

# La combustione della biomassa ad uso civile

Problematiche, prospettive e buone pratiche

**Azioni e strumenti per ridurre le emissioni della combustione domestica del legno: misure tecnologiche e non tecnologiche per migliorare la qualità dell'aria**

*A cura di Valter Francescato | AIEL*



## CREIAMO PA

Per un cambiamento sostenibile



# Sommario

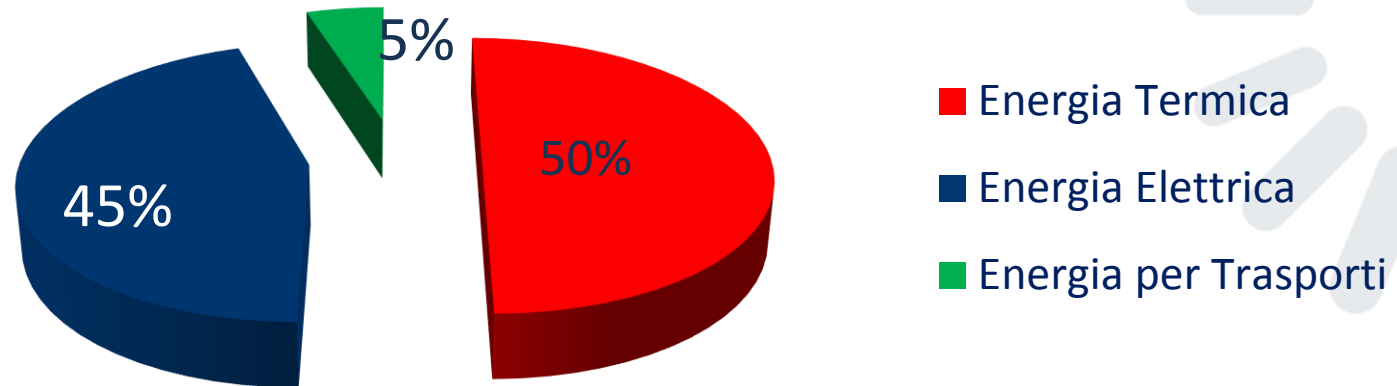
- Evoluzione dei consumi (emissioni) dei biocombustibili legnosi
- Tecnica di combustione: qualità dei biocombustibili-emissioni
- Tecnologie: stato della tecnica e prospettive di sviluppo
  - Apparecchi Domestici (AD)
  - Impianti Tecnologici Centralizzati (ITC)
- Conto Termico: strumento strategico per ridurre le emissioni di PM e BaP



# Obiettivi europei Energia e Cambiamento Climatico

2016 → 17,41% FER | 2030 → 32% FER

## ENERGIA RINNOVABILE IN ITALIA



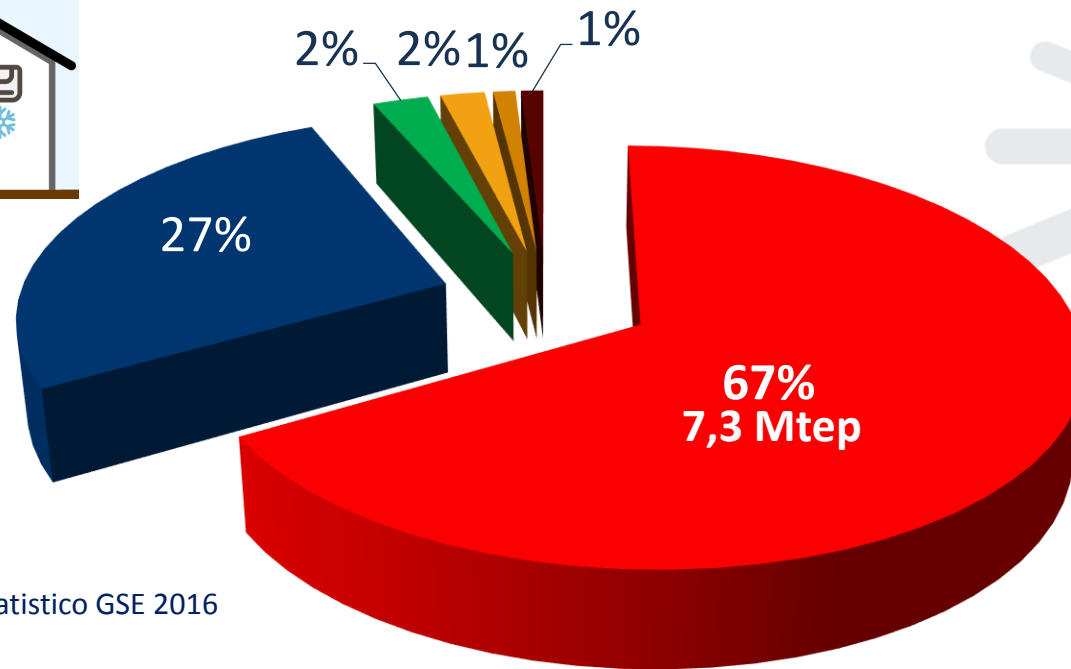
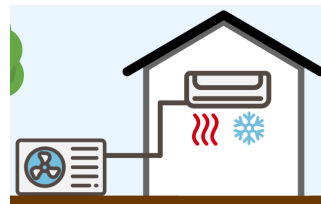
Termica Mtep 10,54 - Elettrica Mtep 9,50 - Trasporti Mtep 1,04

Fonte Rapporto Statistico GSE 2016



# TERMICHE RINNOVABILI **19% dei consumi**

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



Fonte Rapporto Statistico GSE 2016





## I consumi di biomassa legnosa per la produzione di energia termica (2017)

### Biocombustibili legnosi:

Legna: 16,5 Mt

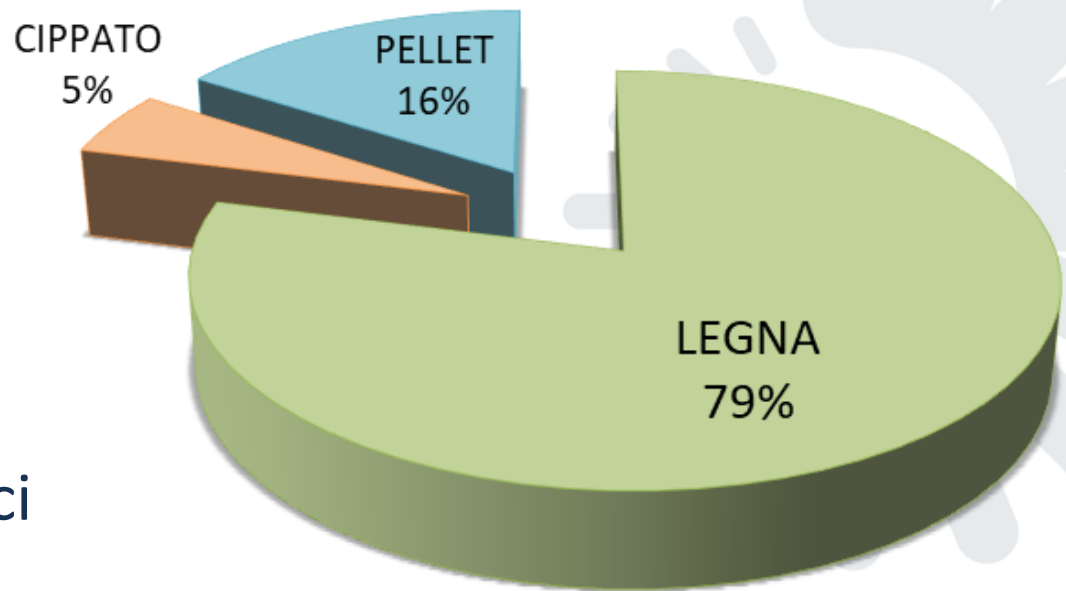
Pellet: 3,4 Mt

Cippato: 1,2 Mt (incl. TLR)

### Parco installato:

11 M apparecchi domestici  
di cui 2,6 M a pellet

0,5 M caldaie  
(0,4 M legna + 0,08 M a pellet)




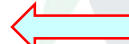
Fonte: elab. AIEL 2017




## 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%
<b>Totale</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

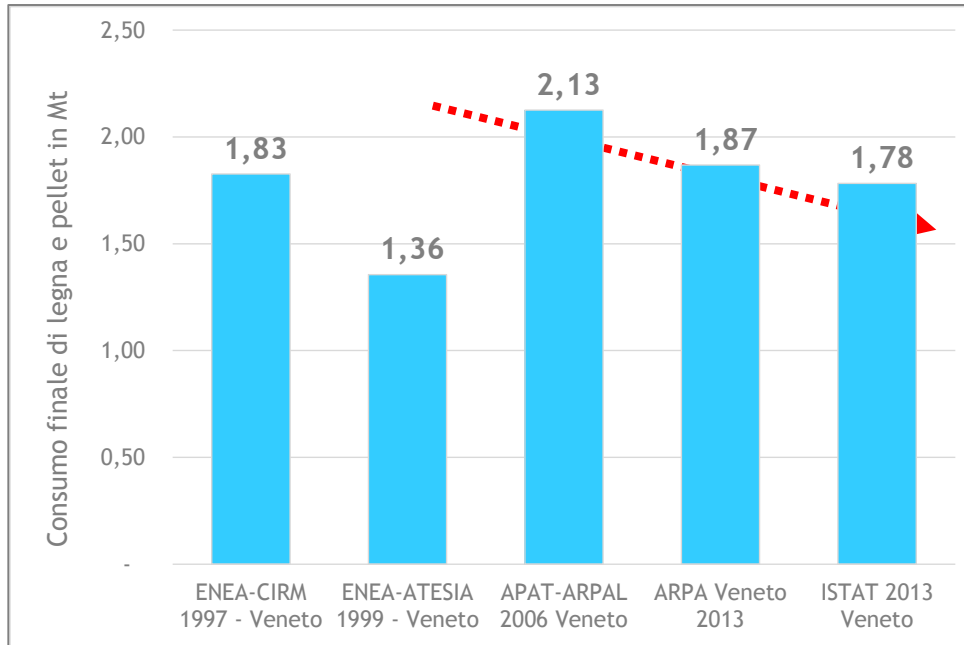

83%







# Evoluzione AD<35 kW in Veneto 2008-2015 (Francescato, 2016)



Calcolando le emissioni di PM10 in Veneto nel **2006** con i medesimi FE **2013** risulta **un calo delle emissioni di PM10 del 20%**

**1. Turnover tecnologico**  
(stufe a pellet= -emissioni e -consumi)

**2. Calo dei consumi: turnover e GG**

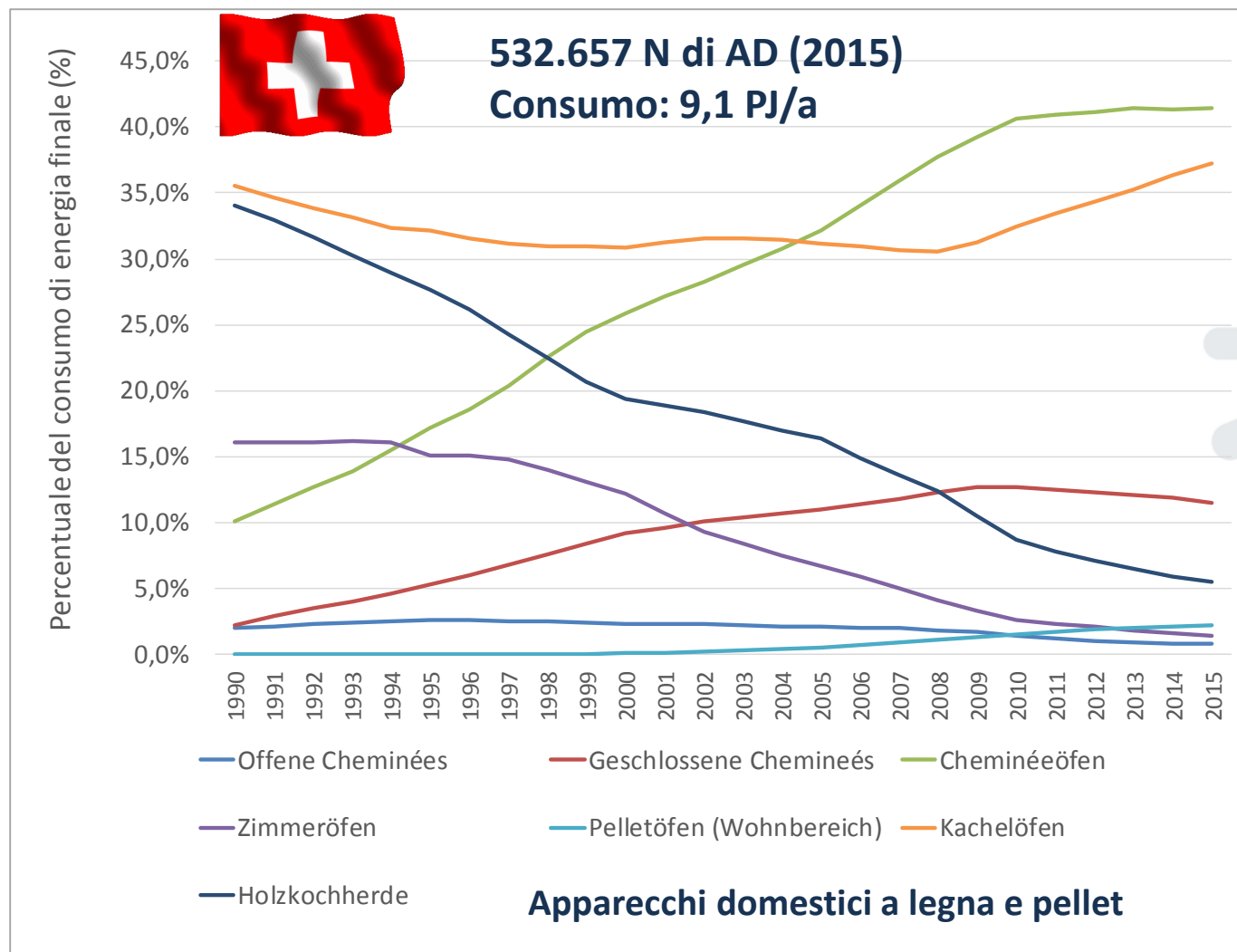


	APAT-ARPAL 2006	ARPAV 2013	Variazione % 2006-2013	Variazione Numero
Camino aperto legna	16%	14%	<b>-14,6%</b>	<b>- 16.060</b>
Stufa tradiz.legna	55%	39%	<b>-29,3%</b>	<b>- 108.720</b>
Caminetto chiuso legna	19%	14%	<b>-25,1%</b>	<b>- 31.592</b>
Sufa avanzata legna	7%	19%	<b>5,9%</b>	<b>2.610</b>
Stufa pellet	3%	14%	<b>445,1%</b>	<b>76.822</b>
<b>N totale</b>	<b>668.299</b>	<b>672.000</b>	<b>1%</b>	

Kachelöfen



# Serie storica dei consumi di energia (%) in Svizzera 1990-2015 (Fonte: BFE, 2015)



1990-2015

-770 GWh

-193.000 t legna

2015

630 kt [Legna+Pellet]

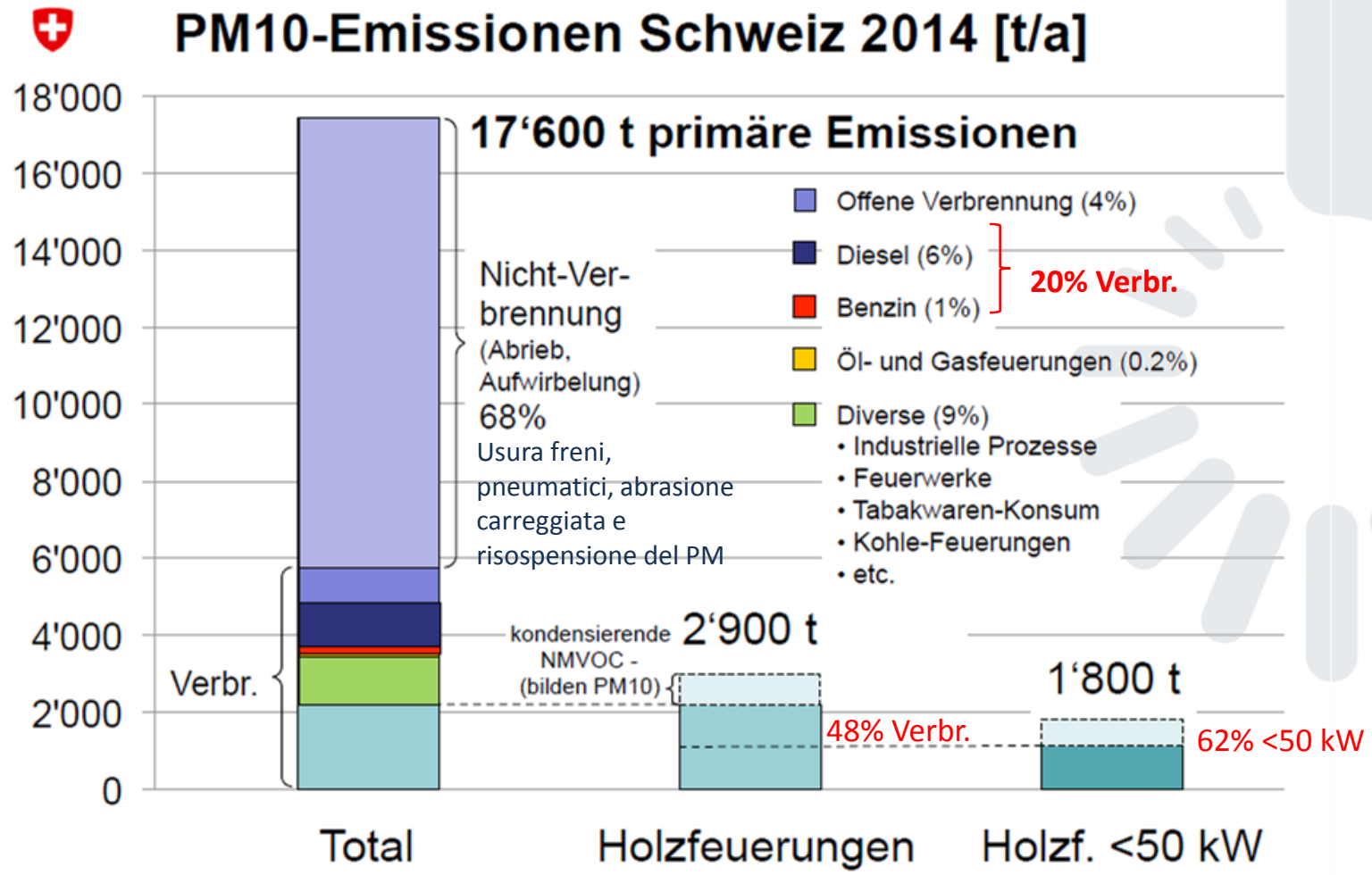
41% Cheminéeöfen

37% Kachelöfen

2% Pelletöfen



# Svizzera: Emissioni PM10 2014 (Beat Müller, BAFU - 2016)



Luftreinhalte-Verordnung (LRV) | Anpassung an den Stand der Technik  
Beat Müller, BAFU 3 / 19

