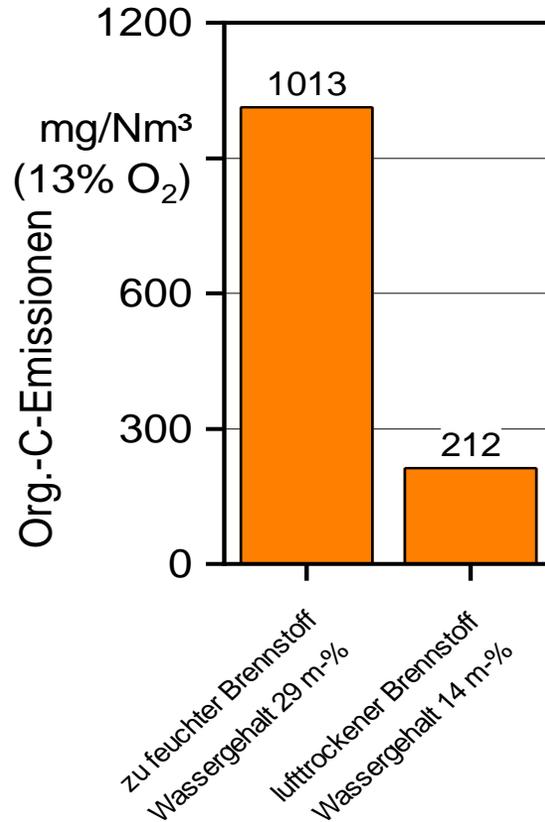
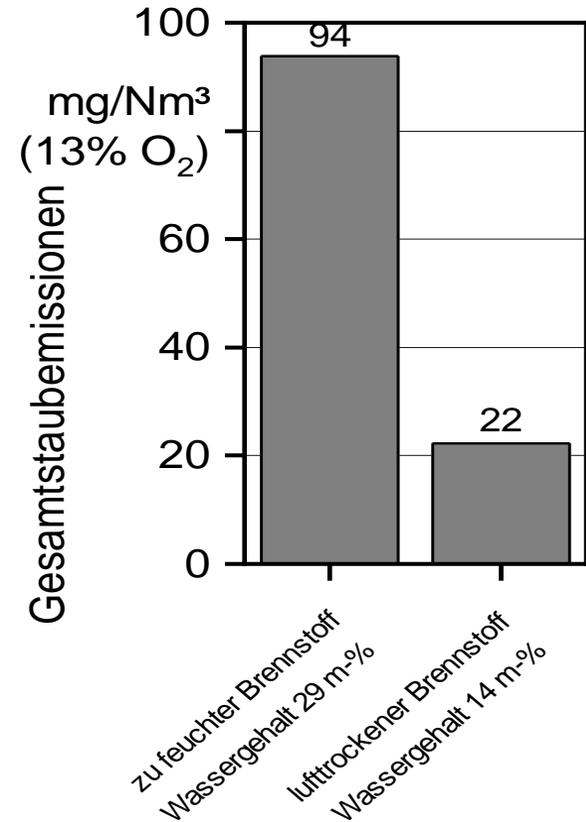
Stufa certificata (<50 mg) **legna umida → 500 mg**

Stufa convenz in cond pessime di funzionamento. (registri aria chiusi) → **fino a 5000 mg**



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!

Legna con contenuto idrico ottimale 14%

9,68 kWh

- La legna secca si accende rapidamente
- La camera di combustione raggiunge rapidamente la temperatura ottimale
- Si formano pochi gas incombusti
- Si ottengono basse emissioni di polveri

TFZ

emissioni di polveri

mg

Legna con contenuto idrico del 29%

7,70 kWh

- La legna umida si accende più lentamente
- La camera di combustione raggiunge lentamente la temperatura ottimale
- Si formano molti gas incombusti
- Si ottengono elevate emissioni di polveri

Combustibili di prova

Specie legnose a confronto

Fonte: F. Hugony (ENEA, 2016)

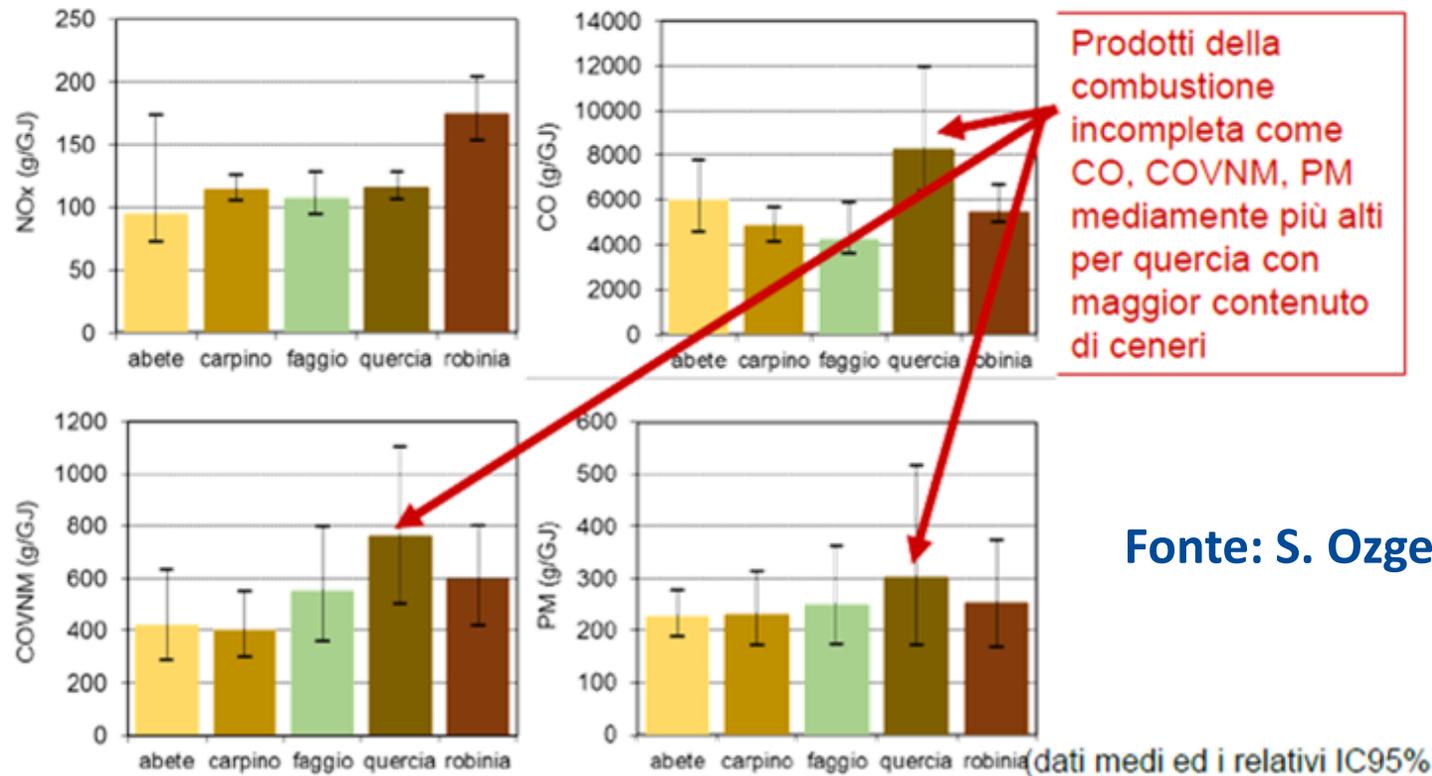


Proprietà	Unità	Faggio	Carpino	Quercia	Robinia	Abete	Pellet	
							Alta Qualità	Bassa Qualità
		F	C	Q	R	A	AQ	BQ
UMIDITA'	%	9.5	9.8	10.0	9.2	9.3	6.8	7.1
CENERI	%	0.5	0.5	1.4	0.8	0.4	0.4	0.8
N	%	0.1	<0.1	<0.1	0.4	0.65	0.3	0.35