**16% incluso PM10 secondario**

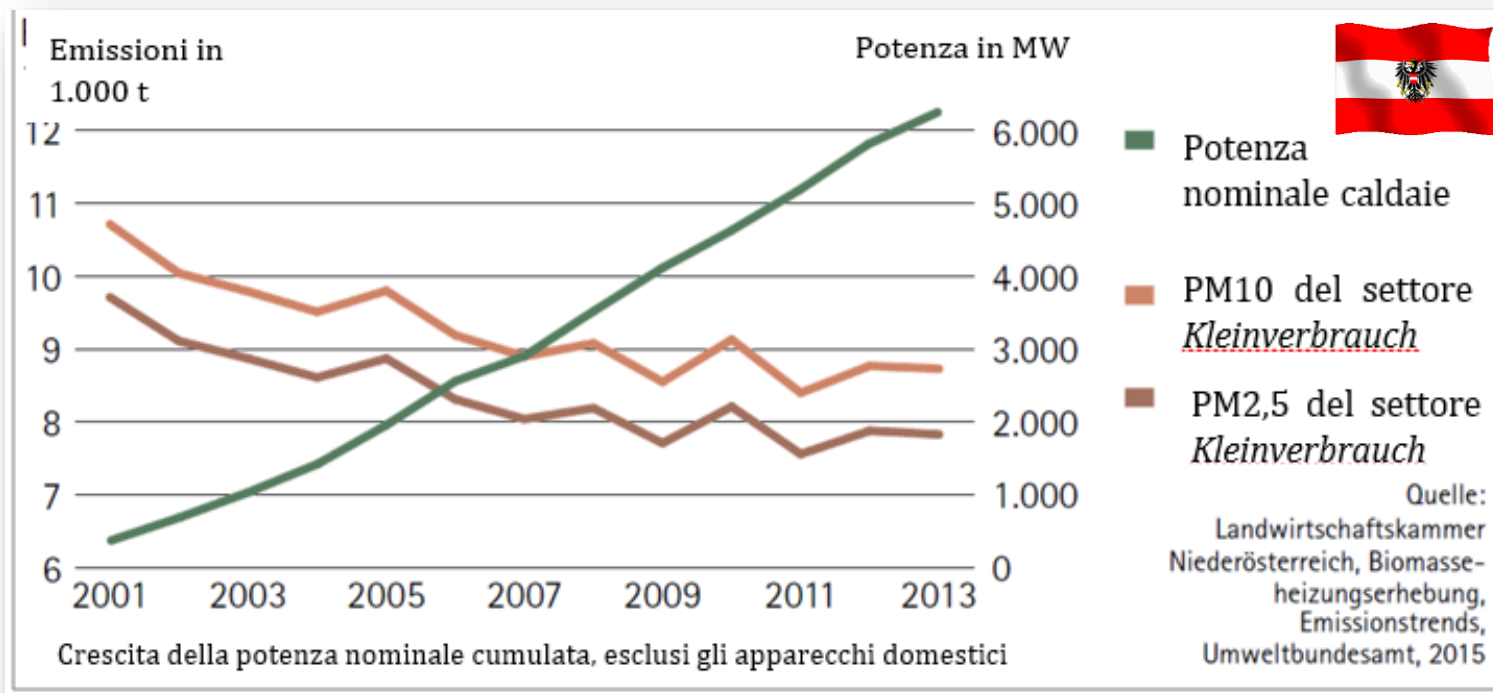
# La situazione in Austria 2001-2013

AUSTRIA



CONSUMO: 63,6 PJ → 4,4 Mt

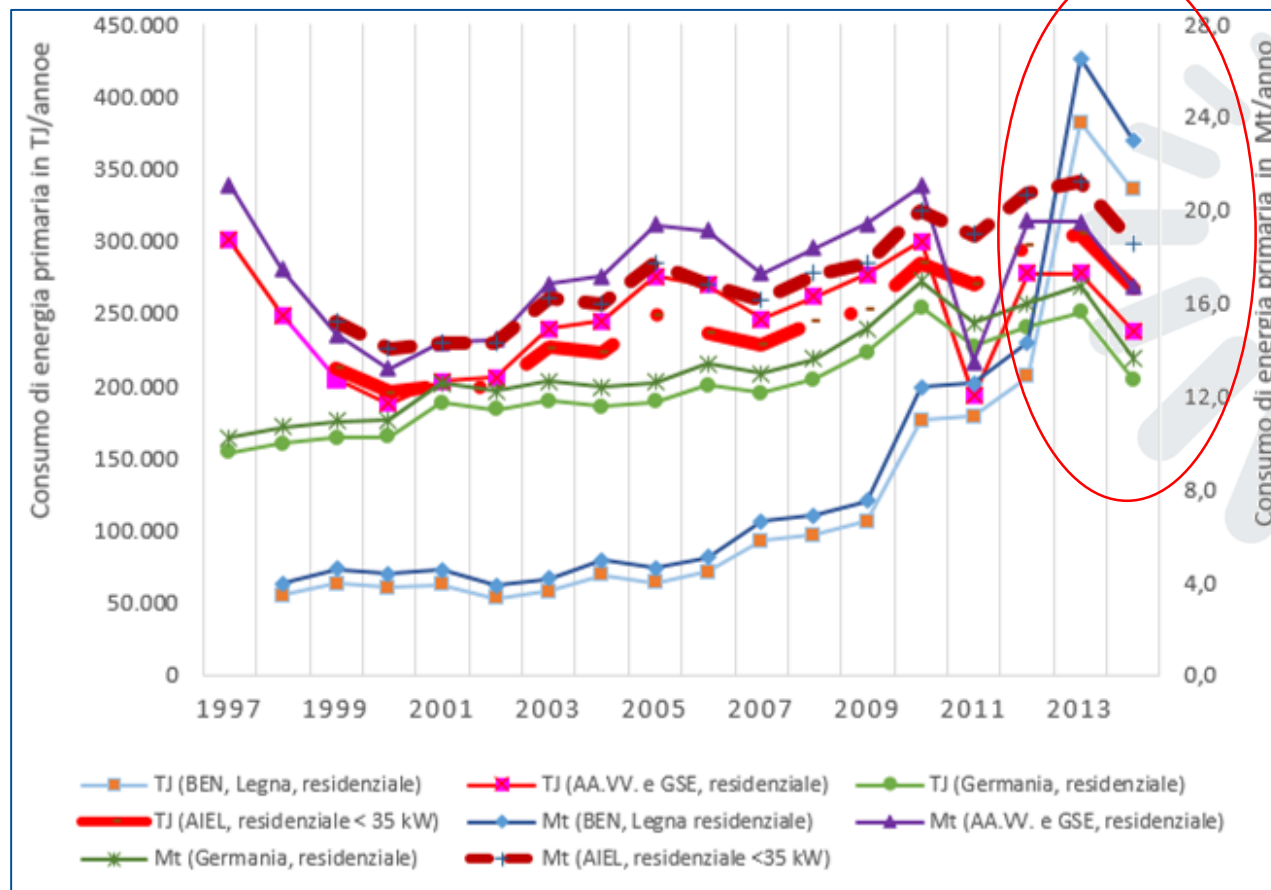
PM10: 8,7 kt (FE 137 g/GJ)



# Evoluzione del consumo di legna e pellet in Italia e Germania (1997-2014)

Secondo la nostra serie storica 1999-2014 e quella del GSE 2010-2014, l'aumento

del consumo è **16-22%** (33-56 PJ  $\approx$  2-3,4 Mt)





# Evoluzione del consumo di legna e pellet in Italia

Evoluzione del consumo **contenuta e stabile** 2 motivi

## 1. **Aumento efficienza generatori a biomasse:**

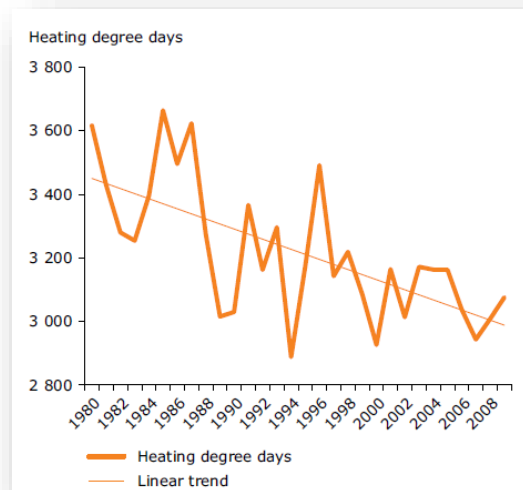
++ Cambio biocombustibile, pellet +24% pci vs Legna

++ efficienza dei generatori domestici (specie automatici)

## 2. **Riduzione Gradi Giorno:** calo dei consumi → inverni miti



EEA Report No 12/2012



Italia: 2014 **-15% GG**

EU: **-13%** in 30 anni





# Evoluzione del consumo di legna in Germania e Baviera (2010-2014)



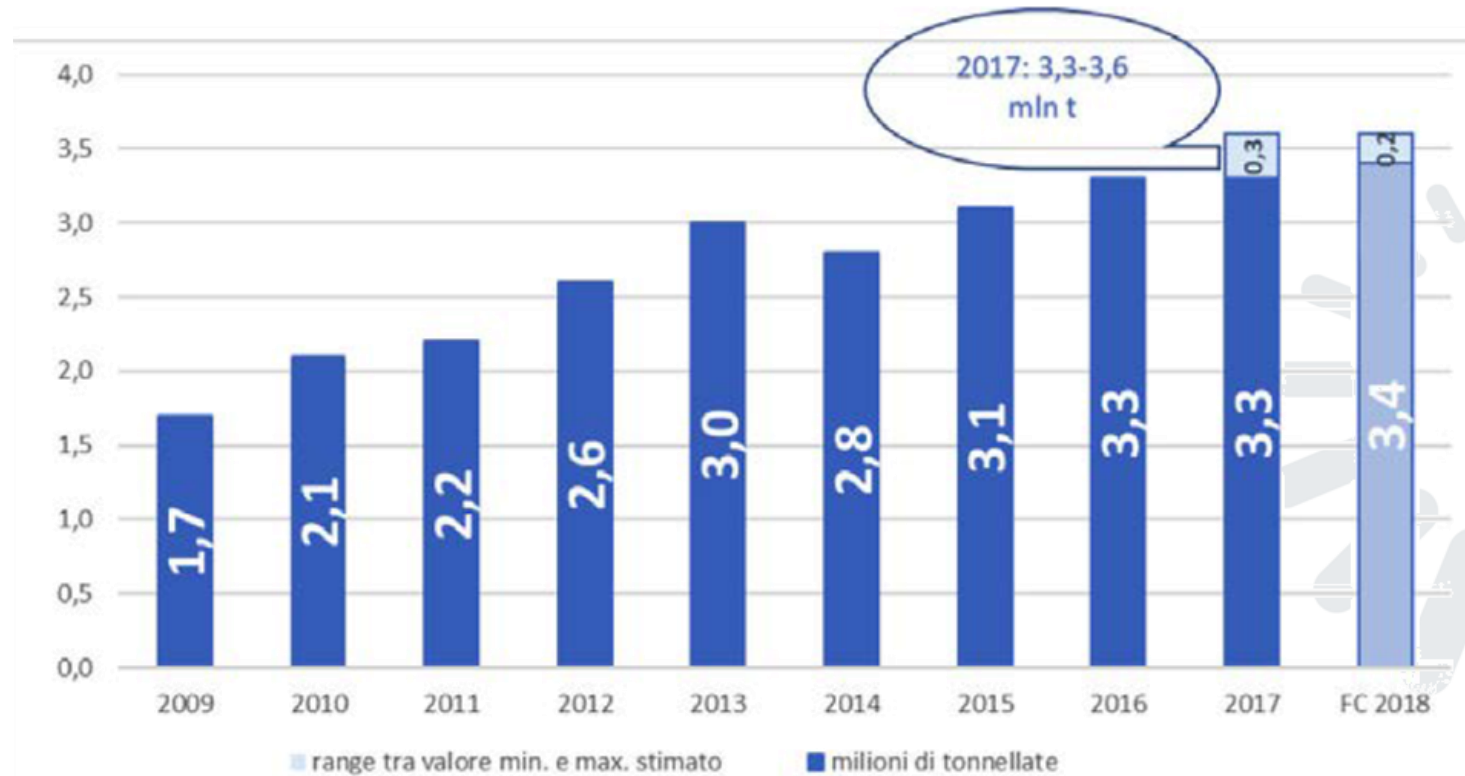
La riduzione dei consumi (per gli stessi motivi) è stata registrata anche in Germania.

Tra il **2010** e il **2014** c'è stato un calo del **10-16%** del consumo di legna a scala domestica (Döring et al. 2016)

in Baviera – la regione con i maggiori consumi di legna – nello stesso periodo, il **calo è stato del 22%** (Borchert et al. 2016).



## Evoluzione del consumo di pellet in Italia (2009-2017)



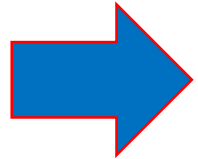
**96%**  
stufe

**4%**  
caldaie

*Le stime per il 2017 confermano il valore del 2016 con un incremento che arriva fino a 3,6 milioni di tonnellate. Le previsioni 2018 indicano un ulteriore aumento che potrebbe arrivare al positivo traguardo di 3,5 milioni di tonnellate*



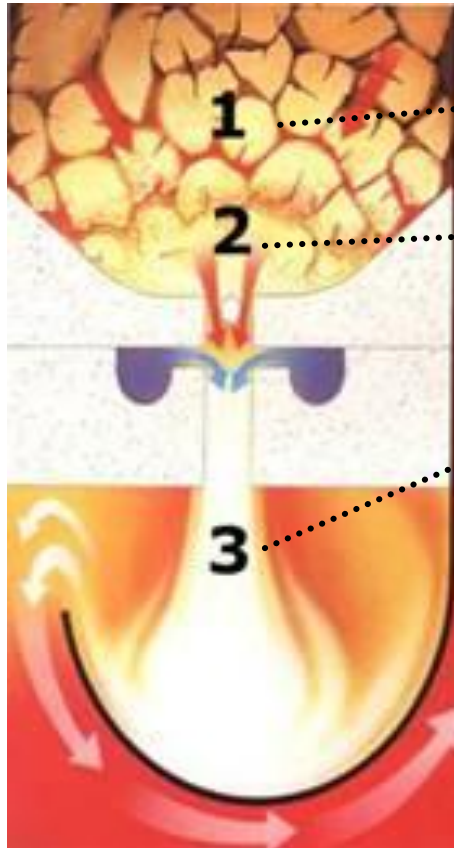
# Sommario



- Evoluzione dei consumi (emissioni) dei biocombustibili legnosi
- **Tecnica di combustione: qualità dei biocombustibili-emissioni**
- Tecnologie: stato della tecnica e prospettive di sviluppo
  - Apparecchi Domestici (AD)
  - Impianti Tecnologici Centralizzati (ITC)
- Conto Termico: strumento strategico per ridurre le emissioni di PM e BaP



# 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**



# Importanza del contenuto idrico (M) e della dimensione (L,D)



- **Stagionarla correttamente** 1-2 stagioni

→ M < 20% (ottimale 12-15 %)

- **circonferenza** 20 cm  $\approx$  9 cm  $\varnothing$

- non sovraccaricare il focolare

- **lunghezza** → pareti libere





# Influenza del contenuto idrico (M)

## Apparecchi domestici

aumentando del **10% il contenuto idrico** della legna, **dal 20 al 30%**, le emissioni di polveri e di carbonio organico (OGC) aumentano di un **FATTORE 10**

Usare **legna secca (M <20%)** consente di ridurre la produzione di **emissioni e fumo nella fase di accensione ed esercizio** del generatore, di ridurre il deposito di **fuliggine** nel generatore e nel camino, prolungando la **vita dell'impianto**



# Influenza del contenuto idrico (M) e della dimensione (L, D)

Stufa certificata (<50 mg),

ciocchi troppo grossi → 250 mg

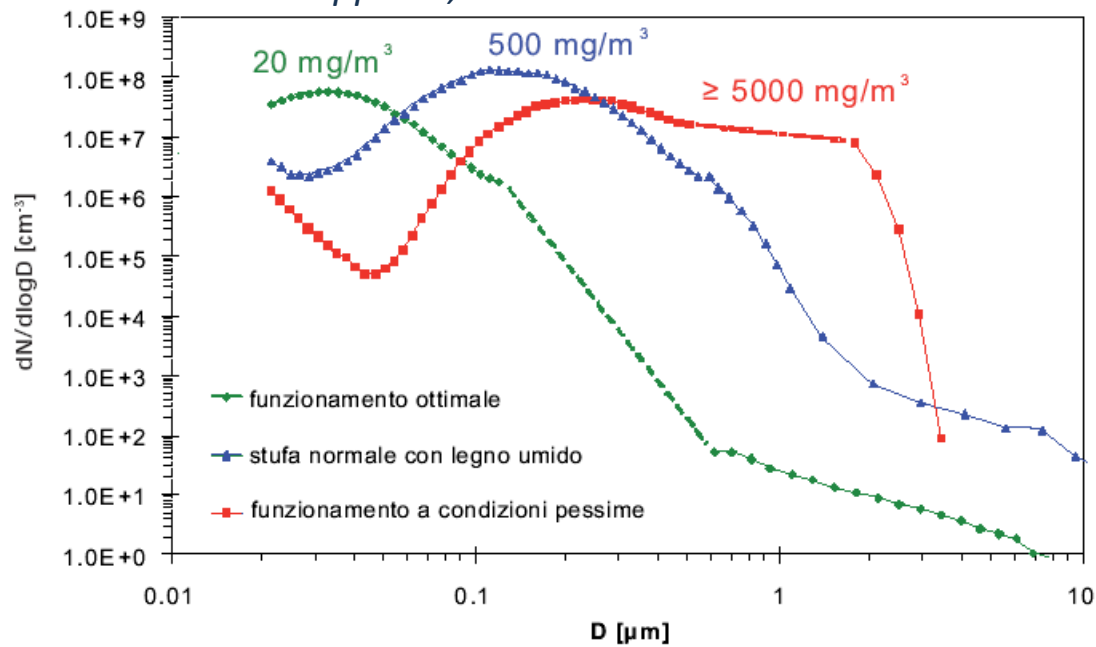
Stufa certificata (<50 mg)

legna umida → 500 mg

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



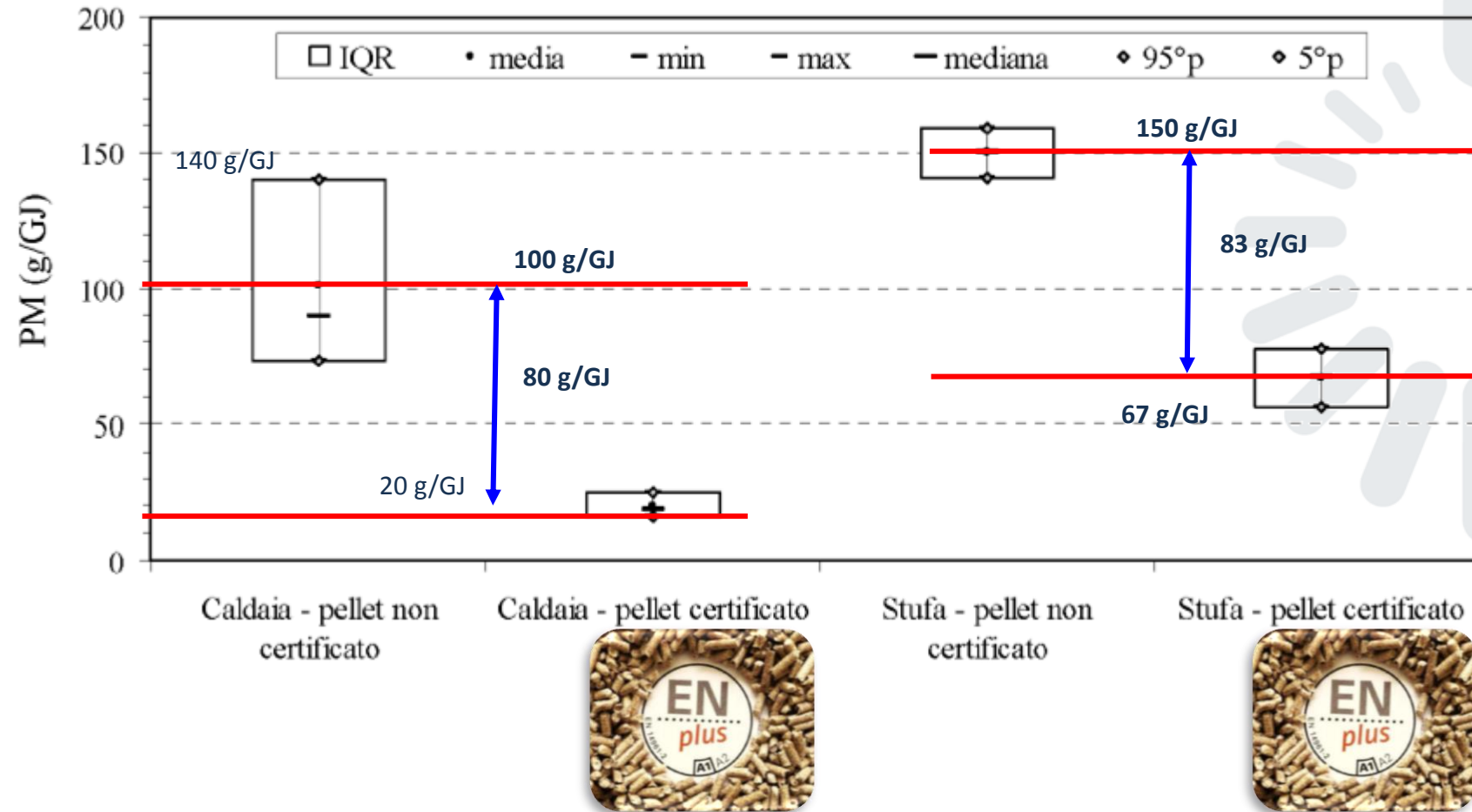
Fonte: Klippel n., Nussbaumer t. 2006



# Confronto tra emissioni di PM : pellet cert. e non cert.

Fonte: Caserini et al. 2014

Politecnico Milano e Innovhub SSC





## LEGNA DA ARDERE



LEGNA DA ARDERE

A1+ A1 A2 B1

## CIPPATO



CIPPATO

A1+ A1 A2 B1

## PELLET



## Qualità della legna da ardere



Stanghe  
o tronchi



*Materia prima*  
(la specie e l'origine  
devono essere indicate)