1. Livelli di umidità molto bassi. UNI EN ISO 17225 $<16 \pm 4\%$
2. Contenuto di ceneri basso, eccetto per la quercia (conseguenze sul PM)
3. Contenuto di N dell'Abete incide sulle emissioni di NOx

Influenza dell'essenza legnosa sui FE medi degli apparecchi a carica manuale

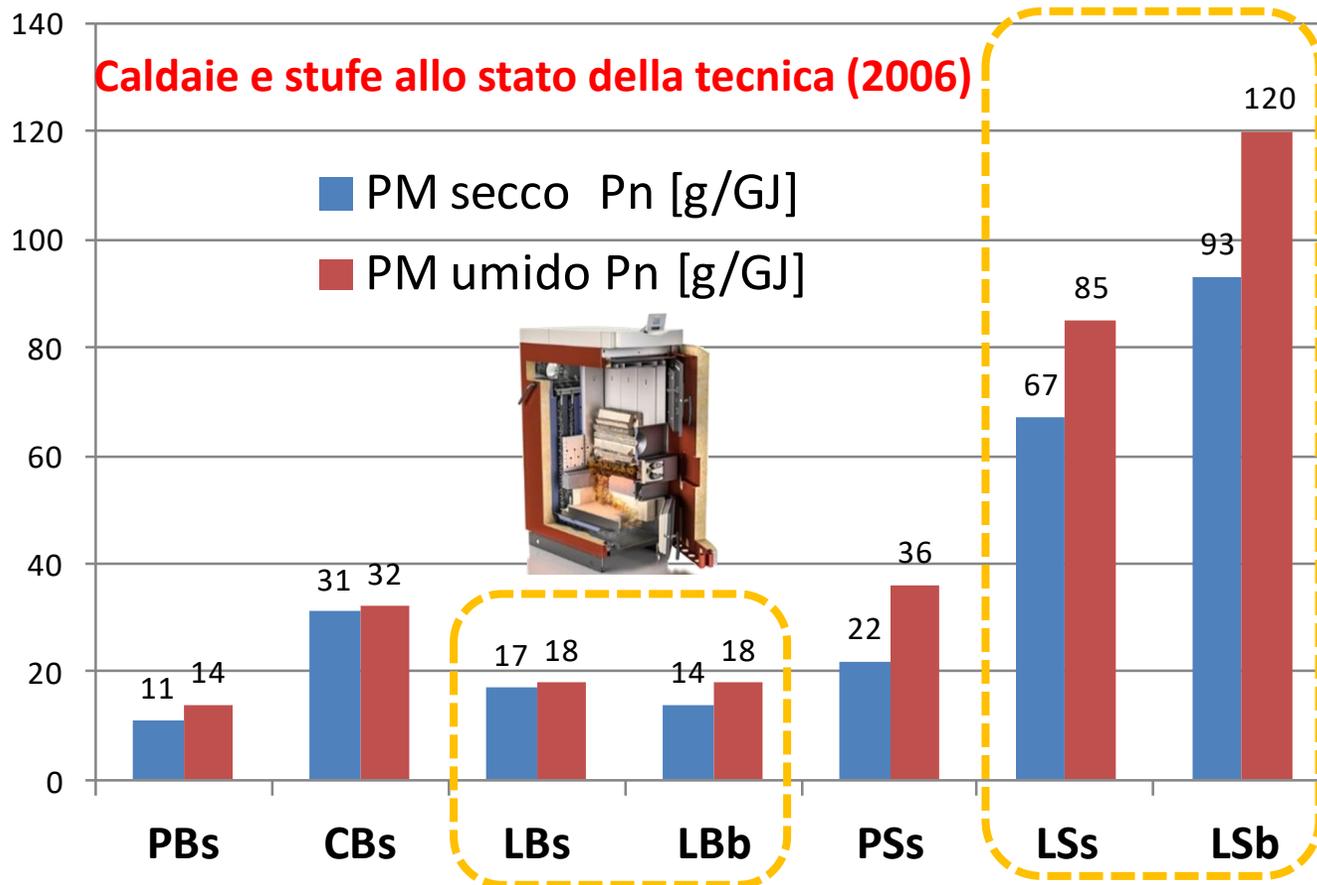
IC95% si sovrappongono → FE con diverse essenze non sono statisticamente differenti



Fonte: S. Ozgen (Politecnico di Milano, 2016)

Specie legnosa ed emissioni (Orasce et al. 2012)

Particolato



PBs: caldaia a pellet (abete), 25 kW; **CBs:** caldaia a cippato (abete), 30 kW; **LBs:** caldaia a legna (abete), 30 kW, **LBb:** caldaia a legna (faggio), 30 kW; **PSs:** stufa a pellet (abete), 13 kW, **LSs:** stufa a legna (abete), 8 kW; **LSb:** stufa a legna (faggio), 8 kW

Evoluzione delle prestazioni degli AD a legna e pellet in condizioni Reali di esercizio

Fonte: S. Ozgem et al. 2017 (Politecnico Milano Dip. DICA e LEAP)

<p>Stufa a pellet: Potenza nominale: 11,1 kW Consumo nominale = 2,4 kg/h Efficienza = 89,2%</p>		<p>Stufa a legna: Potenza nominale: 8,2 kW Consumo nominale = 2,0 kg/h Efficienza = 80,8%</p>	
			
Pellet di abete (certificato A1)	Pellet di faggio	Abete (legna morbida)	Faggio (legna dura)

Particolato ultrafine 0.1 µm (UFP)

UFP - FE sperimentali con ciclo "reale"			
STUFA A PELLETT		STUFA A LEGNA	
Pellet abete	Pellet faggio	Legna abete	Legna faggio
30 g/GJ	25 g/GJ	36 g/GJ	67 g/GJ

faggio →
maggior
contenuto di
ceneri nel
combustibile



IPA Stufa a pellet: 0,01%

IPA stufa a legna: 1,5%

Risposte tossicologiche relative rapportate all'energia entrante al sistema*

Caso indagato	Infiammazione	Genotossicità	Stress ossidativo
Stufa a pellets (abete)	1.4	1.3	1.3
Stufa a pellets (faggio)	1.0	1.0	1.0
Stufa a legna (abete)	1.4	2.5	1.3
Stufa a legna (faggio)	2.3	2.8	2.9

*Il valore 1 è assegnato alla risposta minore osservata per ciascun parametro (a parità di energia in ingresso con il combustibile).



Accensione e ricarica: seguire il libretto di istruzioni

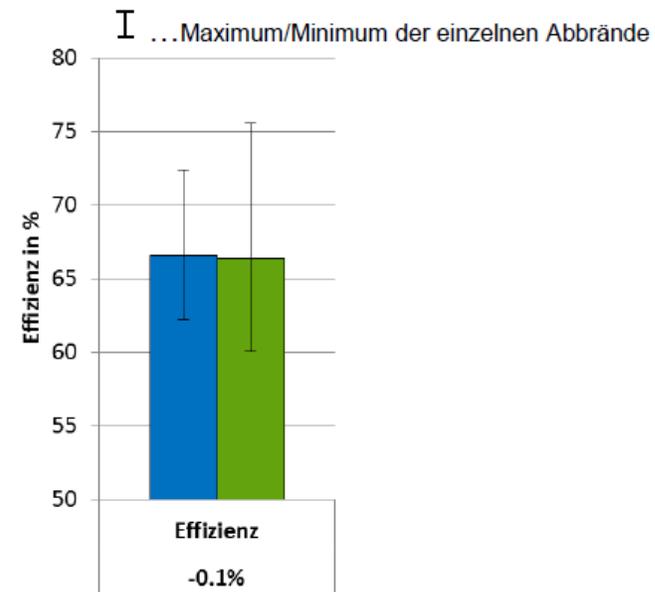
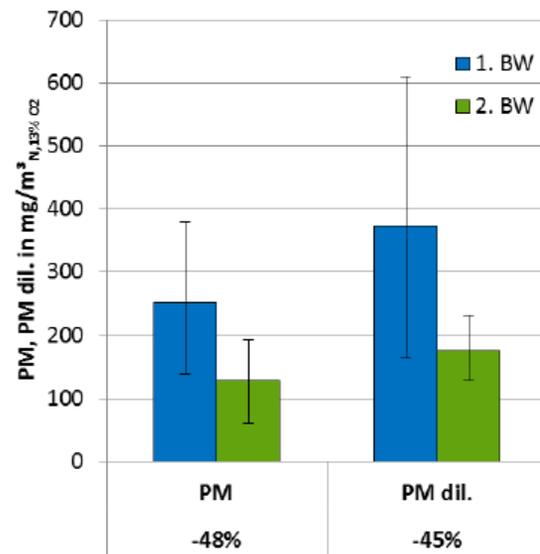
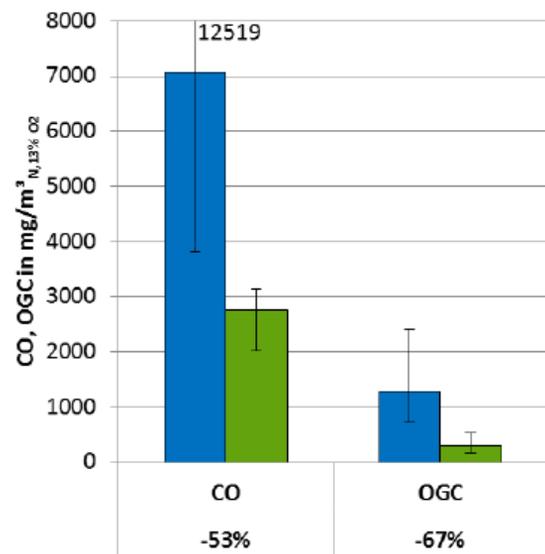
Emissioni PM -50% e rendimento più vicino ai valori di omologazione!!

	Comportamento usuale utente finale	Secondo manuale di istruzioni
Tipo di legna	Abete squadrato	Faggio legna spaccata
Accensione		
Ricarica del vano		

Effetto della «scolarizzazione» dell'utente finale sulle emissioni di stufe a legna: **dimezzate** (fonte: B2020+, 2019)

■ Schulung (SH-Öfen)

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



Il fumo visibile e un indicatore di polveri!

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**



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.*

Metodo ottimale di accensione con accendifuoco



- posizionare centralmente un idoneo accendifuoco
- disporre i legnetti di accensione incrociati (meglio usare legno tenero)
- disporre due ciocchi con la punta verso l'interno e due con la punta verso l'esterno

Metodo approssimativo di accensione con carta

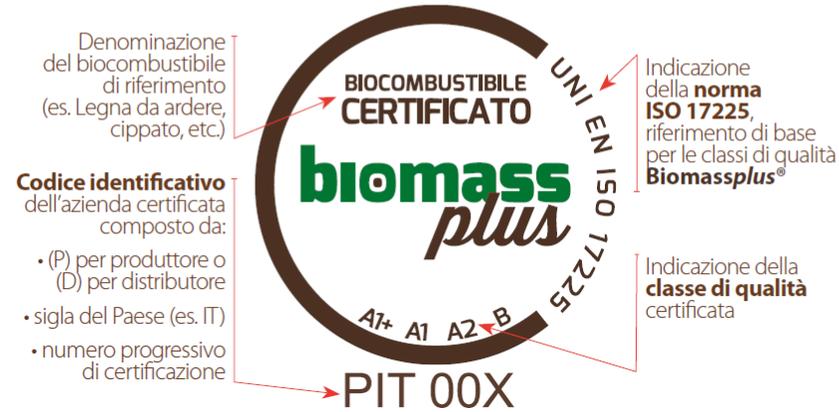


- Carta (ad esempio da giornale) accartocciata posizionata nel mezzo
- Legnetti di accensione posizionati "a capanna" sulla carta
- Ciocchi posizionati allo stesso modo sopra ai legnetti

Questo NON deve MAI essere bruciato!!



Per scaldarti con biocombustibili di alta qualità, scegli legna da ardere, cippato o bricchette a marchio **Biomassplus®**, la certificazione che garantisce la qualità del prodotto e del processo produttivo attraverso un sistema di etichettatura.



Nel marchio di certificazione **Biomassplus®**, l'indicazione della norma ISO 17225 contiene anche l'informazione relativa alle parti specifiche per i diversi biocombustibili: ISO 17225-3 per le bricchette, ISO 17225-4 per il cippato e ISO 17225-5 per la legna da ardere.



Qualità della legna da ardere

NOTA ALLA TABELLA. La classe A1plus ha parametri qualitativi superiori rispetto alla classe A1, con la qualità massima, prevista dalla norma ISO 17225-5.

Classi di qualità secondo la norma ISO 17225-5	A1plus oltre la norma	A1	A2	B
Contenuto idrico (%)	≤ 15%	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 35 %
Diametro (cm)	≤ 15	≤ 15	≤ 15	> 15
Lunghezza (cm)	20-25-33-50	20-25-33-50-100	20-25-33-50-100	33-50-100
Pezzi spaccati/tondi	> 90 %	> 90 %	> 50 %	Non richiesto
Superficie di taglio	Regolare	regolare	Non richiesto	Non richiesto
Presenza carie	Non visibile	Non visibile	Non richiesto	Non richiesto
Valore economico (€/t)	155-200	145-160	100-150	80-100