Scarti  
di legno  
vergine  
di segheria

Classi di qualità secondo  
la norma ISO 17225-5

	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>B</b>
Contenuto idrico (%)	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 35 %
Diametro (cm)	≤ 15	≤ 15	> 15
Lunghezza (cm)	20-25-33-50-100	20-25-33-50-100	33-50-100
Pezzi spaccati/tondi	> 90 %	> 50 %	Non richiesto
Superficie di taglio	regolare	Non richiesto	Non richiesto
Presenza carie	< 5% dei pezzi	Non richiesto	Non richiesto
<b>Valore economico (€/ton)</b>	<b>145-160</b>	<b>100-150</b>	<b>80-100</b>





Come viene definita  
la classe di qualità della

## legna da ardere



## Caratteristiche qualitative della legna da ardere distinte per classe di qualità – Norma ISO 17225-5

Classe di qualità	Unità di misura	A1+	A1	A2	B
Origine		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fusti</li> <li>Residui di legno non trattato chimicamente</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Piante intere senza radici</li> <li>Fusti</li> <li>Residui di utilizzazione</li> <li>Residui di legno non trattati chimicamente</li> </ul>	
Specie legnosa		Indicare la specie			
Diametro (D)	cm	D2, D5, D15, D15+	D2, D5, D15, D15+		D15, D15+
Lunghezza (L)	cm	L20, L25, L30, L33, L40, L50	L20, L25, L30, L33, L40, L50, L100		L30, L33, L40, L50, L100
Contenuto idrico (M)	% sul peso tal quale	M15 ≤ 15	M20 ≤ 20 M25 ≤ 25		M20 ≤ 20 M25 ≤ 25 M35 ≤ 35
Volume o peso	m <sup>3</sup> accatastato m <sup>3</sup> riversato kg tal quale	Indicare la tipologia di misurazione adottata nella commercializzazione (volume stero accatastato, volume stero riversato, peso)			
Proporzione tra pezzi spaccati e pezzi tondi	% dei pezzi	≥ 90	≥ 90	≥ 50	Non richiesto
Superficie di taglio		Regolare	Regolare	Non richiesto	Non richiesto
Presenza di carie o muffe	% dei pezzi	Non visibile	Non visibile	≤ 5	Dichiarare se >10%
Densità energetica o potere calorifico inferiore	kWh/kg-MJ/kg kWh/m <sup>3</sup> -MJ/m <sup>3</sup>	Va indicato			
Stagionatura o essiccazione		Va indicato se stagionata o essiccata			



# Cosa certifica **biomass** *plus*

La certificazione BIOMASSPLUS offre una garanzia lungo tutta la filiera di produzione in tema di:

- 1. Tracciabilità e legalità**
- 2. Sostenibilità ambientale**
- 3. Qualità di prodotto e di processo**

## **1. Tracciabilità e legalità**

Obbligo di un sistema di **tracciabilità e di dovuta diligenza** del materiale, in conformità a EUTR 995/2010 (Timber Regulation).

## **2. Sostenibilità ambientale**

ciclo produttivo in grado di generare un **risparmio di emissioni di CO<sub>2</sub>eq** almeno pari al 70% rispetto al gas naturale

## **3. Qualità prodotto e processo**

**Qualità di prodotto** certificata e garantita grazie alla dotazione di **idonee infrastrutture**





Per produrre biocombustibile di qualità standardizzata servono **requisiti infrastrutturali** e (quindi) importanti **investimenti** aziendali



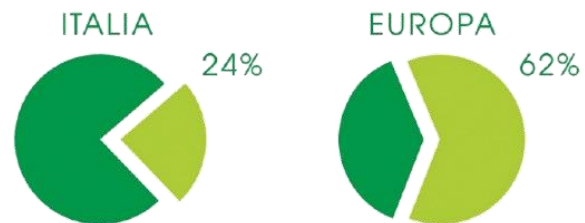


# Il bosco italiano cresce di 1.000 m<sup>2</sup> ogni minuto

Confronto Italia-UE per superficie, prelievo, incremento



## % DI PRELIEVO RISPETTO ALL'INCREMENTO



# Benefici della gestione del bosco vs abbandono

Fonte: prof. Hubert Hasenauer, direttore del Dipartimento Forestale e Scienze del Suolo dell'Università di Risorse Naturali e Scienze della Vita di Vienna (*Universität für Bodenkultur* [www.boku.ac.at](http://www.boku.ac.at)).

La gestione forestale sostenibile genera un risparmio di **CO<sub>2</sub> 10 volte maggiore dell'abbandono dei boschi**

Un ettaro di **bosco gestito** genera in **300 anni** un risparmio di **CO<sub>2</sub> 10 volte maggiore** del risparmio conseguibile da una foresta "abbandonata"

...grazie al suo uso come **materiale da costruzione e biocombustibile**



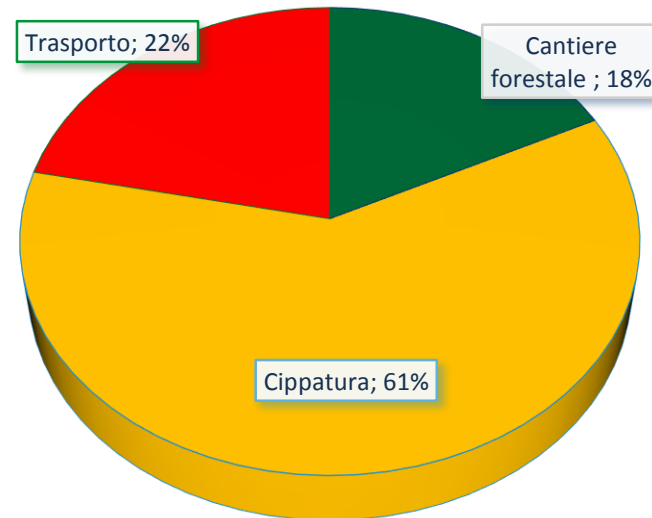
## Monitoraggio cantieri forestali in Appennino Pineta di pino nero:

- Abbattimento con motosega
- Esbosco con trattore-verricello, trattore e rimorchio forestale
- Cippatura
- Trasporto.

**GHG = 95,7%**

GHG quantifica il risparmio di emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente con l'utilizzo di biocombustibili rispetto al combustibile fossile.

### DISTRIBUZIONE DEI CONSUMI "MONTALONE"



**TESAF**



**CREIAMO PA**

11/04/2019

Valter Francescato | AIEL

28



### Classi di qualità del pellet per usi non industriali secondo la ISO 17225-2

Classificazione / Proprietà	Unità	A1	A2	B
Diametro (D) e lunghezza (L)	mm	D06, $6 \pm 1.0$ $3.15 \leq L \leq 40$ D08, $8 \pm 1.0$ $3.15 \leq L \leq 40$		
Contenuto idrico, M	% sul tal quale	M10 $\leq$ 10		
Ceneri, A	% sul peso secco	A0.7 $\leq$ 0.7	A1.2 $\leq$ 1.2	A2.0 $\leq$ 2.0
Durabilità meccanica, DU	% sul tal quale	DU 97.5 $\geq$ 97.5		DU 96.5 $\geq$ 96.5
Contenuto particelle fini, F	% sul tal quale	F 1.0 $\leq$ 1.0		
Potere calorifico netto, Q	MJ/kg	Q 16.5 $16.5 \leq Q \leq 19.0$	Q 16.3 $16.3 \leq Q \leq 19.0$	Q 16.0 $16.0 \leq Q \leq 19.0$
	kWh/kg	Q 4.6 $4.6 \leq Q \leq 5.3$	Q 4.5 $4.5 \leq Q \leq 5.3$	Q 4.4 $4.4 \leq Q \leq 5.3$
Massa volumica sterica, BD	kg/m <sup>3</sup>	BD 600 $\geq$ 600		

Riportare il contenuto di Azoto, Zolfo, Cloro, Arsenico, Cadmio, Cromo, Rame, Piombo, Mercurio, Nickel, Zinco



**Pellet**  
ISO 17225-2  
Classi A1, A2, B



# Come riconoscere il nuovo Marchio di Qualità ENplus®

Per essere certi di avere acquistato pellet ENplus® autentico e non contraffatto,  
è importante saper riconoscere il Marchio di Qualità,  
che è composto dal Marchio di Certificazione e dalla classe di qualità ENplus®.

**Marchio di Certificazione:**  
composto dal logo ENplus® e  
dal codice identificativo  
dell'azienda certificata

**Codice identificativo**  
dell'azienda certificata for-  
mato dalla sigla del Paese e  
dal numero progressivo  
di certificazione  
(da 001 a 299 per i produttori  
e da 300 a 899 per i distributori)



Indicazione  
della **classe di qualità**  
del pellet certificato

Indicazione della **norma**  
**ISO 17225-2**, riferimen-  
to di base per le classi  
di qualità ENplus®



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 rispettino 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;

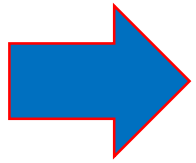


**Pellet**  
ISO 17225-2  
Classe A1



# Sommario

- Evoluzione dei consumi (emissioni) dei biocombustibili legnosi
- Tecnica di combustione: qualità dei biocombustibili-emissioni
- **Tecnologie: stato della tecnica e prospettive di sviluppo**
  - **Apparecchi Domestici (AD)**
  - Impianti Tecnologici Centralizzati (ITC)
- Conto Termico: strumento strategico per ridurre le emissioni di PM e BaP



# Principali caratteristiche 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)



## Molto importante la geometria: FORMA

Low and wide shape



High and slim shape



Source: TFZ-Wissen, Vol. 1, "Richtig heizen"





## Molto importante la geometria: SUPERFICIE VETRO

Very large window surface



Moderately sized window surface

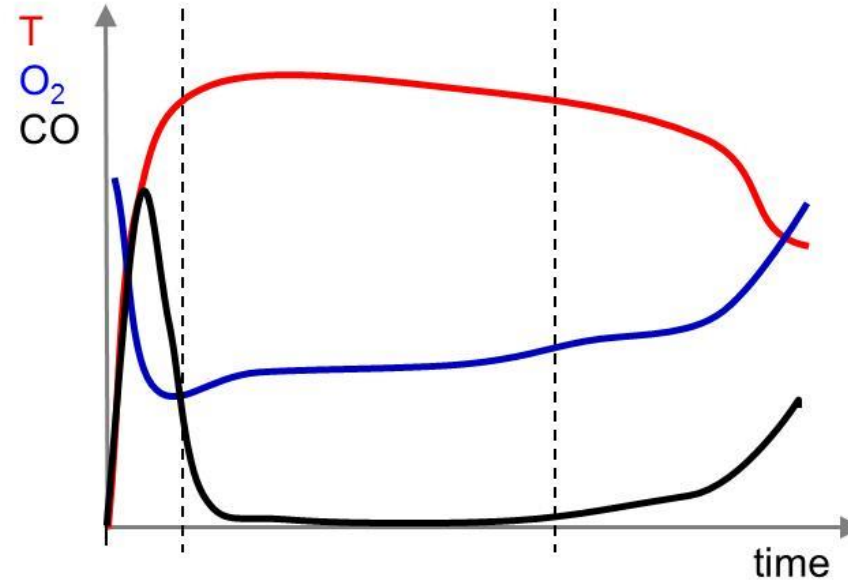
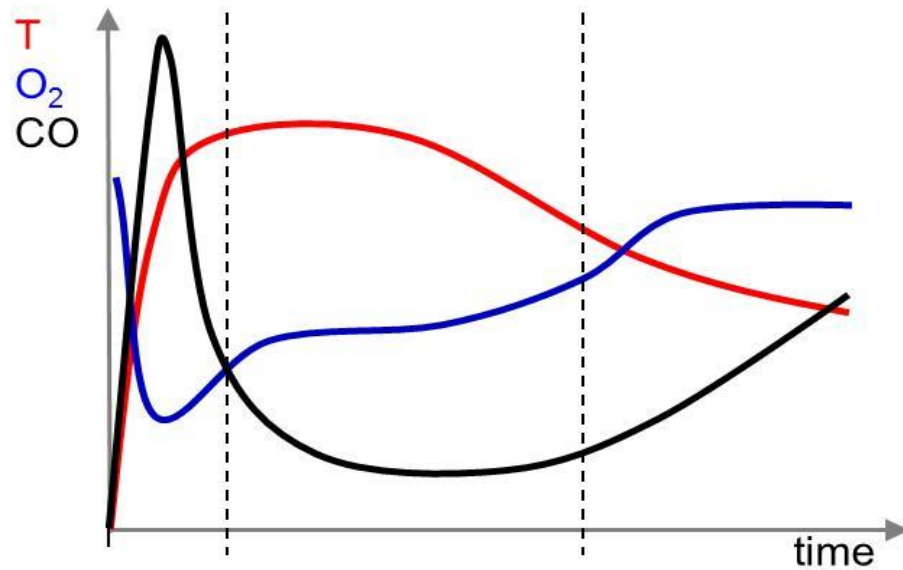


Source: TFZ-Wissen, Vol. 1, "Richtig heizen"



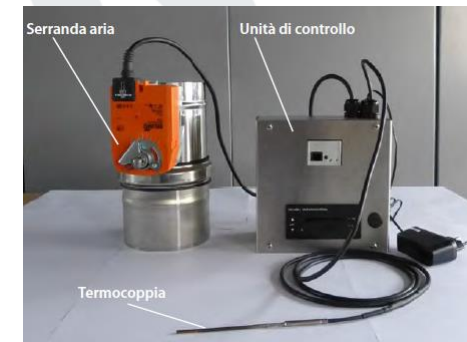
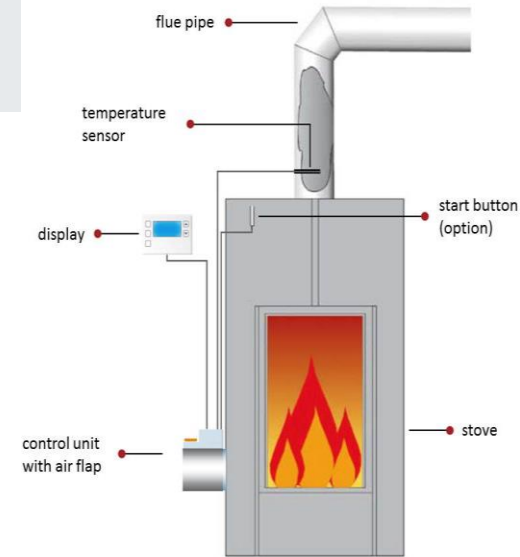
# Evoluzione tecnologica: integrazione di sistemi di controllo dell'aria comburente (retrofitting)

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



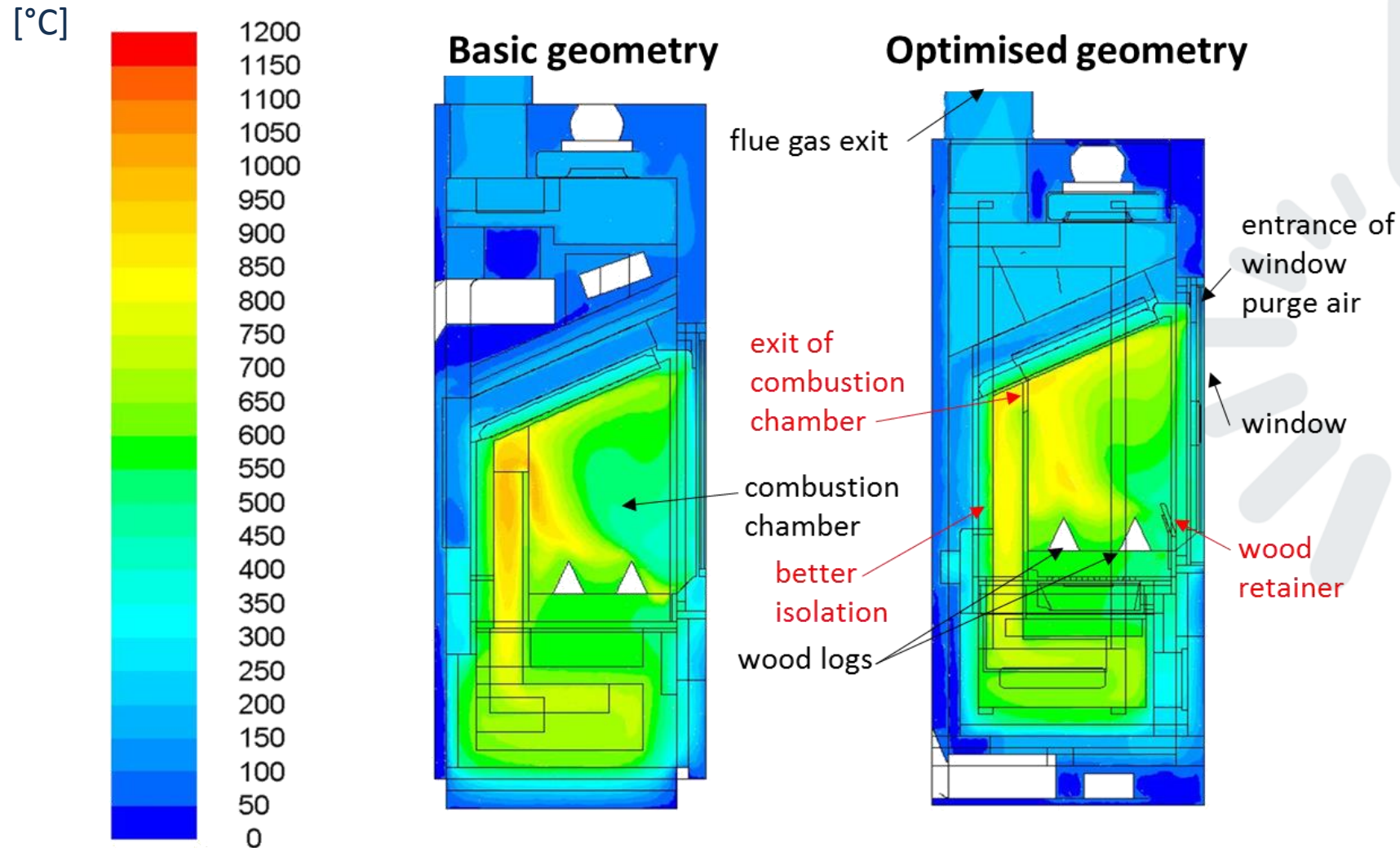
## Effetti positivi

- Riduzione fase di accensione
- Camera combustione mantenuta costantemente a T più elevata
- L'O<sub>2</sub> 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)



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

Fonte: F. Klauser et al. 2018

**Tabella 1**  
Fattori di emissione di PM10\*

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

\* Questi fattori di emissione sono utilizzati a partire dall'inventario 2010

EI 2016 → BaP 121

**Table 2**

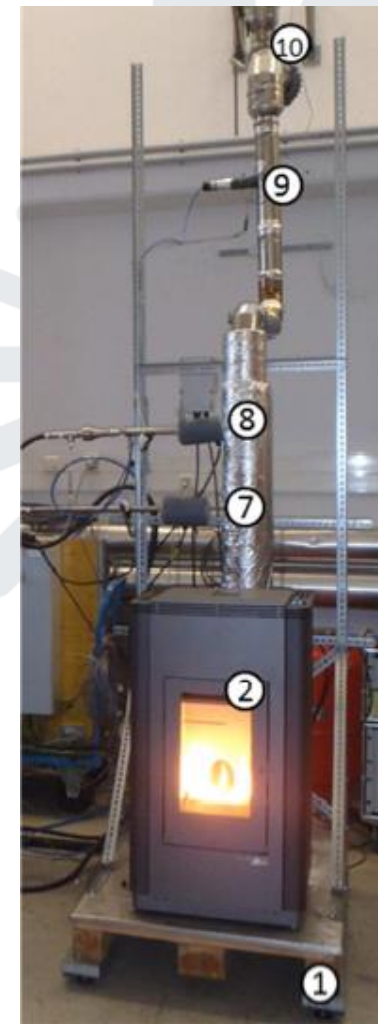
Emission values from beReal test methods from FA (firewood appliances) and PS (pellet stoves).