MAPPA DELLE PIATTAFORME DI BIOMASSE



1 DAL CANTON SRL
18030 San Felice (Asti)
www.dalcanton.it

2 LA FORESTA SOCIETÀ COOPERATIVA
Salsomaggiore (Pavia)
www.laforesta.it

3 TERMO SANTIAR EPORDESE SRL
Terme (Cuneo)
www.termosantiar.it

4 ROSSETTO DOMENICO SNC DI ROSSETTO ENZO & C.
Cortina (Belluno)
www.rossettoenergia.it

5 SOCIETÀ COOPERATIVA SELVA
Cortina (Belluno)
www.socselva.it

6 ALPIFOREST SOC. AGR. COOPERATIVA
Bardonecchia (Torino)
www.alpiforest.it

7 PASTORELLI LEGNAMI SRL
Bardonecchia (Torino)
www.pastorelli.it

8 ROSSO COMMERCIO SRL
Sestri (Genova)
www.rossoenergia.it

9 COMPAGNIA LE FORESTE DEL BENSO
Caltanissetta (Caltanissetta)
www.leforestedelbenso.it

10 BORNOLINI FRATELLI GEMELLI SRL
Lungavilla (Sondrio)
www.bornolini.it

11 TECNOVAL SRL
Vadobrolo (Parma)
www.tecnoval.it

12 COSENTINI DI SASSI EMILIANO
Canto (Bologna)
www.coSENTINI.it

13 AZ. AGR. CIP CALOR SRL SA
Lungavilla (Sondrio)
www.cipcalor.it

14 CONSORZIO FORESTALE LABIO INTELVESE
San Felice Intelve (Como)
www.conforlabio.it

15 AZIENDA AGRICOLA CARLAT
Sant'Agata Feltria (Pesaro)
www.carlat.it

16 STELLA ALPINA AZ. AGR. FLOROVIVAISTICA
Sperone al Lago (Bergamo)
www.stellaalpina.it

17 FRATELLI ROSSI
Salsomaggiore (Pavia)
www.fratellirossi.it

18 JUMA SNC DI MULSERMIL E I.
Candelo (Arona)
www.juma.it

19 GRUMES ENERGY SRL
Cortina (Belluno)
www.grumesenergy.it

20 TRENTINO RINNOVABILI SRL
Cortina (Belluno)
www.trentinorinnovabili.it

21 CASOLLALEGNÒ SRL
Lecce (Lecce)
www.casollalegno.com

22 HOLZMEDE
Salsomaggiore (Pavia)
www.holzmede.it

23 ECOOLOMITI SRL
Agrate Brianza (Lecco)
www.ecoolomiti.com

24 DE LUCA SAS DI DE LUCA ANTONIO & C.
Cappella Maggiore (Treviso)
www.deluca-energia.it

25 FRANCESCO IMBALLAGGI SRL
Cassolunghe (Treviso)
www.francescoimballaggi.com

26 BIOMASS GREEN ENERGY SRL
Pieve di Cadore (Belluno)
www.biomassgreenenergy.com

27 LEGNAMI VALMOREBIA SAS DI VALMOREBIA ENRICO & C.
Val di Fiemme (Valle)
www.valmorebia.it

28 DI FILIPPO LEGNAMI SRL
Lecce (Lecce)
www.difilippo.it

29 RELEN SNC
Eglio (Arona)
www.relen.it

30 AZ. AGRICOLA FATTORIA LA PASTORA
Cangini (Pavia)
www.fattoriapastora.it

31 AZ. AGRICOLA FORESTALE ORLANDINI ANTONIO
Piacenza (Piacenza)
www.oraforestale.it

32 SOC. AGR. F.LLI TRIVAGLINI E FIGLI SS
Lungavilla (Sondrio)
www.fllitrivaglini.it

33 ANTONELLI SRL
Mantova (Mantova)
www.antonelli.it

34 VENTURINI BIOMASSE
Anguillara Sabazia (Viterbo)
www.venturini.it

35 SOCIETÀ COOPERATIVA AGRICOLA ECO-ENERGIE
Salsomaggiore (Pavia)
www.ecoenergie.com

36 COOPERATIVA ECOSISTEMA SOC. COOP. AGR. FORESTALE
Chianciano Terme (Siena)
www.ecosistema.it

37 ECOFORAZ SRL
Rovato (Brescia)
www.ecoforaz.it

38 FELICE TOMMASO
Civitanova Marche (Macerata)
www.felice.com

39 SOCIETÀ AGRICOLA LE NOI MARGHERITA & C. SS
Arona (Arona)
www.pastoralegno.it

GRUPPO PRODUTTORI ITALIANI BIOMASSE
AIEL ASSOCIAZIONE ITALIANA ENERGIE AGROFORESTALI



Tabella 1 – Prospetto degli ambiti e delle azioni d'intervento del Piano d'azione per il miglioramento della qualità dell'aria

Ambito d'intervento 1: Misure trasversali

- Azione 1. Razionalizzazione dei sussidi ambientalmente dannosi
- Azione 2. Fondo per il finanziamento del Programma nazionale di controllo dell'inquinamento atmosferico
- Azione 3. Adozione degli accordi tra Stato, Regioni e Province autonome per il miglioramento della qualità dell'aria
- Azione 4. Informazione ai cittadini

Ambito d'intervento 2: Agricoltura e combustione di biomasse

- Azione 1. Interventi per l'abbattimento delle emissioni di ammoniaca
- Azione 2. Limitazioni all'abbruciamento dei residui vegetali

Ambito d'intervento 3: Mobilità

- Azione 1. Introduzione dei criteri ambientali nella disciplina della circolazione in ambito extraurbano
- Azione 2. Controllo delle aree a traffico limitato
- Azione 3. Linee guida per la classificazione dei veicoli elettrici ibridi
- Azione 4. Sostegno alla diffusione della micromobilità elettrica e promozione dell'utilizzo di mezzi di trasporto innovativi e sostenibili
- Azione 5. Disincentivo all'utilizzo di veicoli ad alte emissioni inquinanti
- Azione 6. Mobilità attiva

Ambito d'intervento 4: Riscaldamento civile

- Azione 1. Riduzione delle emissioni inquinanti derivanti dalle stufe a biomassa
- Azione 2. Riduzione delle emissioni inquinanti derivanti dagli impianti termici alimentati a biomassa
- Azione 3. Qualificazione degli installatori di impianti alimentati a fonti rinnovabili
- Azione 4. Limitazioni all'utilizzo degli impianti di riscaldamento alimentati a gasolio

Ambito d'intervento 5: Uscita dal carbone

- Azione 1. Riduzione delle emissioni inquinanti derivanti dalla chiusura o trasformazione di alcuni impianti termoelettrici alimentati a carbone



4-5 Giugno 2019
Entrata in vigore 180 gg
dalla firma

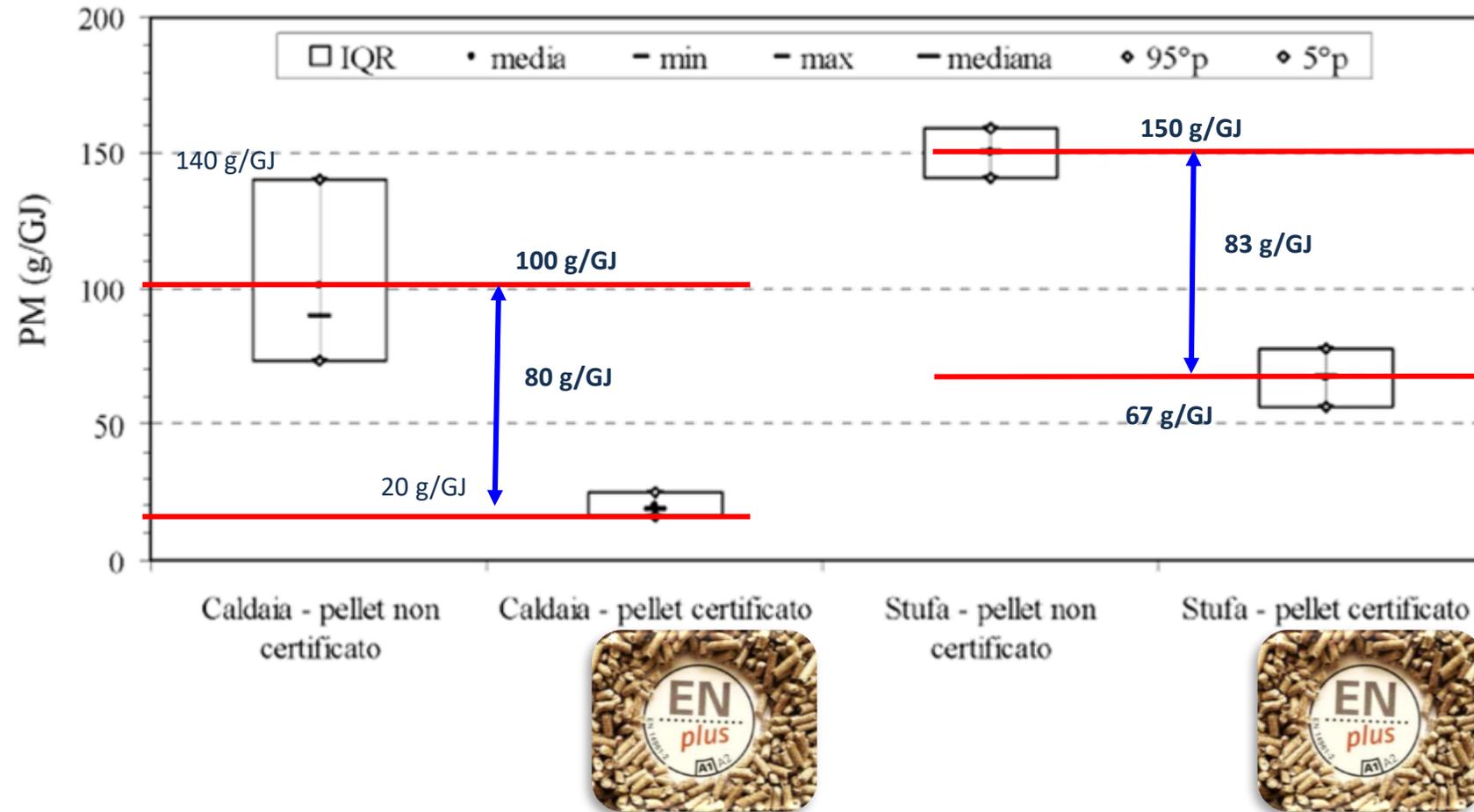
Ambito d'intervento 4, Azione 2

Referente: MiSE con MATTM e MiPAAFT

Misura A. Aggiornare i requisiti di accesso agli incentivi del Conto Termico, condizionando l'incentivazione di impianti alimentati a legna da ardere, bricchette e cippato all'impiego di combustibili certificati in conformità alle norme tecniche di riferimento (ISO UNI EN 17225, rispettivamente parti 3, 4 e 5) da parte di un organismo di certificazione, nonché al rispetto di idonee forme di tracciabilità e di criteri di sostenibilità ambientale volti ad assicurare, a parità di energia prodotta, una riduzione delle emissioni di inquinanti e di biossido di carbonio.

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



Accelerare il Turnover tecnologico e la riduzione delle emissioni

1. Stimolare la **rottamazione** degli apparecchi obsoleti → Forte promozione degli incentivi a scala comunale, **Conto Termico ed Ecobonus** in primis

FE inventari emissioni regionali (INEMAR; AD<35 kW)

FE AD a legna e pellet stato della tecnica in condizioni reali di funzionamento



FE moderni impianti tecnologici ben progettati e gestiti

Tipologia di apparecchio	PM10 in g/GJ
Altri sistemi (stufe caminetti cucine ecc.)	860
Camino aperto tradizionale	860
Stufa tradizionale a legna	480
Camino chiuso o inserto	380
Stufa o caldaia innovativa	380
Stufa automatica a pellets o cippato o BAT legna	76

[AD LEGNA]

PM_{dii}: 57 – 271 g/GJ

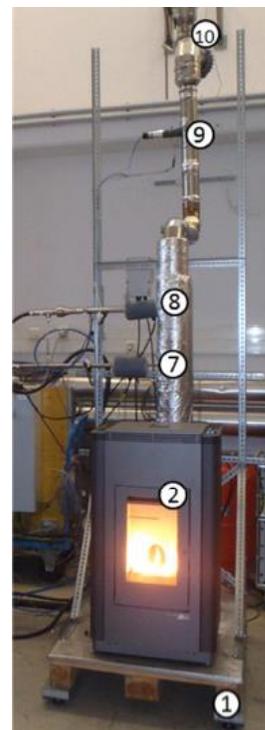
BaP: 7.9 – 86.4 mg/GJ



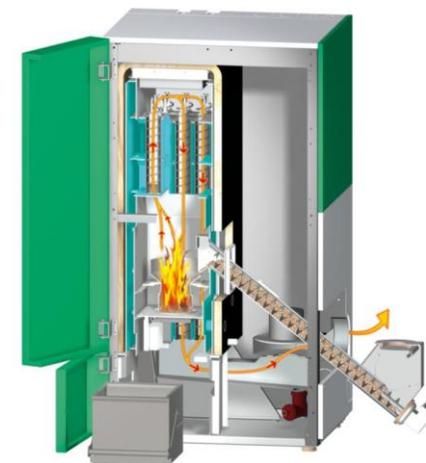
[AD PELLETT]

PM_{dii}: 28 – 38 g/GJ

BaP: 0.5 – 129.8 mg/GJ



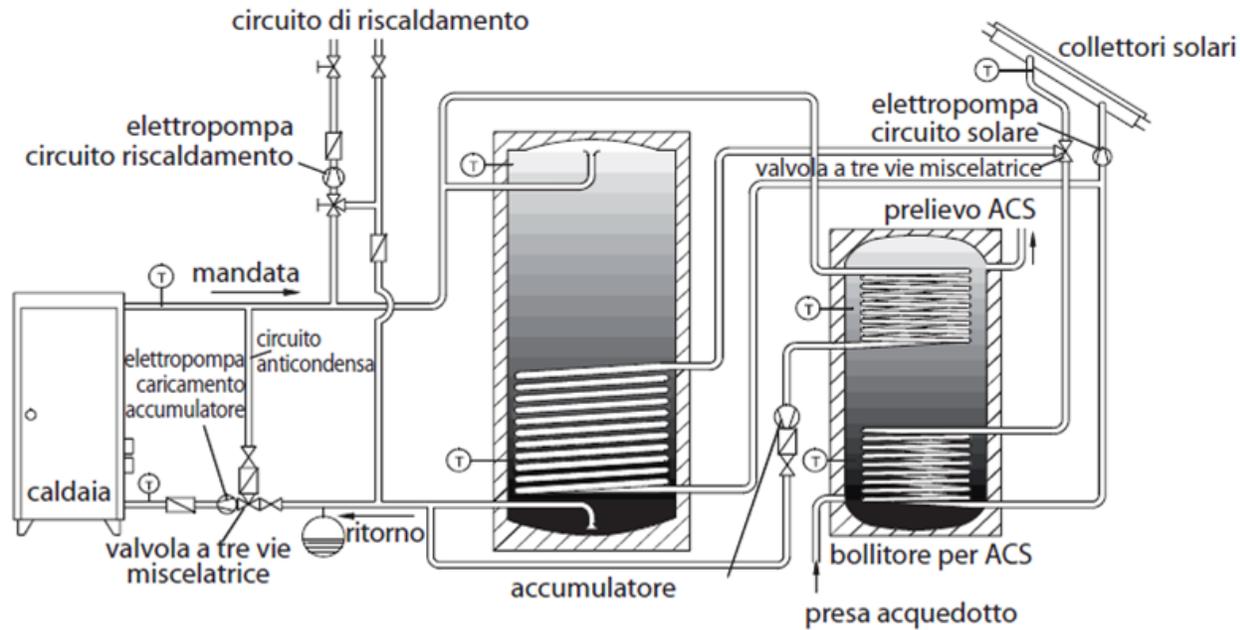
PM < (1)5-10 g/GJ
BaP: < 1 (0,5-0,03) mg/GJ