	CO	OGC	NO <sub>x</sub>	TSP	TSP <sub>dil</sub>	TC	EC	OC	BaP
	mg MJ <sup>-1</sup>					µg MJ <sup>-1</sup>			
FA1	1375	169	90	37	136	104	18	87	11.6
FA2	1285	184	111	46	120	97	26	71	18.5
FA3	2237	196	82	53	153	116	23	94	29.7
FA4	1494	167	50	54	57	44	22	22	22.9
FA5	1693	205	86	65	170	127	24	103	7.9
FA6	1949	161	77	64	82	66	30	36	29.2
FA7	1475	99	73	65	68	63	45	20	20.4
FA8	1353	97	69	70	129	108	58	50	86.4
FA9	1735	286	69	67	271	193	27	166	27.8
PS1	401	11	90	26	28	14	1	13	0.5
PS2	204	8	107	21	33	16	6	10	0.8
PS3	832	84	79	28	35	24	9	14	129.8
PS4	159	6	69	21	38	17	6	11	0.7









[FA] TSP<sub>dil</sub>: **57 – 271 g/GJ** | BaP: **7.9 – 86.4**

[PS] TSP<sub>dil</sub>: **28 – 38 g/GJ** | BaP: **0.5 – 129.8**



# 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)	Abete (legna morbida)	
			
	Pellet di faggio	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).





# Generatori domestici a legna ad alta efficienza e basse emissioni

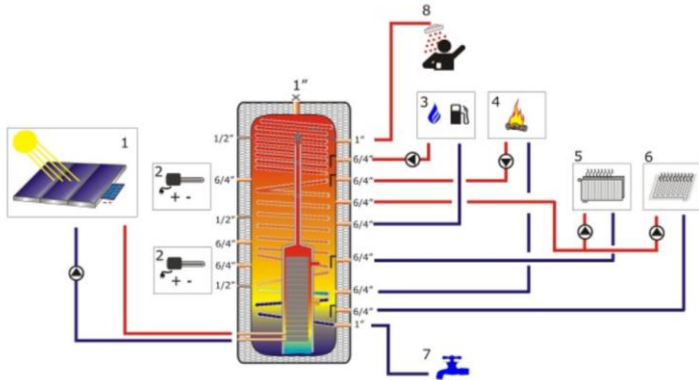


Tabella 3 - Concentrazioni dei prodotti di combustione riferite a un tenore di ossigeno libero nei fumi del 13% durante il regime permanente

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



## Considerazioni AD (1/2)

- Negli AD a legna c'è ancora un **elevato potenziale** di miglioramento delle prestazioni con **misure tecnologiche** (...**però è importante aggiornare i FE**)
- AD a legna equipaggiati con dispositivi di regolazione e più elettronica comportano un **incremento dei costi**
- Le attività di RD dovranno puntare a **minimizzare gli errori di gestione dell'utente finale**
- A fianco alle misure tecnologiche è fondamentale la concreta implementazione di **misure NON tecnologiche**



# Misure NON tecnologiche

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		

Fonte: C. Schmidl, 2016







## 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



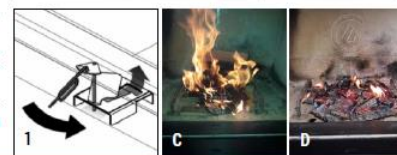
### Preparazione e accensione

#### 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.



# Misure NON tecnologiche

## Installazione (DiCo), manutenzione, Libretto e Catasto Informatico

### Installazione di apparecchi e caldaie

- Evitare sempre il **fai-da-te**.
- Far installare il generatore solo da un **installatore abilitato** dalla Camera di Commercio (DM 37/2008).
- Rivolgersi a installatori che hanno seguito **corsi di qualificazione** specifici per le **biomasse**.
- L'installatore deve installare il generatore e l'impianto fumario alla regola dell'arte in conformità alle **norme tecniche di riferimento**.
- A conclusione dei lavori farsi rilasciare sempre dall'installatore la **"dichiarazione di conformità"**.
- Far eseguire da un installatore-manutentore abilitato e qualificato almeno **una pulizia annuale** sia del generatore sia dell'impianto fumario.
- In caso di risanamento dell'impianto fumario farsi **sempre rilasciare la "dichiarazione di conformità"**.





# Chi può installare un impianto termico?

Impresa iscritta in camera di commercio abilitata ai sensi del DM 37/08 con lettera c) art. 1

E chi può fare la manutenzione ad un impianto termico?

Le abilitazioni sono le stesse

Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di BELLUNO

**VISURA ORDINARIA SOCIETA' DI PERSONE**

**DATI ANAGRAFICI**

Indirizzo Sede legale: Falcade (BL) Via Veneto 28 cap 32020  
Indirizzo PEC: fioriano.idrico@pec.it  
Numero REA: BL - 87966  
Codice fiscale: 00992220251  
Partita IVA: 00992220251  
Forma giuridica: società in nome collettivo  
Data atto di costituzione: 27/01/2004  
Data iscrizione: 13/02/2004  
Data ultimo protocollo: 12/11/2012  
Socio: Valt Luciano

6C6485

Il QR Code consente di verificare la corrispondenza tra questo documento e quello archiviato al momento dell'iscrizione. Per la verifica utilizzare l'App QR Code o visitare il sito ufficiale del Registro Imprese.

ATTIVITA'		
Stato attività	att	
Data inizio attività	27	
Attività esercitata	int	
	ter	
Codice ATECO	43	Albi e Ruoli
Codice NACE	43	
Attività import export	-	
Contratto di rete	-	Albo Imprese Artigiane
Albi ruoli e licenze	si	
Albi e registri ambientali	-	

**CERTIFICAZIONE D'IMPR**

Attestazioni SOA: -  
Certificazioni di QUALITA': -

Le informazioni, sopra si possono trovare (del 1) Da elenchi soci e fr

**Abilitazioni**

abilitazioni per gli impianti D.M. 37/2008

	I trimestre	II trimestre	III trimestre	IV trimestre	Valore
Dipendenti	0	0	0	0	
Indipendenti	1	1	1	1	
Totale	1	1	1	1	

Numero: 28936  
Provincia: BL  
Data domanda/accertamento: 19/02/2004  
Data delibera: 29/04/2004

Data inizio attività: 27/01/2004  
installazione impianti idro-termo-sanitari

L'impresa, ai sensi del Decreto 22 gennaio 2008 n. 37 recante norme per la impianti, è abilitata, salvo le eventuali limitazioni più sotto specificate, all'installazione, trasformazione, ampliamento e alla manutenzione degli impianti di cui all'Decreto n. 37/2008 come segue:

- Lettera C  
impianti di riscaldamento, di climatizzazione, di condizionamento e di refrigerazione di qualsiasi natura o specie, comprese le opere di evacuazione dei prodotti di combustione e delle condense, e di ventilazione ed aerazione dei locali  
Limitatamente a: impianti di riscaldamento, climatizzazione e condizionamento di qualsiasi natura o specie, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione, e di ventilazione ed aerazione dei locali  
Provincia: BL  
Data accertamento: 27/01/2004  
Ente: Albo Artigiani
- Lettera D  
impianti idrici e sanitari di qualsiasi natura o specie  
Provincia: BL  
Data accertamento: 27/01/2004  
Ente: Albo Artigiani
- Lettera E  
impianti per la distribuzione e l'utilizzazione di gas di qualsiasi tipo, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e ventilazione ed aerazione dei locali  
Provincia: BL  
Data accertamento: 27/01/2004

**DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DELL'IMPIANTO ALLA REGOLA DELL'ARTE**  
D.M. 19 maggio 2010 e D.M. 22 gennaio 2008 n. 27 e SUCCESSIVE MODIFICHE

n. \_\_\_\_\_

**INFORMAZIONI**

Fornitore: \_\_\_\_\_  
Indirizzo: \_\_\_\_\_  
Cognome e nome rappresentante: \_\_\_\_\_  
Data e luogo rappresentante: \_\_\_\_\_

con sede in via \_\_\_\_\_  
Prov. \_\_\_\_\_

iscritta nel Registro delle Imprese (D.M. 22 gennaio 2008 n. 27)  
Indirizzo: \_\_\_\_\_  
Codice fiscale: \_\_\_\_\_  
Partita IVA: \_\_\_\_\_

iscritta al Registro delle Imprese Artigiane di \_\_\_\_\_  
Indirizzo: \_\_\_\_\_  
Codice fiscale: \_\_\_\_\_  
Partita IVA: \_\_\_\_\_

Inteso come:  nuovo impianto  trasformazione  ampliamento  manutenzione straordinaria  altro

Per gli impianti a gas specificare il tipo di gas (metano, GPL, GPL+GPL, GPL+GPL+GPL, GPL+GPL+GPL+GPL)

Per gli impianti elettrici specificare la potenza massima installata: \_\_\_\_\_

completato da: \_\_\_\_\_  
nel Comune di: \_\_\_\_\_

Indirizzo: \_\_\_\_\_  
Prov. \_\_\_\_\_  
C.A.P. \_\_\_\_\_  
Indirizzo di consegna: \_\_\_\_\_  
Indirizzo di consegna: \_\_\_\_\_

In edificio adibito al uso:  industriale  civile  commerciale  altri usi

La presente dichiarazione di conformità è stata redatta in modo conforme alla regola dell'arte, secondo quanto previsto dall'art. 10, comma 1, del D.M. 22 gennaio 2008 n. 37.

**DICHIARA**

Il sottoscritto \_\_\_\_\_  
di essere il titolare della responsabilità dell'installazione, trasformazione, ampliamento e manutenzione dell'impianto, e di aver provveduto a tutte le verifiche e controlli necessari per la conformità dell'impianto alla regola dell'arte.

rispettato il progetto redatto ai sensi dell'art. 5 del D.M. 22 gennaio 2008 n. 37.  
 rispettato il progetto redatto ai sensi dell'art. 5 del D.M. 22 gennaio 2008 n. 37.

**Allegati obbligatori:**

- Disegni di progetto ai sensi dell'art. 5 del D.M. 22 gennaio 2008 n. 37.
- Relazione di calcolo dei materiali e delle lavorazioni con esse previste, avendo riguardo alle norme e alle disposizioni di legge.
- Relazione di calcolo dei materiali e delle lavorazioni.
- Relazione di calcolo dei materiali e delle lavorazioni.
- Relazione di calcolo dei materiali e delle lavorazioni.
- Relazione di calcolo dei materiali e delle lavorazioni.

**Allegati facoltativi:**

- Attestazioni di conformità dei materiali e dei componenti.
- Attestazioni di conformità dei materiali e dei componenti.
- Attestazioni di conformità dei materiali e dei componenti.

**DECLINA**

ogni responsabilità per vizi o persone o a cose derivanti da manutenzione dell'impianto da parte di terzi diversi da camera di manutenzione o riparazione.

Firma: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_\_

**AVVERTENZE PER IL COMMITTENTE:** responsabilità del committente e del progettista, art. 8 del D.M. 22 gennaio 2008 n. 37.

Firma: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_\_

**COPIA PER IL COMMITTENTE**



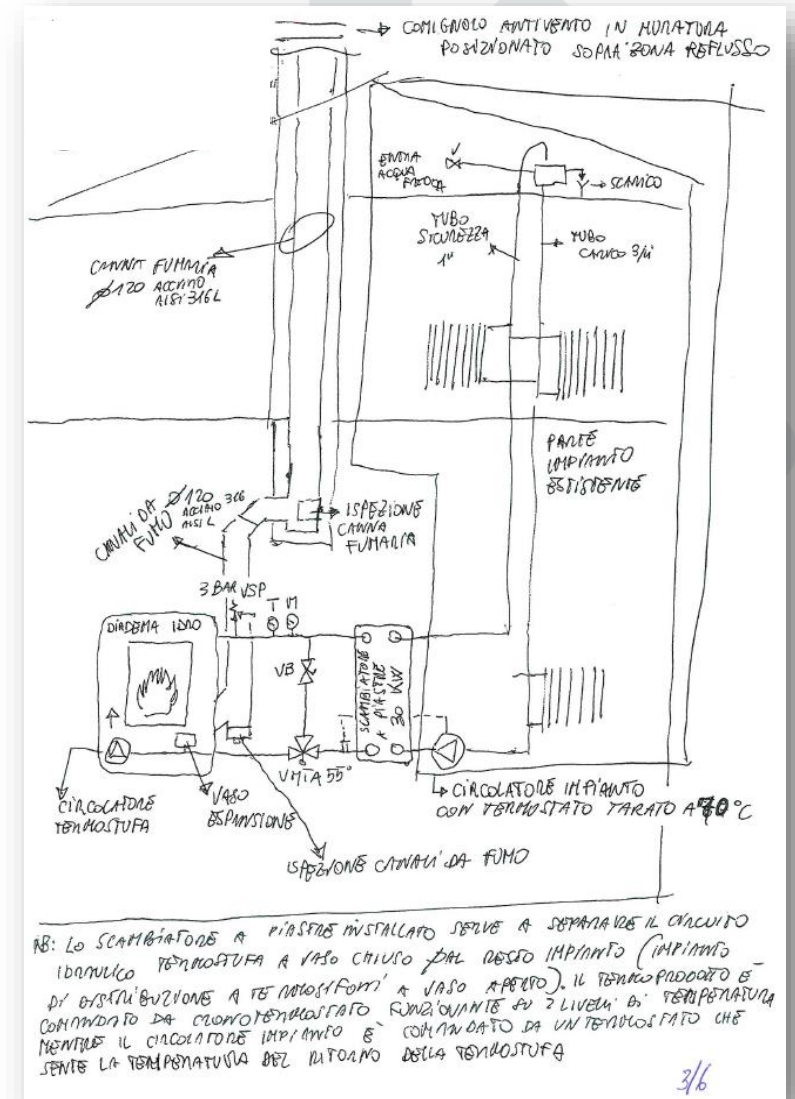
Questo è quello che (spesso) troviamo in giro....





# Considerazioni AD (2/2)

- Nel settore degli **apparecchi domestici a legna e pellet** è ancora raro trovare una DiCo e quando c'è è fortemente carente (schema d'impianto, lista materiali,...)
- **L'accatastamento** degli impianti prosegue troppo lentamente, soprattutto per quelli esistenti (**concorrenza sleale** installatori-manutentori)
- La **manutenzione** è ancora troppo spesso evitata e/o lasciata al fai-da-te
- E' necessario che le **Autorità competenti** facciano **maggiori controlli**, obiettivo non è sanzionare ma educare gli utenti e gli operatori ( ++qualità aria)



# APE – Attestato di prestazione energetica

Senza Libretto NO APE

Senza manutenzioni impianto  
APE decade

**REGIONE LOMBARDA**  
Infrastrutture Lombarde

**ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI**  
VALIDO FINO AL: \_\_\_\_\_

**DATI GENERALI**

Destinazione d'uso:  
 Residenziale  
 Non residenziale

Oggetto dell'attestato:  
 Intero edificio  
 Unità immobiliare  
 Gruppo di unità immobiliari

Classificazione D.P.R. 412/93: \_\_\_\_\_

Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: \_\_\_\_\_

Nuova costruzione  
 Passaggio di proprietà  
 Locazione  
 Ristrutturazione importante  
 Riqualificazione energetica  
 Altro: \_\_\_\_\_

**DATI IDENTIFICATIVI**

FOTO EDIFICIO: \_\_\_\_\_

Regione: \_\_\_\_\_  
Comune: \_\_\_\_\_  
Indirizzo: \_\_\_\_\_  
Piano: \_\_\_\_\_  
Interno: \_\_\_\_\_  
Coordinate GIS: \_\_\_\_\_

Zona climatica: \_\_\_\_\_  
Anno di costruzione: \_\_\_\_\_  
Superficie utile riscaldata (m<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_  
Superficie utile raffrescata (m<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_  
Volume lordo riscaldato (m<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_  
Volume lordo raffrescato (m<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_

Comune catastale			Sezione			Foglio			Particella			
Subalteni	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a
Altri subalteni												

**Servizi energetici presenti**

Climatizzazione invernale  
 Climatizzazione estiva  
 Ventilazione meccanica  
 Prod. acqua calda sanitaria  
 Illuminazione  
 Trasporto di persone o cose

**PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO**

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.

**Prestazione energetica del fabbricato**

INVERNO	ESTATE

**Prestazione energetica globale**

EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO

**CLASSE ENERGETICA X**

EP<sub>gl,nren</sub> kWh/m<sup>2</sup>anno

Riferimenti: Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione:  
Se nuovi: Y (EP<sub>gl,nren</sub>)  
Se esistenti: Z (EP<sub>gl,nren</sub>)

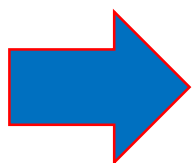
Bar chart showing energy efficiency classes from A4 (most efficient) to G (least efficient).

Pag. 1



# Sommario

- Evoluzione dei consumi (emissioni) dei biocombustibili legnosi
- Tecnica di combustione: qualità dei biocombustibili-emissioni
- **Tecnologie: stato della tecnica e prospettive di sviluppo**
  - Apparecchi Domestici (AD)
  - **Impianti Tecnologici Centralizzati (ITC)**
- Conto Termico: strumento strategico per ridurre le emissioni di PM e BaP



# Moderni Impianti Tecnologici Centralizzati (ITC) a legna, cippato e pellet

- 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

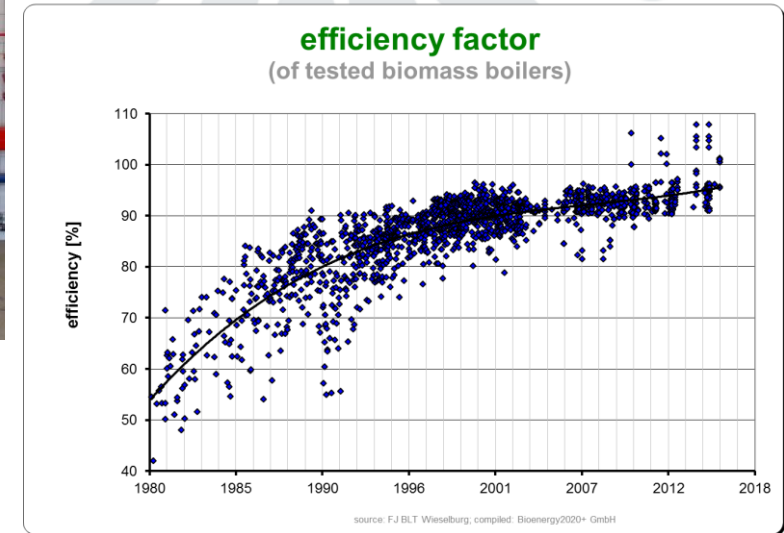
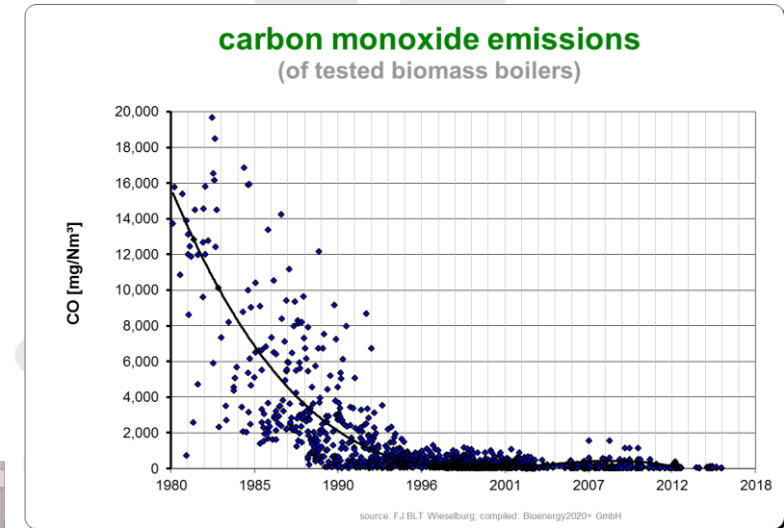
Rendimento = **96%**

CO = **5mg/MJ**

OGC < **1mg/MJ**

**TSP = 7mg/MJ**

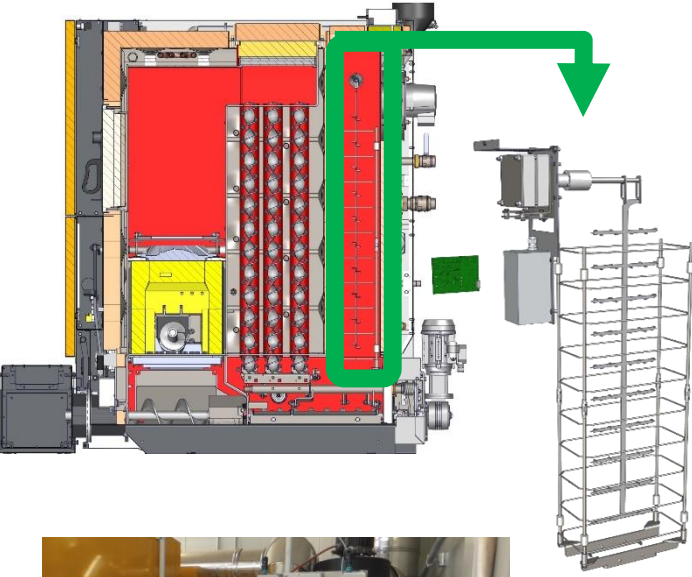
- **Possibili sviluppi futuri?**



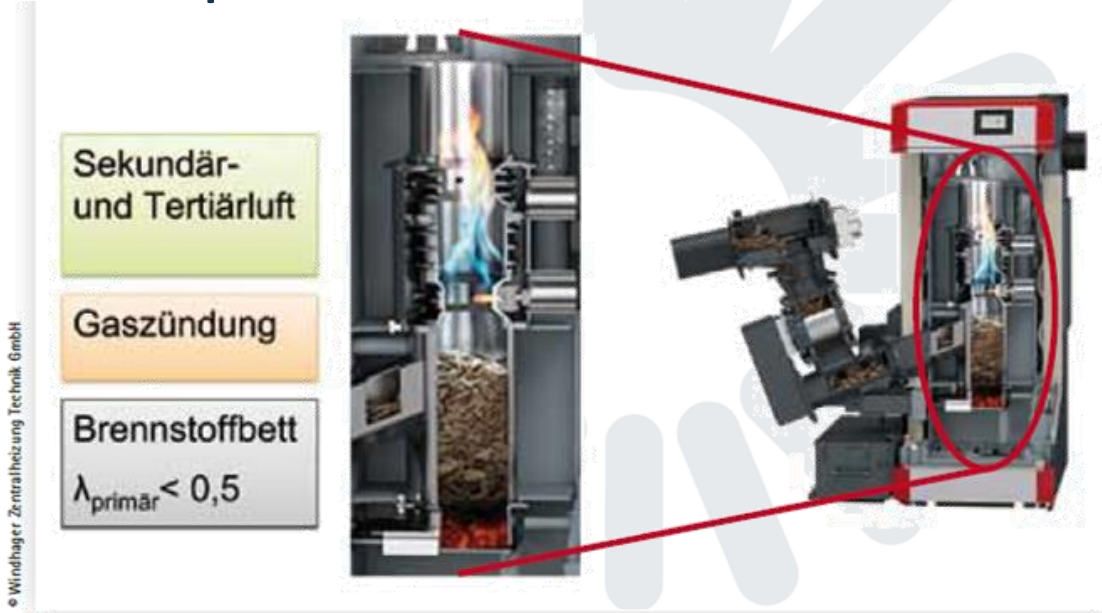


# Obiettivo: caldaie NZEB Ridurre (quasi) a zero le emissioni di PM inorg.

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



## 2. Estremizzazione della separazione dei processi di combustione



## 3. Tecnica condensazione

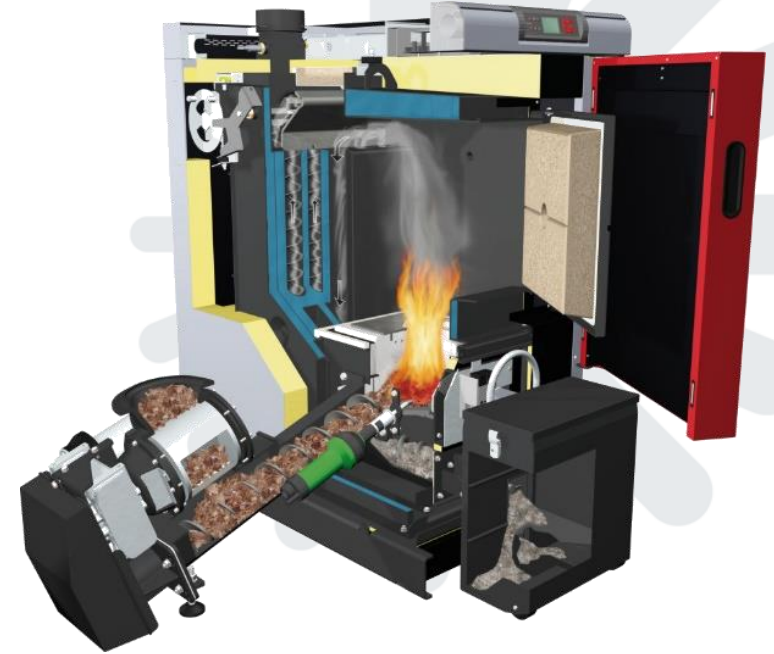
## Contributo alle emissioni di PM10 delle caldaie automatiche **36-1.000 kW (2015)**

### Nostre stime (AIEL) 2015

Consumo annuo ca. 8 PJ (**0,5 Mt**)

Produzione di PM10: **0,3 kt di PM10**

**0,7% del PM10** prodotto dalla  
combustione domestica!

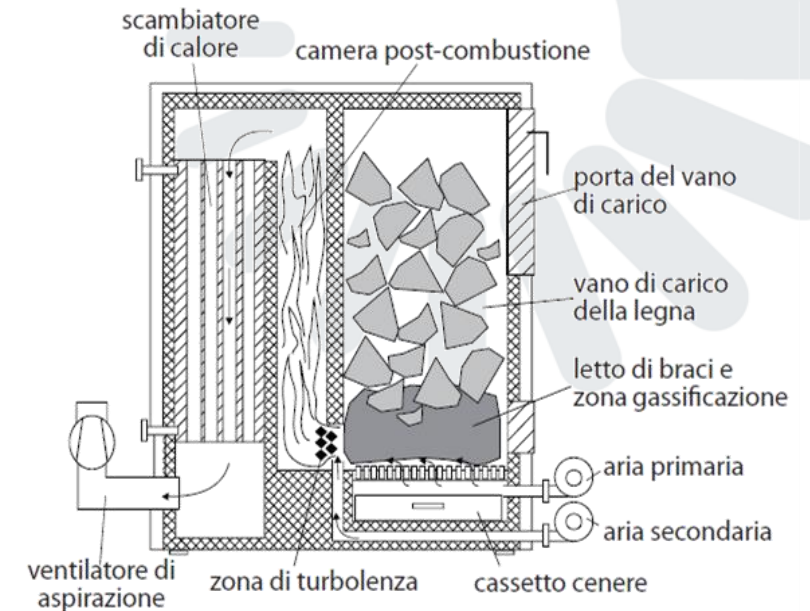
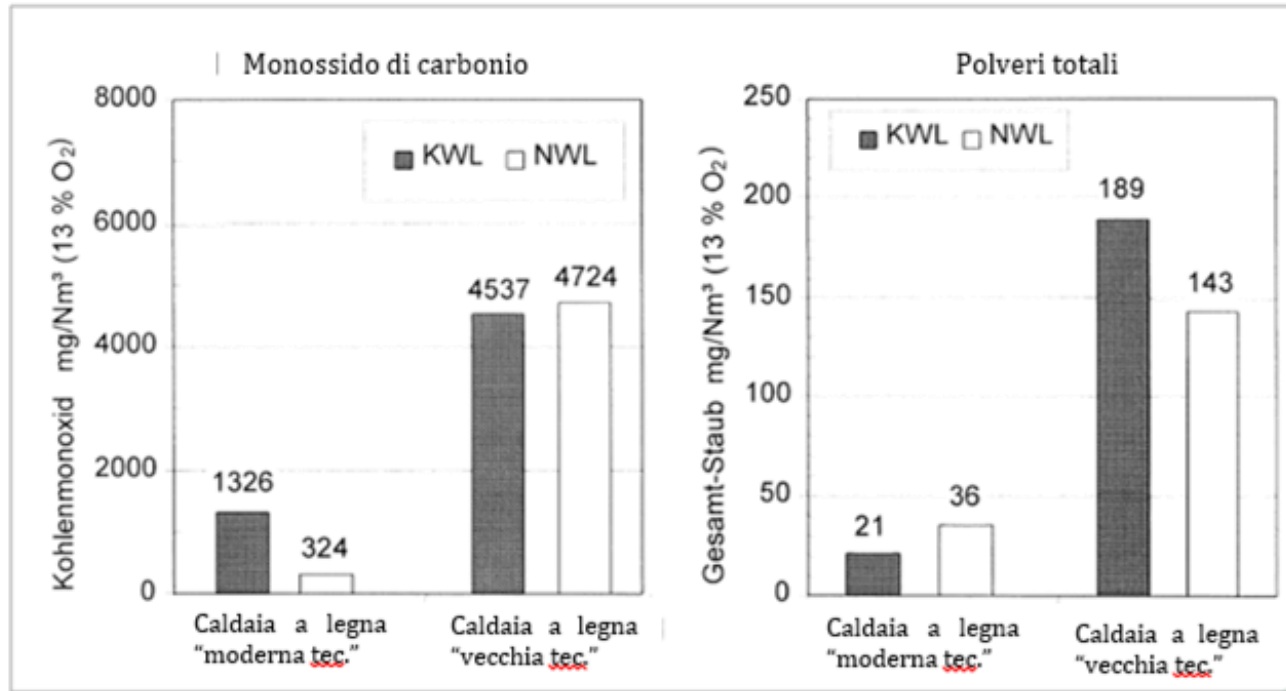


# Caldaiie a legna: confronto tra vecchie e moderne tecnologie (2000, già 15 anni fa!)

**189 mg/Nm<sup>3</sup> ≈ 122 g/GJ → 36 mg/Nm<sup>3</sup> ≈ 25 g/GJ**

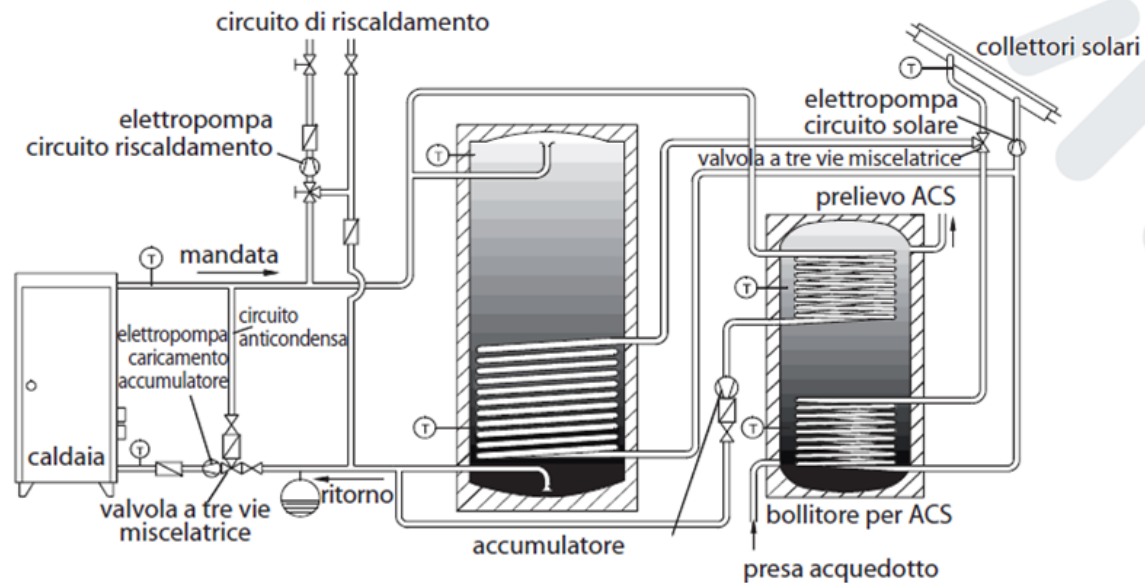


**- 5 volte!!**

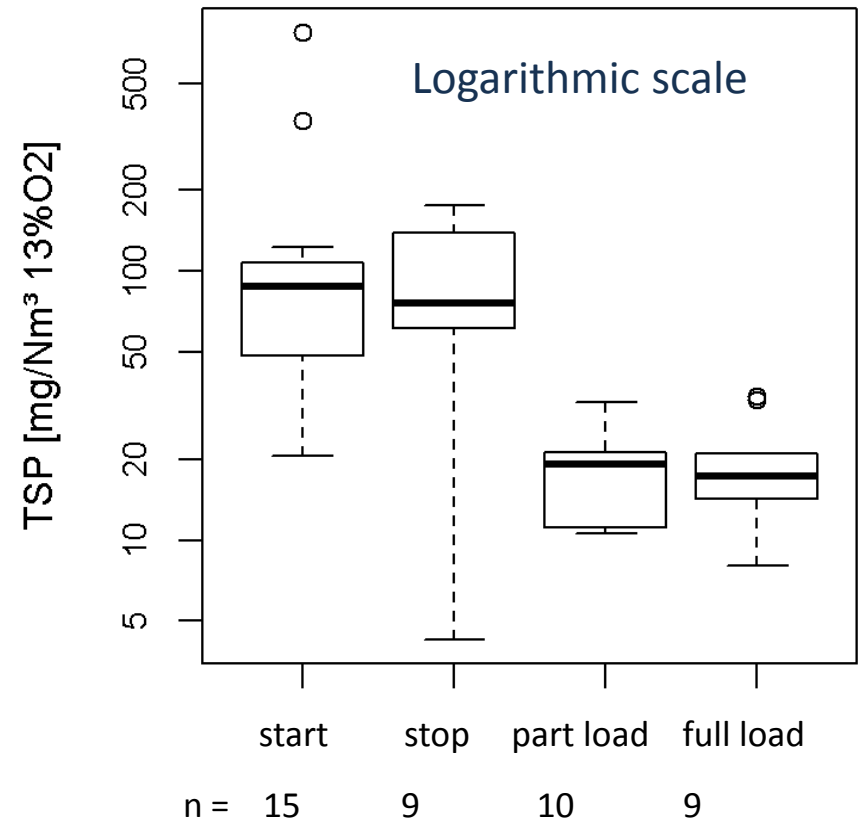
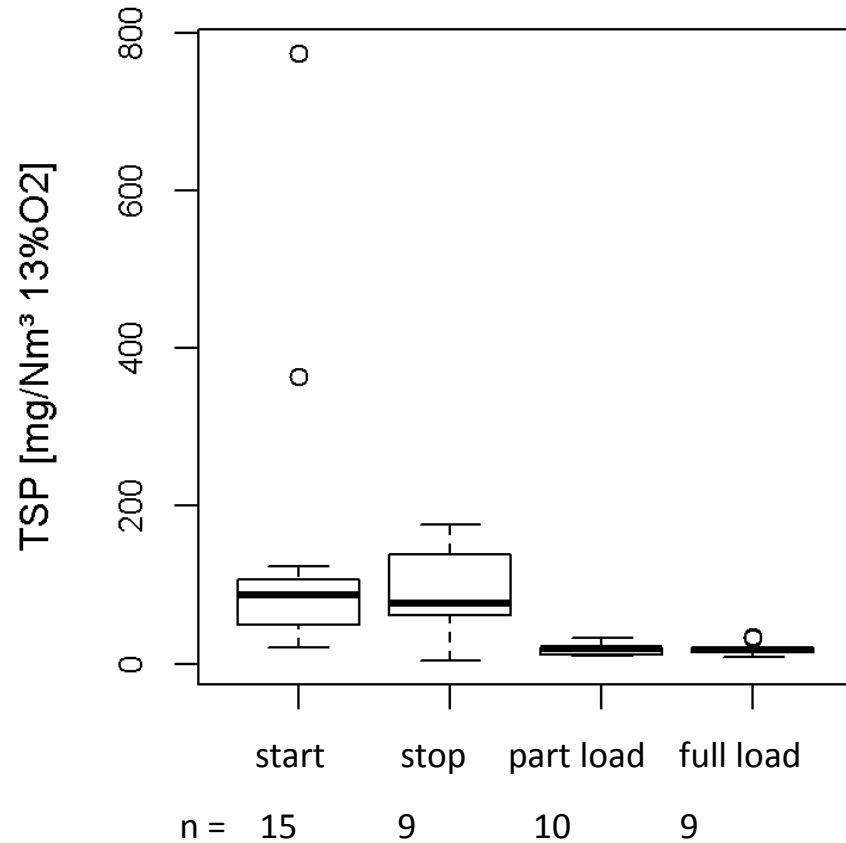