EI 2016 → BaP 121 mg/GJ

Fonte: F. Klauser et al. 2018

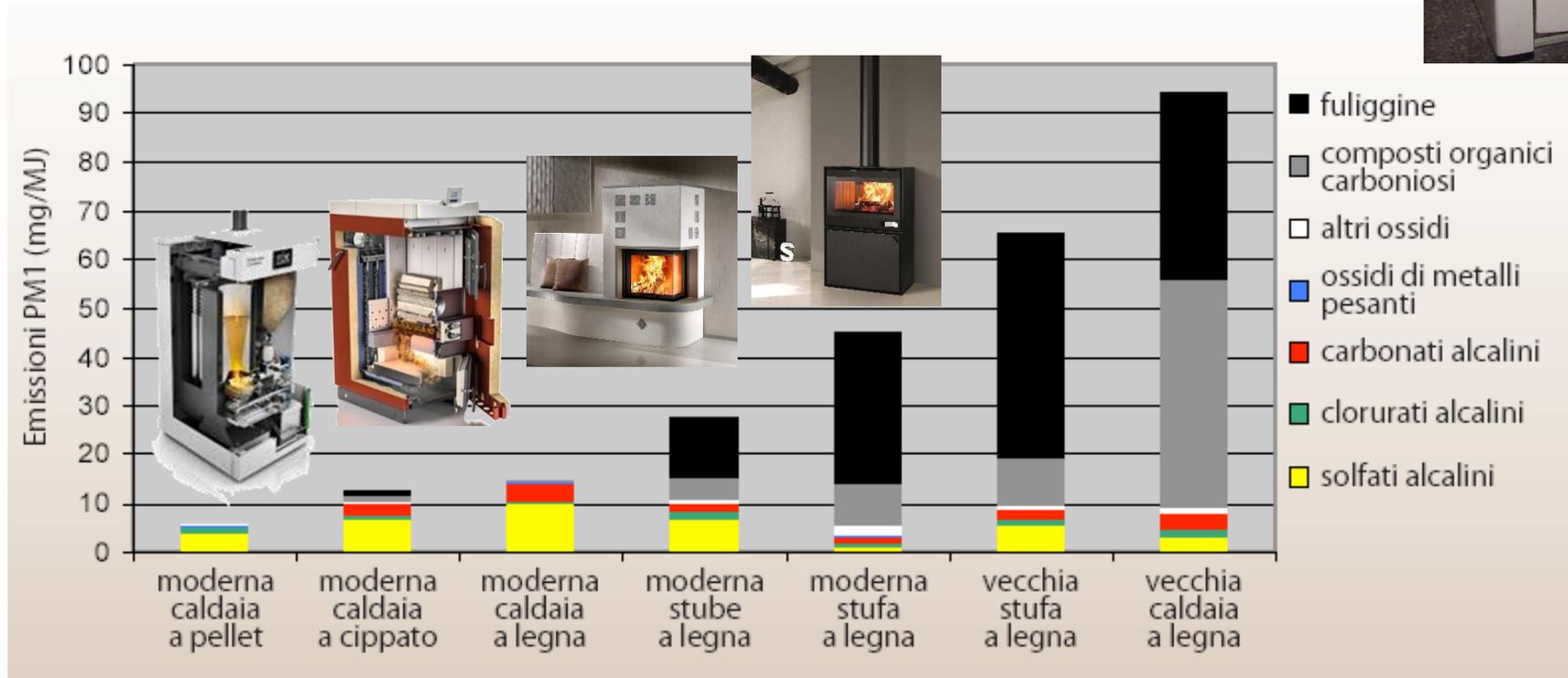
Moderni impianti centralizzati a legna ad alta efficienza e basse emissioni



Sono impianti costo, tuttavia godono di importanti incentivi: **Conto Termico Detrazioni 50%**



2 g particle mass





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:

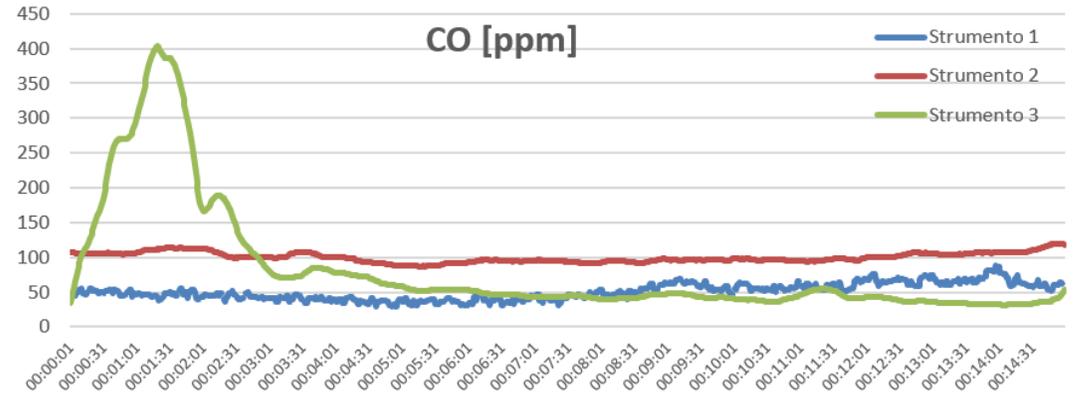
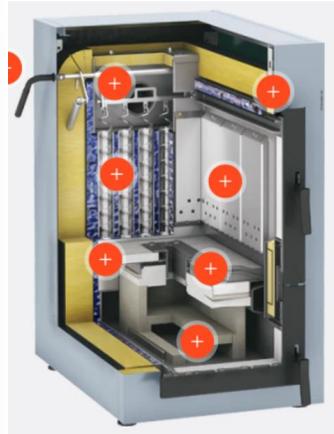
- "due stelle", per i generatori che saranno in esercizio dall'1.10.2018;
- "tre stelle", per i generatori che saranno in esercizio dall'1.1.2020;

prUNI 10389-2 - Misurazione in opera di: Rendimento, Tiraggio, CO, NOx

- Caldaie legna, cippato e pellet
- Apparecchi domestici automatici a pellet



24 kW a legna



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

Caldaia a legna manuale

	Polveri in mg/Nm ³ rif. 11% O ₂
Strumento 2	18,9
Strumento 3	20,5

Sarà molto importante fare le prove con legna certificata!

Risultati test di validazione prUNI 10389-2 (Fonte AIEL, 2018)