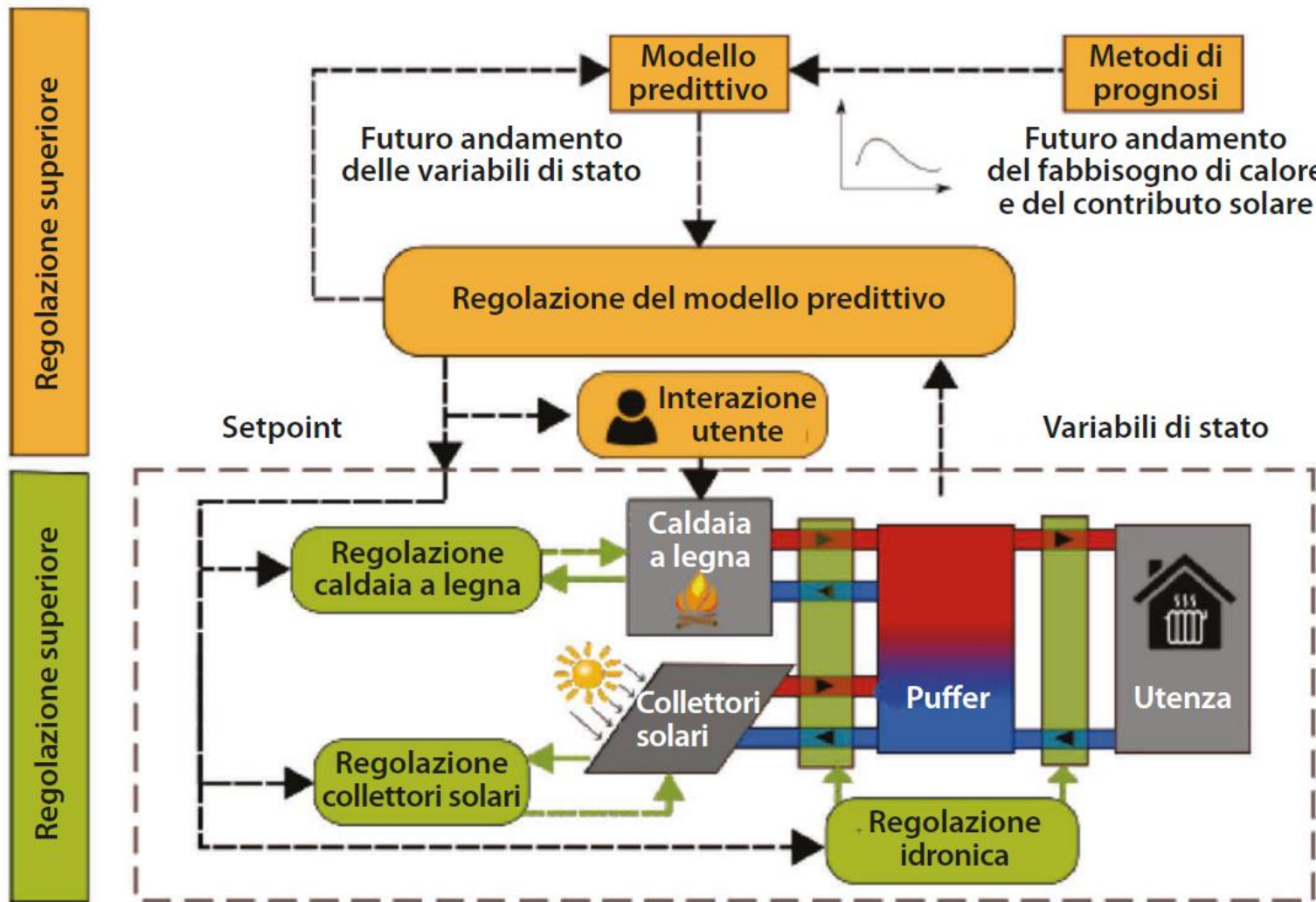
# Moderni impianti centralizzati a legna ad alta efficienza e basse emissioni



# Emissioni di PP delle caldaie: regime stazionario vs fase di start-stop (C. Schmidl, 2018)

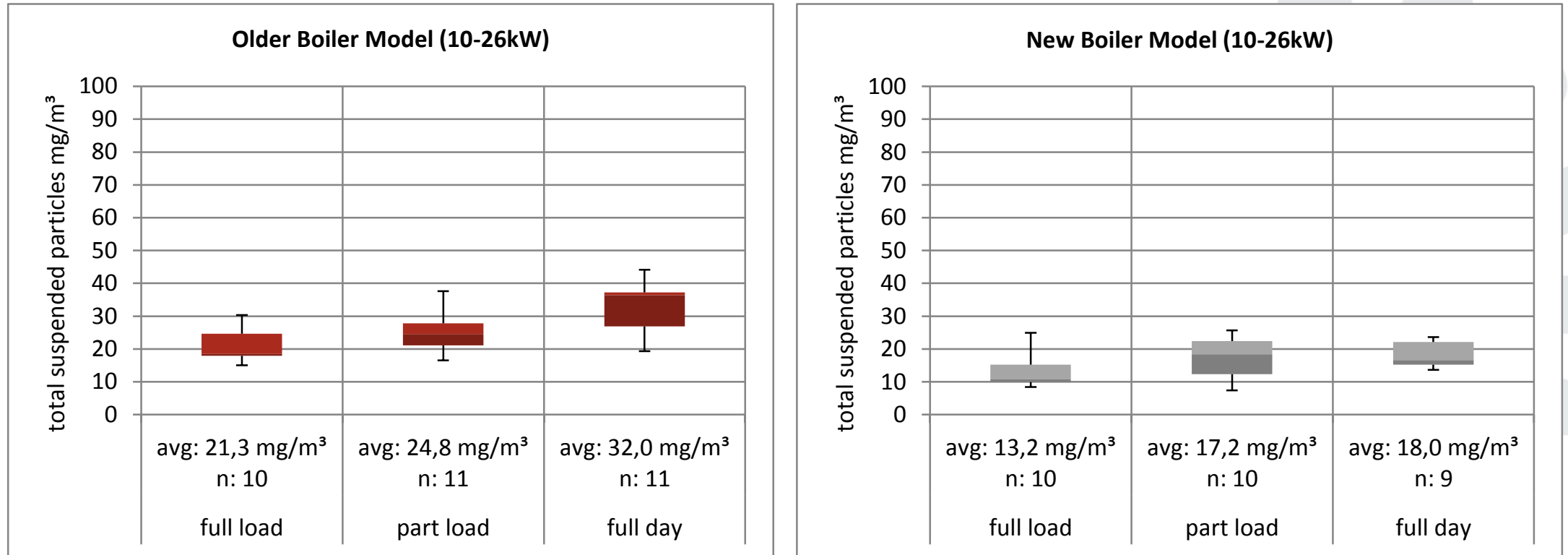


# Obiettivo: caldaie NZEB Ridurre (quasi) a zero le emissioni di PM inorg.





## Caldaie a pellet, miglioramento delle emissioni, misure in campo (Schmidl, 2018)



- Miglioramento delle tecnologie è evidente
- Ridotta variabilità dei dati, prestazioni molto stabili anche nel caso di misure giornaliere (tutto il giorno)



# Misure in opera in moderni impianti tecnologici a pellet

Caldaia – pellet A1 - 52 kW – Deposito Carbotermo (Pero – MI)

Caldaia – pellet A1- 115 kW – Via Melegnano 2 (Siziano – PV)



**Tabella 3 - Fattori di emissioni per le polveri totali**

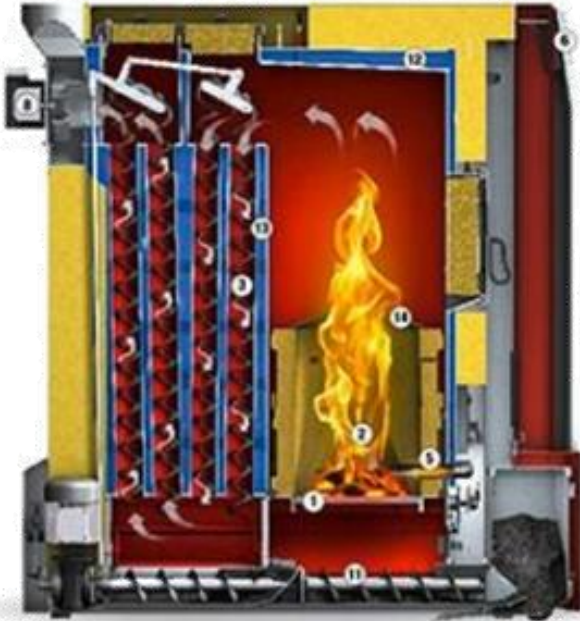
		52 kW	52 kW Con filtro a maniche	115 kW
pp (g/GJ)	Intero ciclo di combustione	10	1.3	6.4
	Senza fase di accensione	9	0.8	5.7

**Tabella 4 - Fattori di emissione per il Benzo(a)Pirene**

		52 kW	52 kW Con filtro a maniche
Benzo(a)Pirene (mg/GJ)	Intero ciclo di combustione	0.37	0.05
	Esclusa la fase di accensione	0.22	0.03

# Benefici ambientali delle minireti di TLR

## Caldaia allo stato della tecnica (2015)



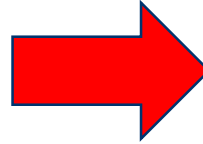
Prüfobjekt	[-]	Messergebnisse				Anforderungen <sup>5)</sup>				
		Nenn-Wärmeleistung		Kleinste Wärmeleistung		Nenn-Wärmeleistung	Kleinste Wärmeleistung			
Handelsbezeichnung	[-]	ECO-HK 120				--	--			
Nenn-Wärmeleistung	[kW]	120,0				--	--			
Wärmeleistung	[kW]	112,2		32,6		--	--			
Brennstoff-Wärmeleistung	[kW]	118,3		33,9		--	--			
Abgastemperatur	[°C]	123,8		64,2		--	--			
Abgasmassenstrom	[kg/h]	191,1		60,6		--	--			
Auslastung	[%]	93,5		27,2		100 ± 8	≤ 30			
Kesselwirkungsgrad	[%]	94,8		96,2		89	--			
Kohlendioxid	[%]	16,0		14,3		--	--			
		[mg/MJ] <sup>1)</sup>	[mg/m <sup>3</sup> ] <sup>2)</sup>	[mg/m <sup>3</sup> ] <sup>3)</sup>	[mg/m <sup>3</sup> ] <sup>4)</sup>	[mg/MJ] <sup>1)</sup>	[mg/m <sup>3</sup> ] <sup>2)</sup>			
Polveri		8	18	17	13	6	13	12	9	40
Monossido Carbonio		3	6	5	4	43	97	88	70	500
Carbonio Organico		< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	2	1	20
Ossidi di azoto		61	139	127	101	46	105	95	76	--



Prüfbrennstoff	[-]	Messergebnisse		Anforderung <sup>5)</sup>
		Nenn-Wärmeleistung	Kleinste Wärmeleistung	
Spezifikation	[-]	Holzhackgut Fichte M20 P45 entsprechend EN 14961-4:2011		
Wassergehalt <sub>wf</sub>	[%]	18,4	20,0	20 - 30
Aschegehalt <sub>wf</sub>	[%]	0,4		≤ 1,5
Heizwert <sub>wf</sub>	[MJ/kg]	19,0		> 17



## Benefici ambientali delle minireti di TLR



1 caldaia cippato BAT **20 g/GJ** (100 kW – 200 MWh) = **0,4 Stufe tradizionali**

1 stufa = 9,2 t legna = 12% Energia p.

1 caldaia 100 kW → riscalda 20 abitazioni (150 m<sup>2</sup>)

**16 caldaie 100 kW → riscaldano 320 abitazioni**

**= al PM10 prodotto da 1 km di strada**



# Benefici ambientali delle minireti di TLR

## Emissioni per 1 km, di strada, mediamente trafficata EURO 3

Km per area di influenza 1  
N° Passaggi giornalieri 10 000      **veicoli/gg**



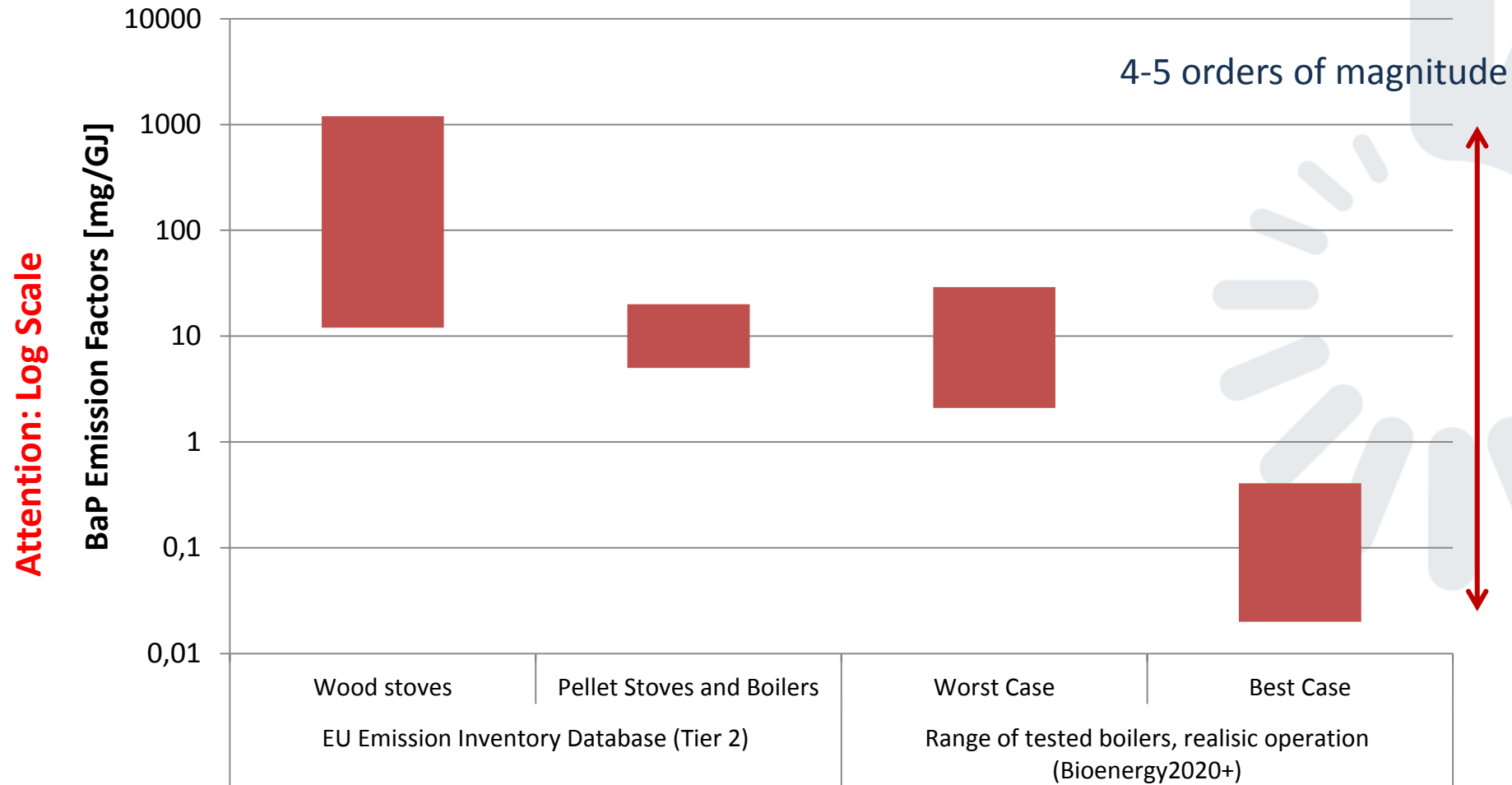
EURO 3				
	%	km/aa	Polveri	
			g/km	kg/aa
MOTOCICLI	10%	365 000	0,05	18,3
AUTOVEICOLI	50%	1 825 000	0,05	91,3
AUTOCARRI LEGGERI	25%	912 500	0,07	63,9
AUTOCARRI PESANTI	15%	547 500	0,1	54,8
	100%	3 650 000	0,27	<b>228</b>