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

Dati aggiornati al 01/09/2019

Richieste pervenute



- Ammesse
- In Lavorazione
- Non Ammesse

242.454

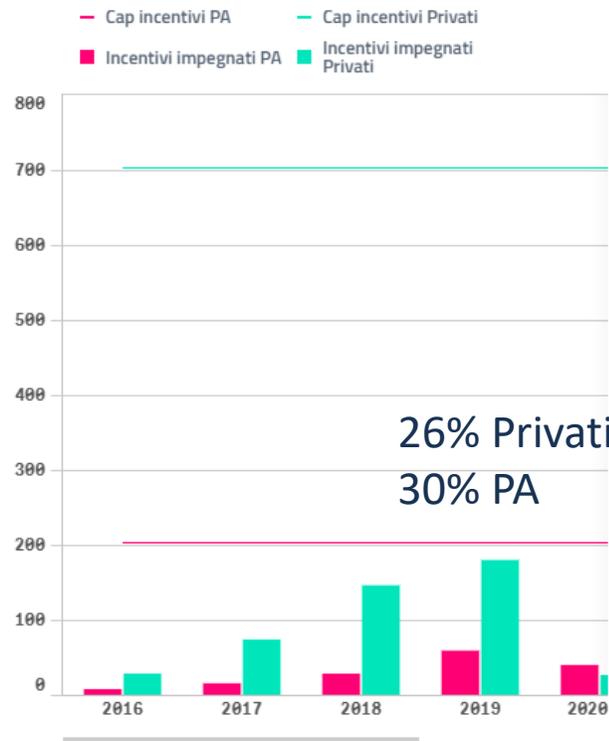
Incentivi impegnati



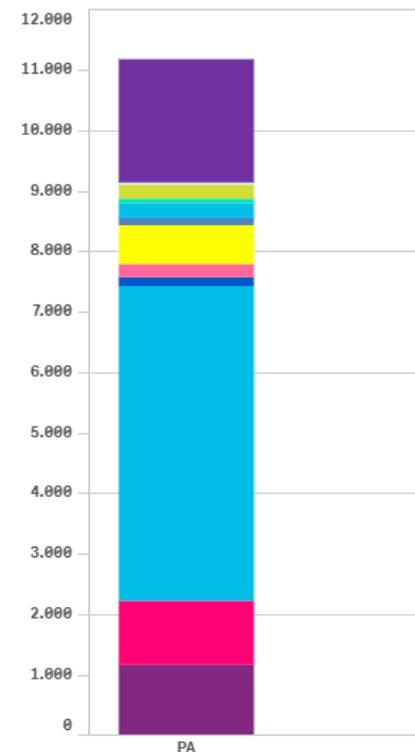
- PA
- Privati

238 € mln

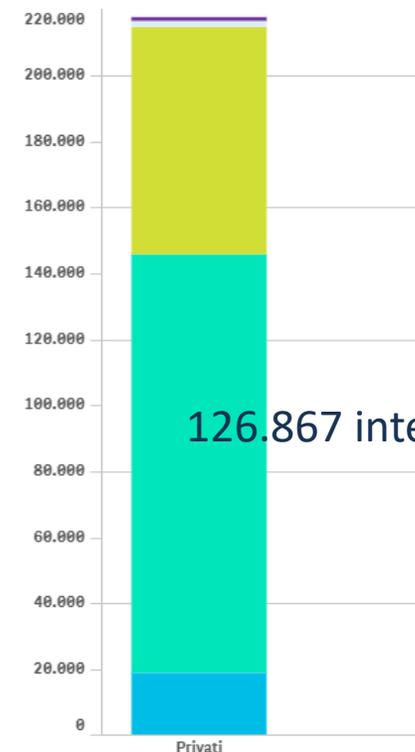
Incentivi impegnati annualmente e disponibilità residua (€ mln)



Numero e tipologia interventi PA



Numero e tipologia interventi Privati

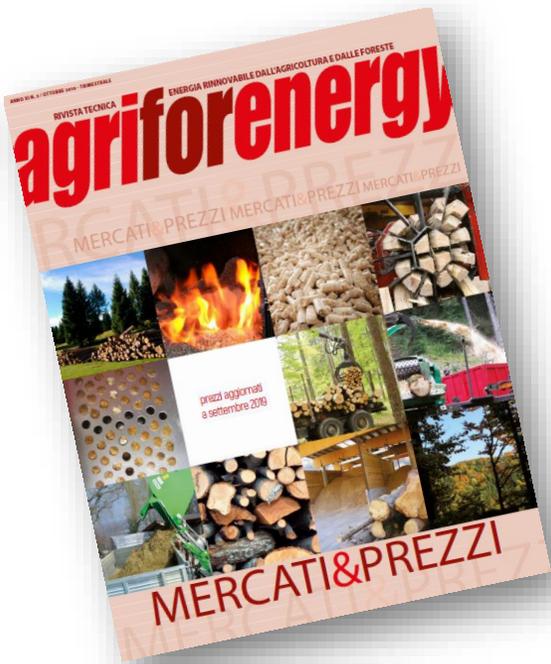


126.867 interventi 2B – 60%

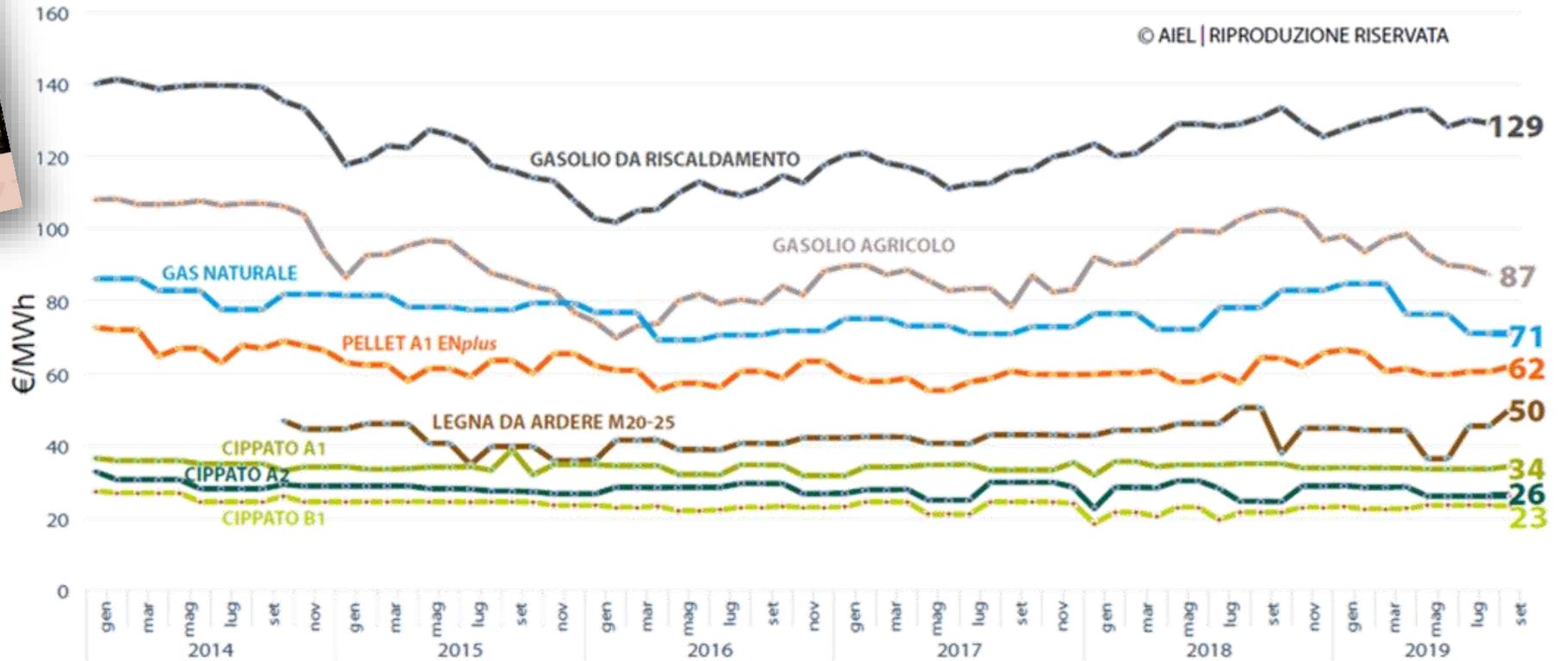
2017: 23.708

2018: 46.147

- 1.A - Involucro opaco
- 1.B - Chiusure trasparenti
- 1.C - Gener. a condensazione
- 1.D - Schermature
- 1.E - Edifici nZEB
- 1.F - Sistemi di illuminazione
- 1.G - Building automation
- 2.A - Pompe di calore
- 2.B - Generatori a biomasse
- 2.C - Solare termico
- 2.D - Scaldacqua a PdC
- 2.E - Sistemi ibridi
- DE + APE



ANDAMENTO DEL COSTO DELL'ENERGIA PRIMARIA 2014 - 2019 (in Euro/MWh) (Iva e trasporto esclusi)



GASOLIO DA RISCALDAMENTO - fonte: MiSE

GASOLIO AGRICOLO - elab. AIEL su dati MiSE

GAS NATURALE - fonte: ARERA

TUTORIAL PER IL CALCOLO DEL COSTO DEL GPL IN €/MWh

Il mercato del GPL è particolarmente territoriale ed influenzato nel prezzo anche dalla presenza del metano. Rilevare un prezzo rappresentativo del territorio nazionale con i metodi utilizzati per gli altri combustibili fossili non è possibile. Il tutorial è quindi pubblicato allo scopo di semplificare il calcolo per l'utente finale e facilitare il confronto con le principali alternative rinnovabili.