Fonte: Ing. A. Segatta, 2015



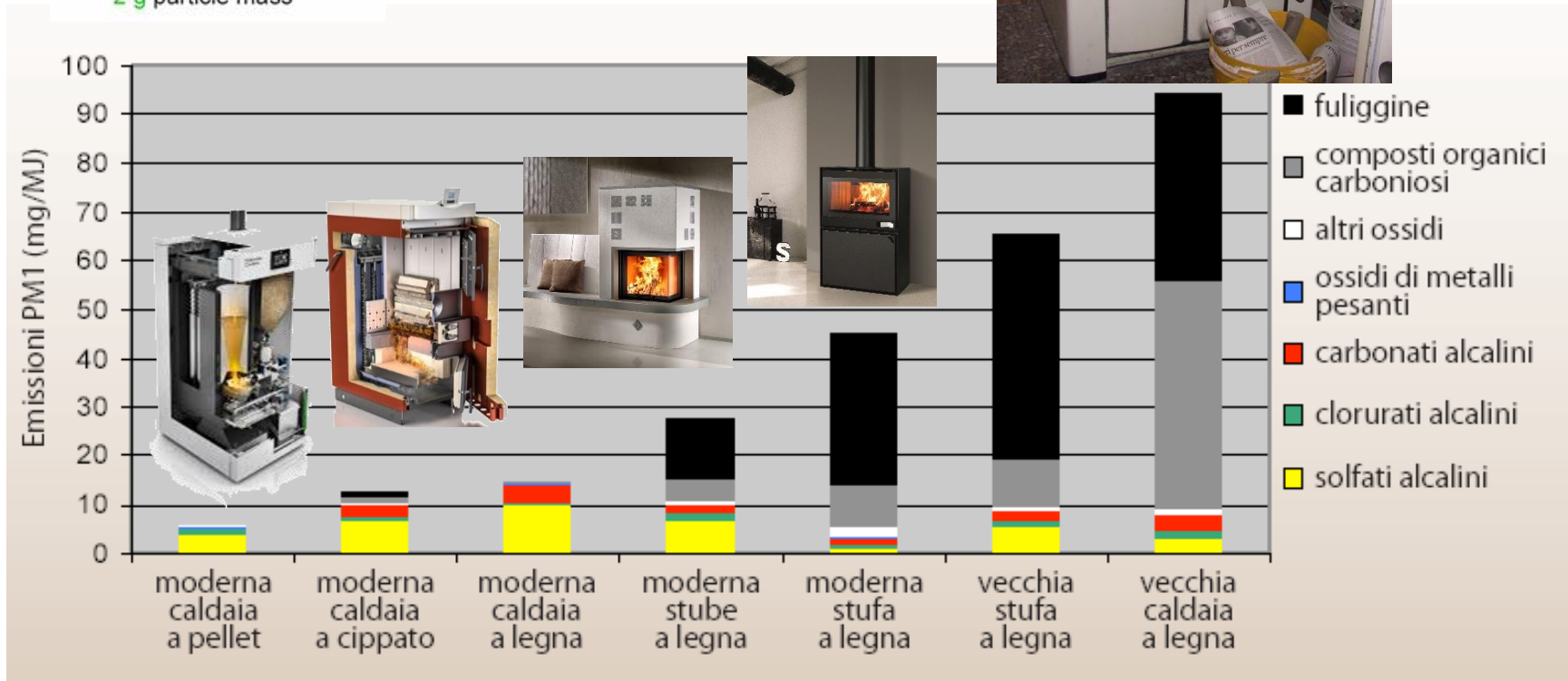


# Boilers/Pellet Stoves: BaP Emission Factor Comparison (Schmidl, 2018)

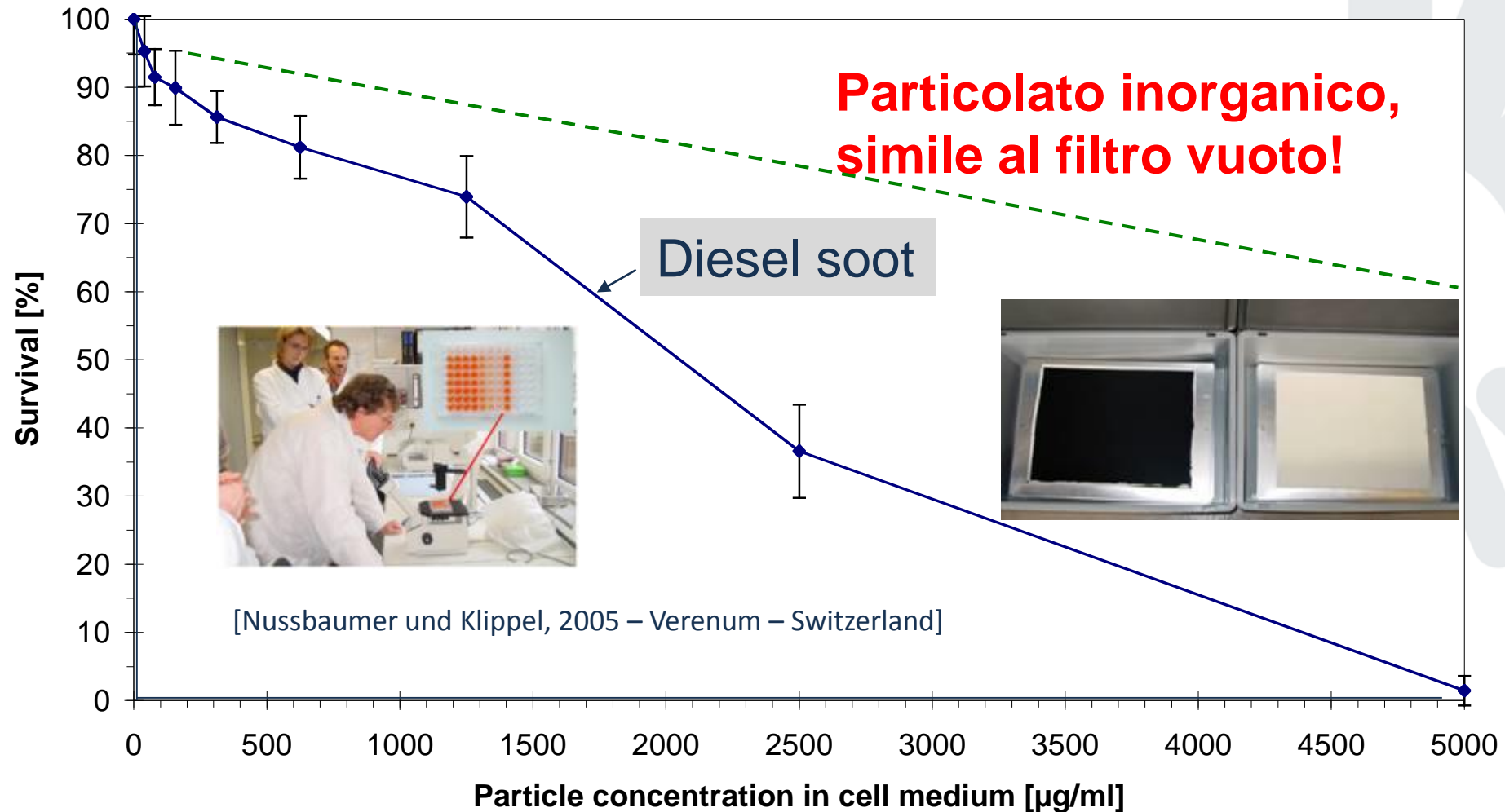




2 g particle mass



## Test tossicologici (sopravvivenza cellulare)



## 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 biomasse legnose, ha una tossicità da trascurabile a non rilevabile sulle cellule polmonari umane. La ricerca scientifica è stata presentata a Zurigo nel corso del 14° Holzenergie-Symposium svoltosi nel settembre del 2016 ed è disponibile, tradotta integralmente in italiano, al link riportato in calce

Valter Francescato, direttore tecnico AIEL

La combustione delle biomasse genera differenti tipi di particolato con proprietà e impatti sulla salute umana significativamente diversi. Questi composti devono essere necessariamente distinti per una corretta valutazione dell'influenza della combustione delle biomasse sulla qualità dell'aria. È necessario quindi considerare opportunamente la rilevanza sulla salute dei diversi componenti del PM10 e prendere in considerazione il potenziale impatto dell'aerosol secondario, originato dai composti organici volatili, nel distinguere le diverse tecnologie di combustione e il loro effetto sulla qualità dell'aria.

Figura 1 - Composizione del PM10 della combustione del legno [2].

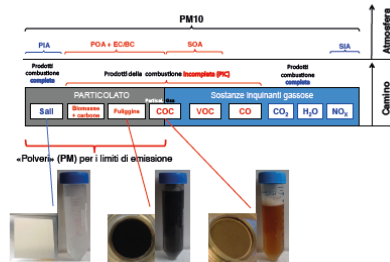
### COMPOSIZIONE DEL PM10

Il particolato dalla combustione del legno si distingue, in funzione del tipo di biocombustibile e del regime di combustione, nei seguenti prodotti, alcuni dei quali si originano nel camino (caldo) e altri nell'atmosfera (figura 1):

1. Prodotti della combustione incompleta (PIC):

a) Particolato solido primario in forma di fallegine composto da carbonio elementare (EC), black carbon (BC) e aerosol organico primario (POA).

b) Composti condensabili organici primari, (COC) in forma di gocce liquide o condensati in particelle solide, che contribuiscono al brown carbon in



3-42017 AGRIENERGICI 69

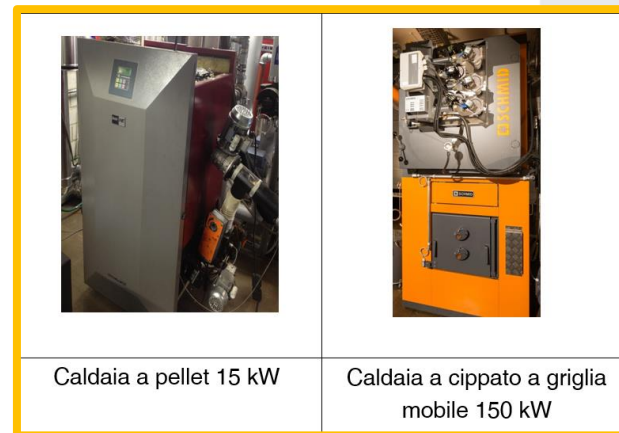
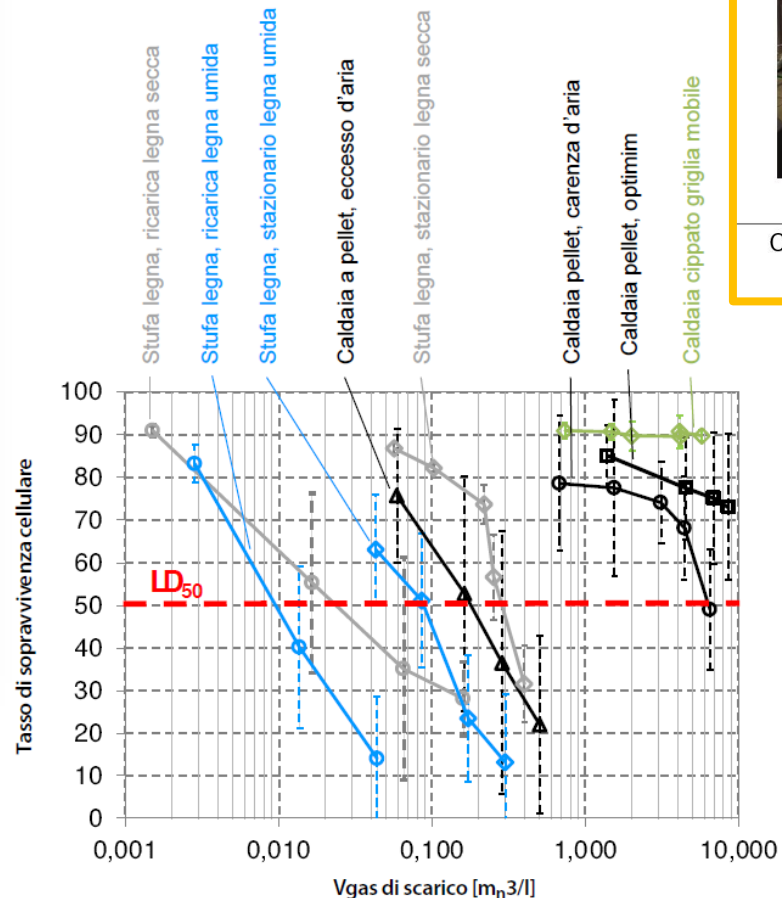
atmosfera (C<sub>20</sub>ross). I COC sono originati dai composti volatili organici non metallici (NMVOC) nei gas di scarico e contribuiscono al POA, in quanto i COC si trovano o nella fase solida o in quella liquida nei gas di scarico o si formano per condensazione quando diluiti nell'aria ambiente.

c) Composti organici volatili (VOC) nei gas di scarico, agiscono da precursori dell'aerosol organico secondario (SOA) in atmosfera.

2. Particolato derivato dalla combustione non carboniosa del biocombustibile:

d) I costituenti delle ceneri del biocombustibile (K, Na, Ca, Zn, Cl, S, Mn, Mg, P e altri) portano alla formazione di particolato inorganico (sali come il KCl e ossidi quali K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub>, CaO).

e) L'azoto contenuto nel biocombustibile porta alla formazione di ossidi di azoto (NOx) che possono contribuire alla formazione di particolato inorganico secondario. Nel caso del legno, tut-



Condizioni di funzionamento sfavorevoli



Condizioni di funzionamento ottimale



# Effetto della «ristrutturazione rilevante» sulle emissioni di PM e BaP

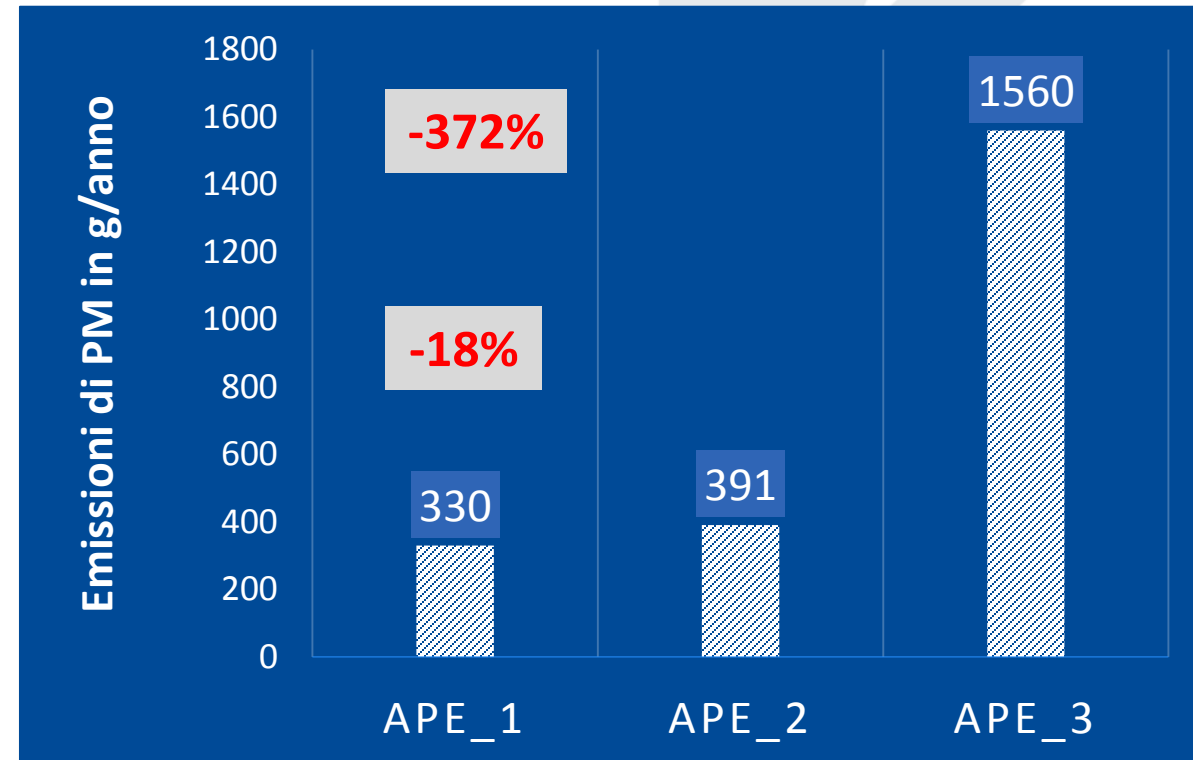
Abitazione 150 m<sup>2</sup>, Volume lordo 745 m<sup>3</sup>

**APE1:** caldaia a pellet 10 kW a condensazione + n°2 pannelli solari termici di integrazione a.c.s. e riscaldamento

**APE2:** caldaia a pellet 10 kW a condensazione

**APE3:** caldaia a pellet da 25kW su edificio «disperdente»

	APE_1	APE_2	APE_3
Zona	E	E	E
Classe	A4	A4	A2
<b>kWh/m2/a</b>	<b>15,8</b>	<b>16,3</b>	<b>61,4</b>
kg pellet	1943	2298	9175
PCI MJ/kg	17	17	17
MJ	33.031	39.066	155.975
GJ	33	39	156
<b>PP (g)</b>	<b>330</b>	<b>391</b>	<b>1.560</b>
Bap (mg)	3	4	16
BaP (g)	0,003	0,004	0,016



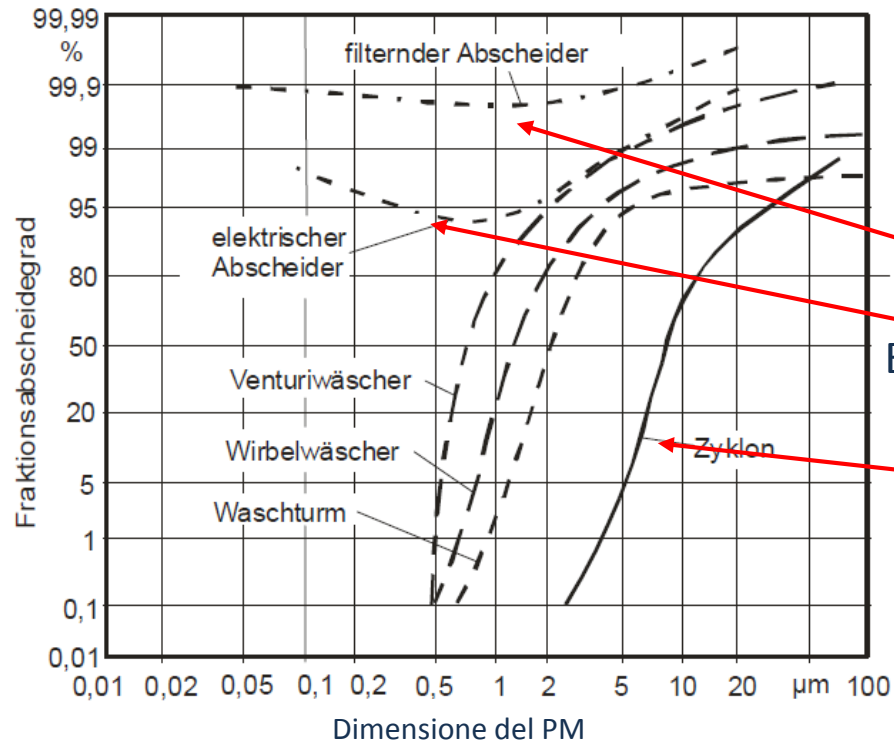
FE PM 10 g/GJ

FE BaP 0,1 mg/GJ





# AIEL-GCB: raccomanda sempre l'adozione di misure secondarie con Pn>500 kW



Filtro a maniche: **0,05 - 10  $\mu\text{m}$**   
 Elettrofiltro: **0,1 - 20  $\mu\text{m}$**

Filtro a maniche

Elettrofiltro

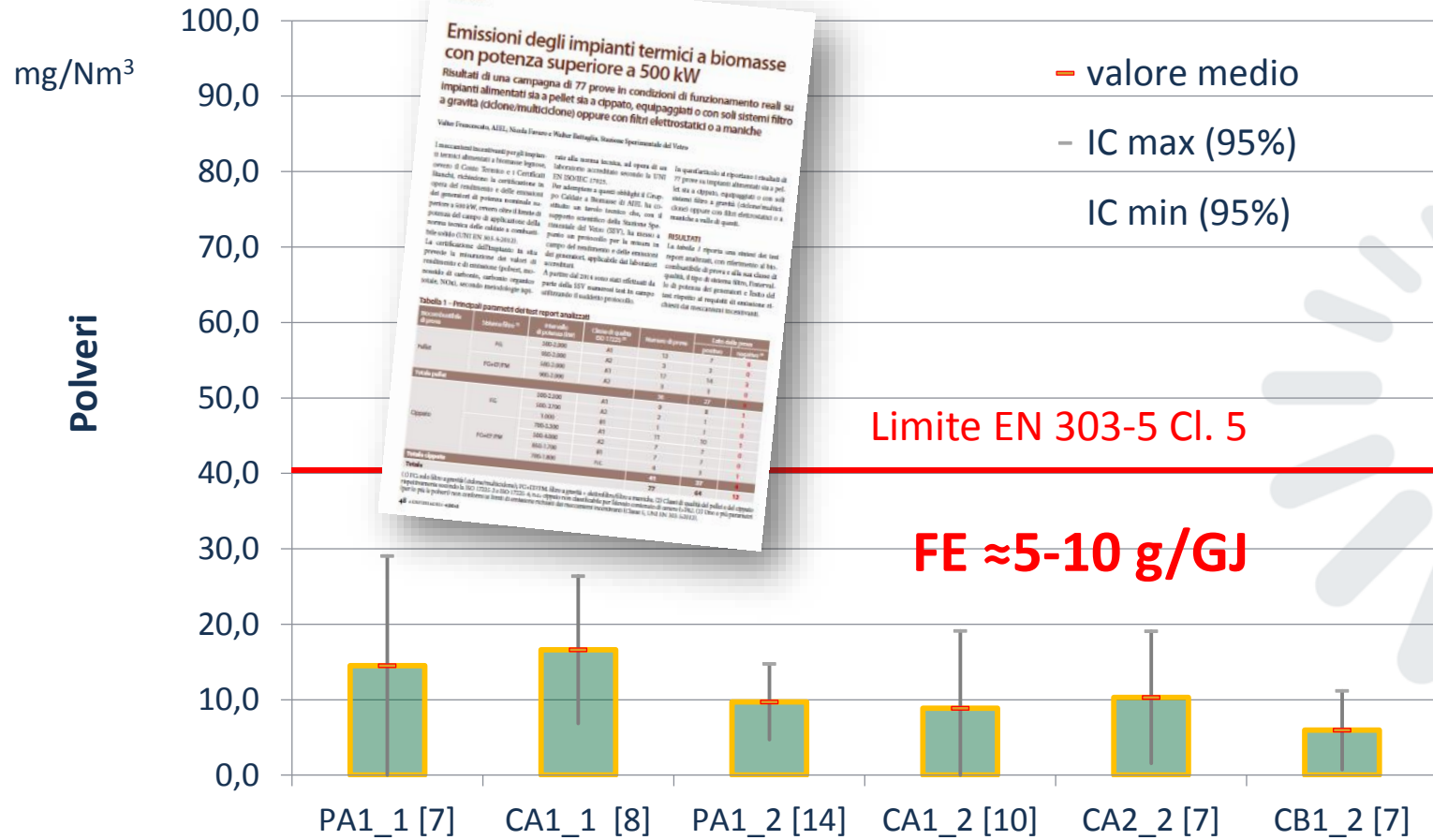
Multiciclone



Sistemi filtro	Grado di separazione in %	Velocità fumi in m/s	Perdita carico in mbar	Fabbisogno EE in kWh/1 000 m <sup>3</sup> <sub>n</sub>
Zyklon	85 – 95	15 – 25	6 – 15	0,30 – 0,65
Gewebefilter	99 – 99,99	0,5 – 5,0	5 – 20	0,75 – 1,90
Trocken-Elektrofilter	95 – 99,99	0,5 – 2,0	1,5 – 3	0,26 – 1,96
Nass-Elektrofilter	95 – 99,99	0,5 – 2,0	1,5 – 3	0,17 – 2,30



# Risultati: solo prove con esito positivo in Num. rappresentativo [53]



**Legenda:** PA1\_1: pellet A1, FG. PA1\_2: pellet A1, FG+EF/FM. CA1\_1: cippato A1, FG. CA1\_2: cippato A1, FG+EF/FM. CA2\_2: cippato A2, FG+EF/FM. CB1\_2: cippato B1, FG+EF/FM. In parentesi quadra il numero di osservazioni. I valori (mg/Nm<sup>3</sup>) sono riferiti al 10% di O<sub>2</sub>.