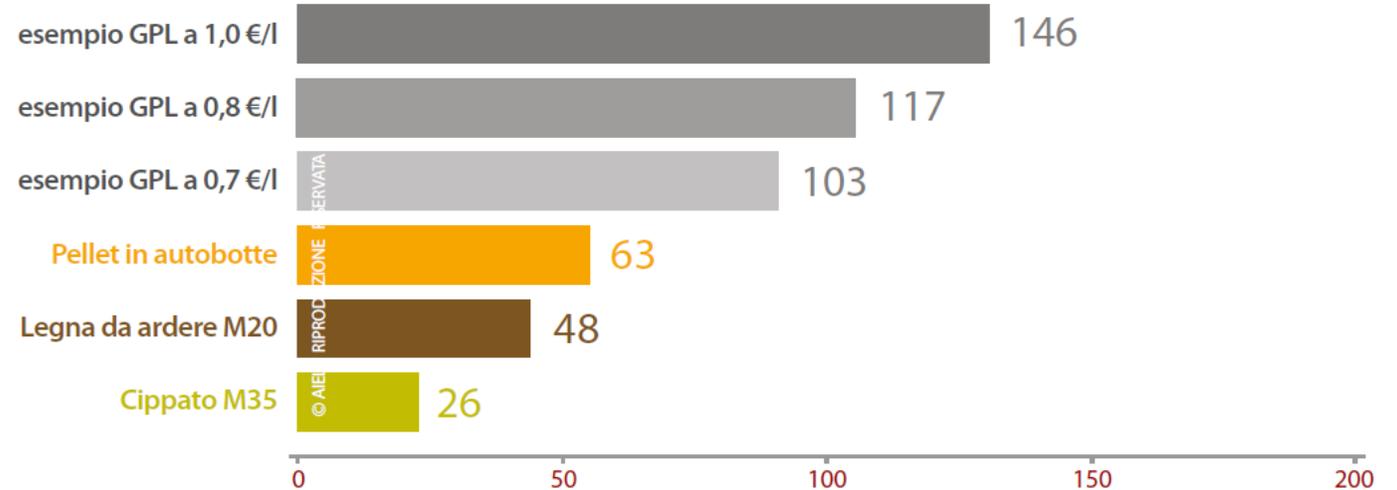
$$\frac{\text{Costo (€/l)}}{\text{P.C.I. (MWh/1.000 l)}} \cdot 1.000 \text{ litri} = \text{Costo €/MWh}$$

P.C.I. = Potere calorifico inferiore (GPL = 6,82 MWh/1.000 l)

Esempi:

Con il GPL a 1,0 €/l	$\frac{1,00}{6,82} \cdot 1.000,00 = 146 \text{ €/MWh}$
Con il GPL a 0,8 €/l	$\frac{0,80}{6,82} \cdot 1.000,00 = 117 \text{ €/MWh}$
Con il GPL a 0,7 €/l	$\frac{0,70}{6,82} \cdot 1.000,00 = 103 \text{ €/MWh}$

COSTO DELL'ENERGIA PRIMARIA (in Euro/MWh)



Requisiti tecnico-ambientali dei generatori di calore a biomasse

Tipo	Biocombustibili	Certificazione del generatore	PP mg/Nm ³ (13% O ₂)	CO g/Nm ³ (13% O ₂)	Rendimento (%)
Termocamini Stufe	Legna da ardere Biomasse (152/06)	UNI EN 13240 UNI EN 13229	40	1,50	> 85%
	Pellet certificato ISO 17225-2 cl. A1-A2	UNI EN 14785	30	0,36	
Caldaie	Legna da ardere	EN 303-5:2012 classe 5	30	0,36	87+ log(Pn) > 89%
	Cippato e biomasse vergini				
	Pellet certificato ISO 17225-2 cl. A1-A2		20	0,25	

Requisiti di corretta installazione e manutenzione

1. Caldaia manuali (legna): **accumulo inerziale** obbligatorio e dimensionato secondo la UNI EN 303-05:2012
2. Caldaie automatiche cippato/biomasse: **accumulo inerziale** obbligatorio con **$V > 20 \text{ dm}^3/\text{kW}$** ; per le caldaie automatiche $\leq 500 \text{ kW}$ (costruttore/progettista)
3. **Termoregolazione**: valvole termostatiche a bassa inerzia termica su tutti i corpi scaldanti, tranne nel caso di distribuzione radiante e in presenza di centralina di termoregolazione agente sulla portata
4. **Manutenzione biennale** obbligatoria su generatore e impianto fumario





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**

Effetti positivi sulla qualità dell'aria



Pn: 12 kW
Rendimento: 68%
PP: 300 mg/Nm³ rif. 13% O₂
CO: 5 g/Nm³ rif. 13% O₂

Rendimento: +26%
PP: - 10 volte!
CO: - 10 volte!

Pn: 12 kW (UNI EN 13240)
Rendimento: 86%
PP: 29 mg/Nm³ rif. 13% O₂ – Ce=1,2
CO: 0,54 g/Nm³ rif. 13% O₂

Formula di calcolo per stufe e termocamini

$$I_{a \text{ tot}} = 3,35 \times \ln(P_n) \times \text{hr} \times C_i \times C_e$$

Esempio: Stufa a legna UNI EN 13240

$P_n = 12 \text{ kW}$

Emissioni di PP < 30 mg ($C_e = 1,2$)

$$I_{a \text{ tot}} = 3,35 \times \ln(12) \times 1800 \times 0,04 \times 1,2 = 819 \text{ €} \times 2 = \mathbf{1.438 \text{ € (1 rata!)}$$



Due esempi

- ① Il signor Antonio Bianchi riqualifica il vecchio camino aperto della propria abitazione ubicata nel comune di Feltre (**zona climatica=F**), inserendovi un moderno **inserto a legna da ardere (4 stelle ariaPulita™) da 8 kW** con bonus emissioni (dato fornito dal fabbricante) **Ce=1,2**.

A fronte di un costo complessivo dell'intervento di sostituzione pari a 3.500 € riceve un incentivo di **1.203 € in 1 anno**.

- ② Il signor Mario Rossi sostituisce la vecchia caldaia a gasolio da 32 kW della propria azienda agricola ubicata nel comune di Feltre (**zona climatica=F**), con una **moderna caldaia a legna da 20 kW** con bonus emissioni (dato fornito dal fabbricante) **Ce=1,5**.

A fronte di un costo complessivo dell'intervento di sostituzione pari a 13.000 € riceve un incentivo di **4.860 € in 1 anno**.



CONTO TERMICO 2.0 (intervento 2B)

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

Caldaia **Legna 25 kW** vs caldaia Gasolio 40 kW

Puffer 2.000 litri

45 MWh/a di Ep

11 t legna secca (P500 M20) → € 1.700

Spesa Gasolio: 5.000 €/a (4.500 litri)

Investimento totale: **18.000 €**



CONTO TERMICO 2.0 (intervento 2B)

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

Esempio: caldaia a legna

$P_n = 25 \text{ kW}$

zona F

Emissioni $\rightarrow C_e=1,5$

$I_{a \text{ tot}} = 3.037 \text{ €} \times 2 \text{ anni} = 6.075 \text{ €} \text{ (40\%)}$

Risparmio vs gasolio: $5.000 - 1.700 = \text{€} 3.300$

$18.000 - 6.075 = 11.925 / 3.300 \rightarrow 4 \text{ anni}$



Valter Francescato, direttore tecnico

AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali

francescato.aiel@cia.it

www.aielenergia.it



www.energiadallegno.it