# Moderni Impianti Tecnologici Centralizzati ad alta efficienza e basse emissioni



Caldaia 880 kW a cippato (Albergo)  
 Sistema filtro: ciclone + filtro a maniche  
 Dimensione PM: 0,05 - 10  $\mu\text{m}$

**Risultati della certificazione in opera (Lab ISO 17025)**

$\eta_k$   
 94,9 %

Parametri	Media e incertezza		Carico orario e incertezza	
	mg/Nm <sup>3</sup>	+ (▲)	mg/Nm <sup>3</sup>	+/- (▲)
Polveri totali	< 1	--	< 2	--
Composti Organici Totali (come C)(2)	3,3	0,7	7,6	1,6



# 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](http://www.comune.bagnodiromagna.fc.it)



# Considerazioni ITC

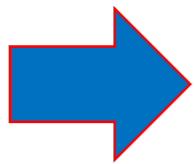
- Le **moderne caldaie** hanno raggiunto livelli prestazionali molto elevati, in condizioni di prova standardizzate (< 500 kW)
- Un ulteriore inasprimento dei limiti di emissione (da Type test) non incrementerà le prestazioni reali ma piuttosto il «turnover» dei laboratori di omologazione; necessario la verifica in opera delle **prestazioni reali** (es. UNI 10389-2)
- Per migliorare la qualità è fondamentale spingere sulla **rottamazione di vecchi impianti** (mal installati), attraverso incentivi intelligenti come il CT
- I settori di futura innovazione sono: **sistemi di regolazione** basati su modelli predittivi (riduzione start-stop, impianti ibridi); nuovi **concetti di combustione**; **misure secondarie** (filtri per Pn>100 (50) kW)
- Le misure **non tecnologiche** più importanti sono: formazione progettisti e installatori





# Sommario

- Evoluzione dei consumi (emissioni) dei biocombustibili legnosi
- Tecnica di combustione: qualità dei biocombustibili-emissioni
- Tecnologie: stato della tecnica e prospettive di sviluppo
  - Apparecchi Domestici (AD)
  - Impianti Tecnologici Centralizzati (ITC)



- **Conto Termico: strumento strategico per ridurre le emissioni di PM e BaP**



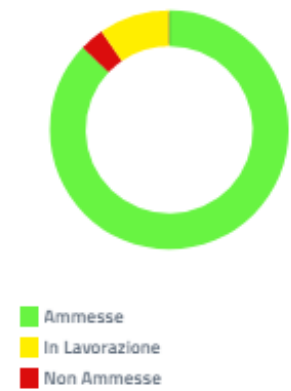
# CONTO TERMICO 2.0 (intervento 2B)

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
- **Strumento intelligente**: considera il sistema edificio-impianto, corretta installazione (DiCo), manutenzione, qualità biocombustibili, qualità generatori, verifiche e controlli del GSE, ...

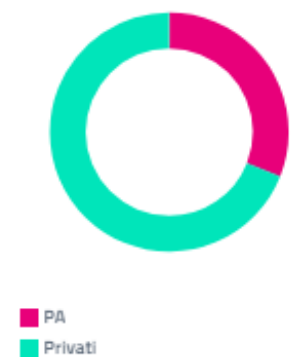


Richieste pervenute



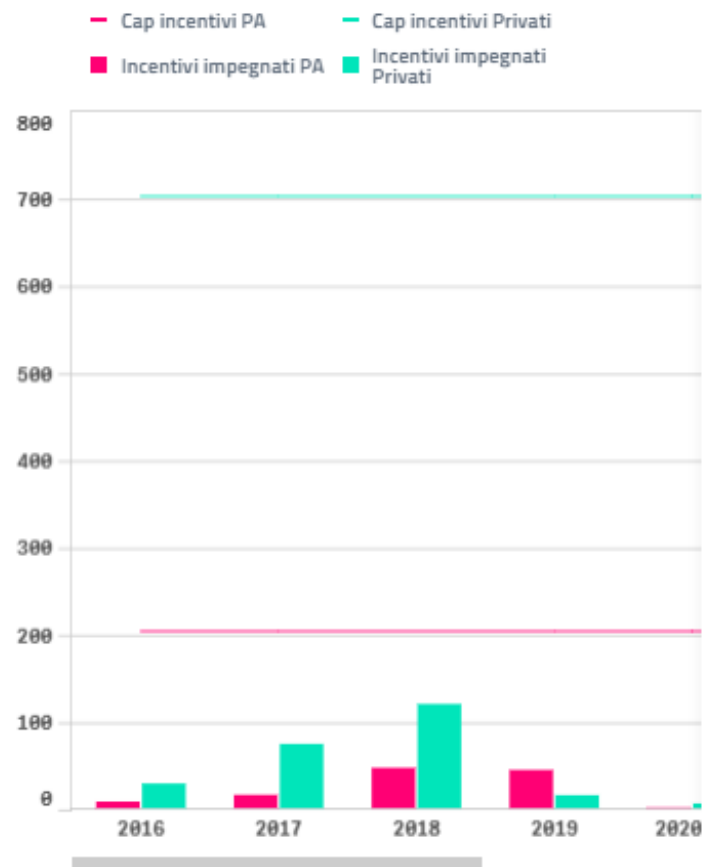
**129.804**

Incentivi impegnati

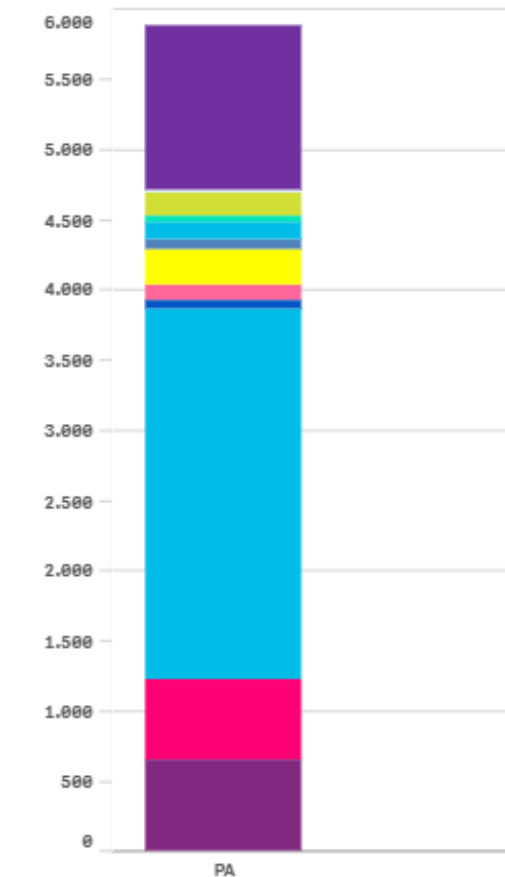


**384 € mln**

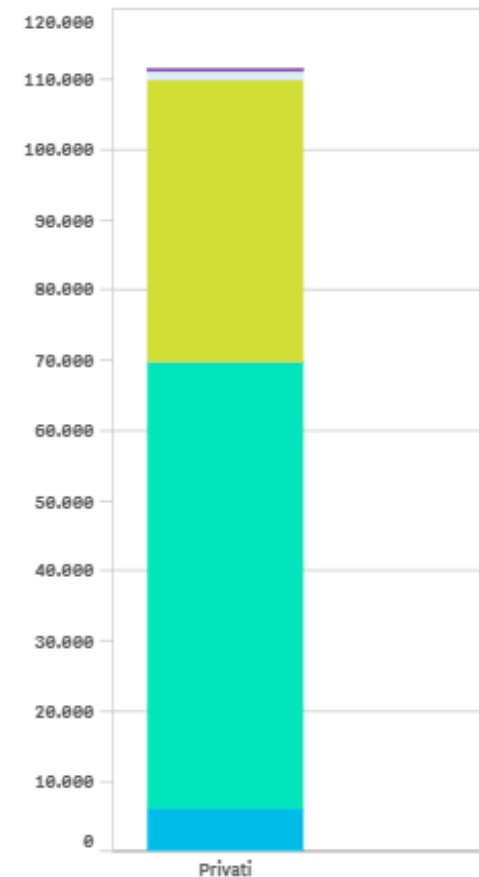
Incentivi impegnati annualmente e disponibilità residua (€ mln)



Numero e tipologia interventi PA



Numero e tipologia interventi Privati



# Requisiti tecnico-ambientali dei generatori di calore a biomasse

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



# 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](http://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/Nm<sup>3</sup> rif. 13% O<sub>2</sub>**  
**CO: 5 g/Nm<sup>3</sup> rif. 13% O<sub>2</sub>**

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

**Pn: 12 kW (UNI EN 13240)**  
**Rendimento: 86%**  
**PP: 29 mg/Nm<sup>3</sup> rif. 13% O<sub>2</sub> – Ce=1,2**  
**CO: 0,54 g/Nm<sup>3</sup> rif. 13% O<sub>2</sub>**



# Calcolo di convenienza per il cittadino

## Formula di calcolo per stufe e termocamini

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

### Esempio: Stufa a legna UNI EN 13240

$Pn=12 \text{ kW}$

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

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

Investimento: 4.000 € **(36%)** + Risparmio ca. 350 € di legna **(7 anni)**



## Caldiaia 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 €**





## Esempio: caldaia a legna

$P_n = 25 \text{ kW}$

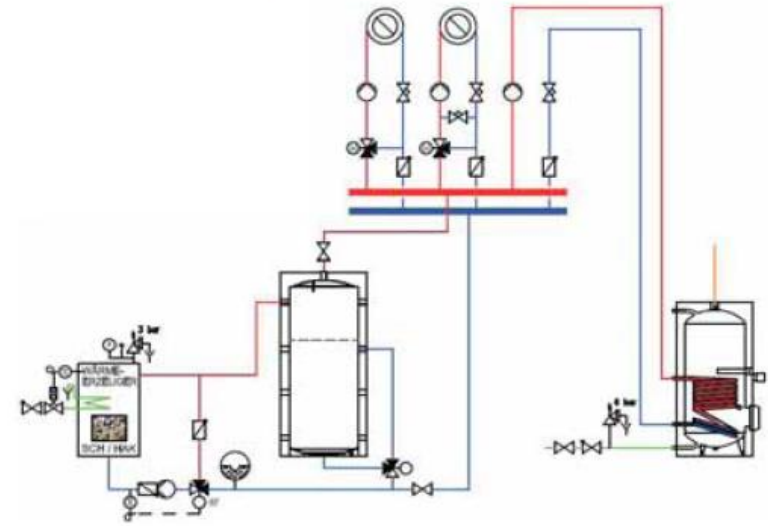
zona F (Comune di Feltre)

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:  $5.000 - 1.700 = \text{€ } 3.300$

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



# Integrazione solare termico sempre raccomandabile!

CT 2.0 e solare termico

*Caratteristiche collettore:*

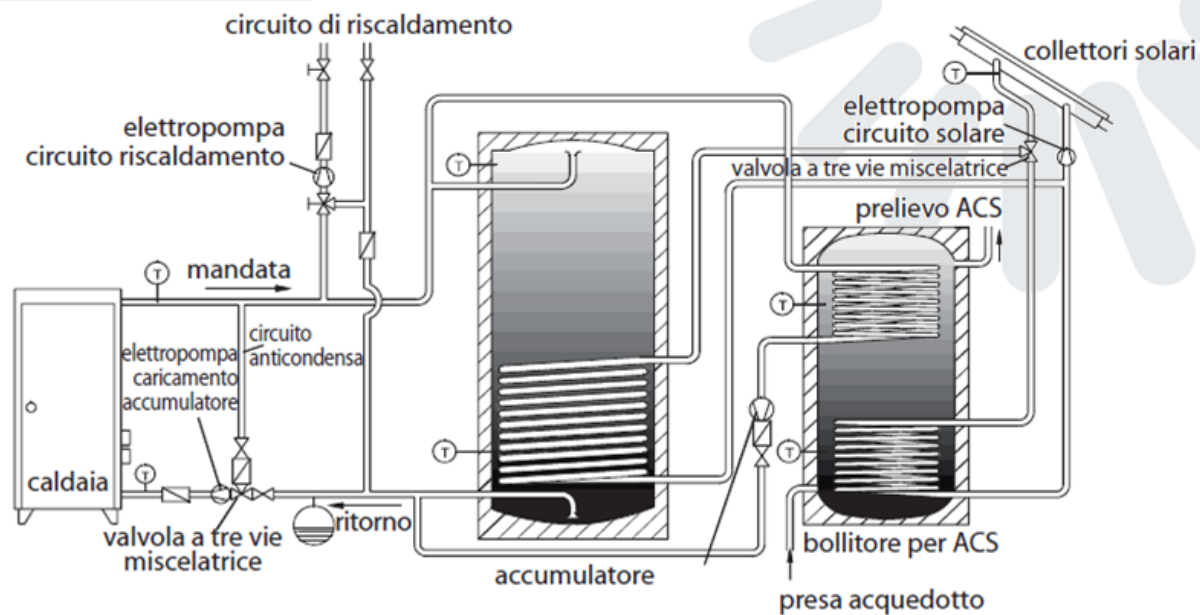
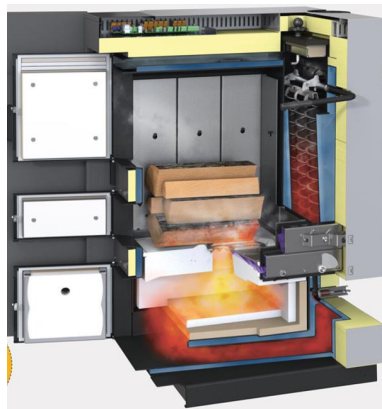
- Superficie: 2,51 m<sup>2</sup>
- Producibilità: 1280 kWh/anno

Utilizzo: solo ACS

**Incentivo = 1.792 €**

Erogato in unica soluzione  
in meno di 1 anno

Costi investimento  
1.000 €/m<sup>2</sup>



## Incentivi richiesti nel 2016 + 2017

Incentivi richiesti anno 2016 & 2017			Fonte: GSE
Tipo Intervento	nuemro RCI	Totale Incentivo [mln€]	Incentivo medio per intervento
cappotto	167	7,32	43.823
infissi	148	4,16	28.083
cald. Condensazione	1.721	7,69	4.467
nZEB	92	50,81	552.324
Relamping	181	2,48	13.676
B.A.	43	0,30	7.061
pdv	2.671	15,46	5.788
<b>Gen. a biomasse</b>	<b>32.806</b>	<b>76,25</b>	<b>2.324</b>
solare termico	18.639	42,59	2.285
scalda-acqua pompe di calore	441	0,25	565
sistemi ibiridi	87	0,20	2.344
MultiIntervento	1.453	47,16	32.457
<b>Totale complessivo</b>	<b>58.449</b>	<b>254,66</b>	<b>4.357</b>
<i>Diagnosi e APE</i>	1207	2,60	2.153

**Quasi il 60% delle RCI e 30% della spesa**



# Benefici energetici e ambientali del Conto Termico



**TABELLA 9** - Energia rinnovabile prodotta, risparmi di energia primaria ed emissioni evitate per gli interventi del Conto Termico nel 2017

	Energia FER MWh	Risparmi energia finale tep/anno	Risparmi CO <sub>2</sub> tCO <sub>2</sub> /anno	Risparmi PMx tPMx/anno
Involucro opaco		348	844	0,005
Chiusure Trasparenti		206	501	0,003
Generatori a condensazione		1.111	2.697	0,043
Pompe di calore	30.917	408	4.710	0,050
Generatori a biomasse	703.543	42.031	79.763	1.106,142
Solare termico	48.116	460	11.270	0,094
Scaldacqua a PdC	559	-	283	0,002

Fonte: GSE





# Serve molta attività di animazione sul territorio (Comuni)

The poster features logos for CITTÀ DI FELTRE, Feltre rinnova, and FONDO COMUNI CONFINANTI. It also mentions 'In collaborazione con AIEL ASSOCIAZIONE ITALIANA INGEGNERI AEROSPAZIALI' and 'ecoaction'. The main text reads 'Riscaldarsi meglio con meno per un'aria più pulita'. Below this, it says 'sportelloenergia' and 'Attivo da gennaio 2018 al 31 marzo 2018 al servizio di cittadini e imprese'. At the bottom, it lists supporting organizations: Ordine degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori della provincia di Belluno; Ordine degli Ingegneri della provincia di Belluno; Collegio dei Geometri della provincia di Belluno; Collegio dei Periti Industriali di Belluno; and Apple CNA - Assoc. prov. Piccola Industria e Artigianato Confartigianato Belluno.

- Rottamazione stufe a legna con moderni generatori a legno e altre rinnovabili
- Interventi di efficientamento edifici (ridurre consumo Ep)
- Attivazione Sportello Energia comunale (Conto Termico 2.0)
- Bando comunale rottamazione vecchie stufe/cucine a legna





Valter Francescato

AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali

[francescato.aiel@cia.it](mailto:francescato.aiel@cia.it)

[www.aiel.cia.it](http://www.aiel.cia.it)

**energiadalleghno**  
UN PROGETTO AIEL

[www.energiadalleghno.it](http://www.energiadalleghno.it)



CREIAMO PA

11/04/2019

Valter Francescato | AIEL

86