



LIFE 15 IPE IT 013

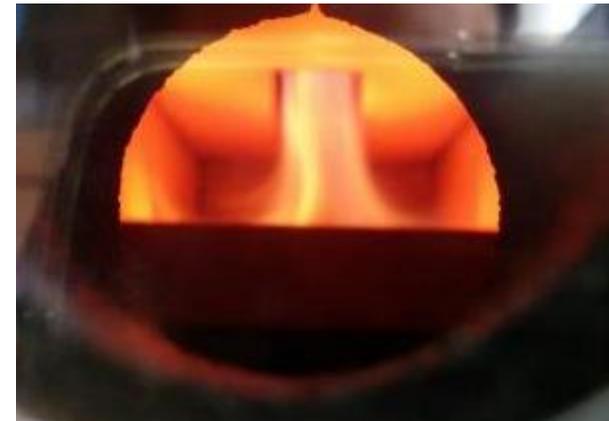
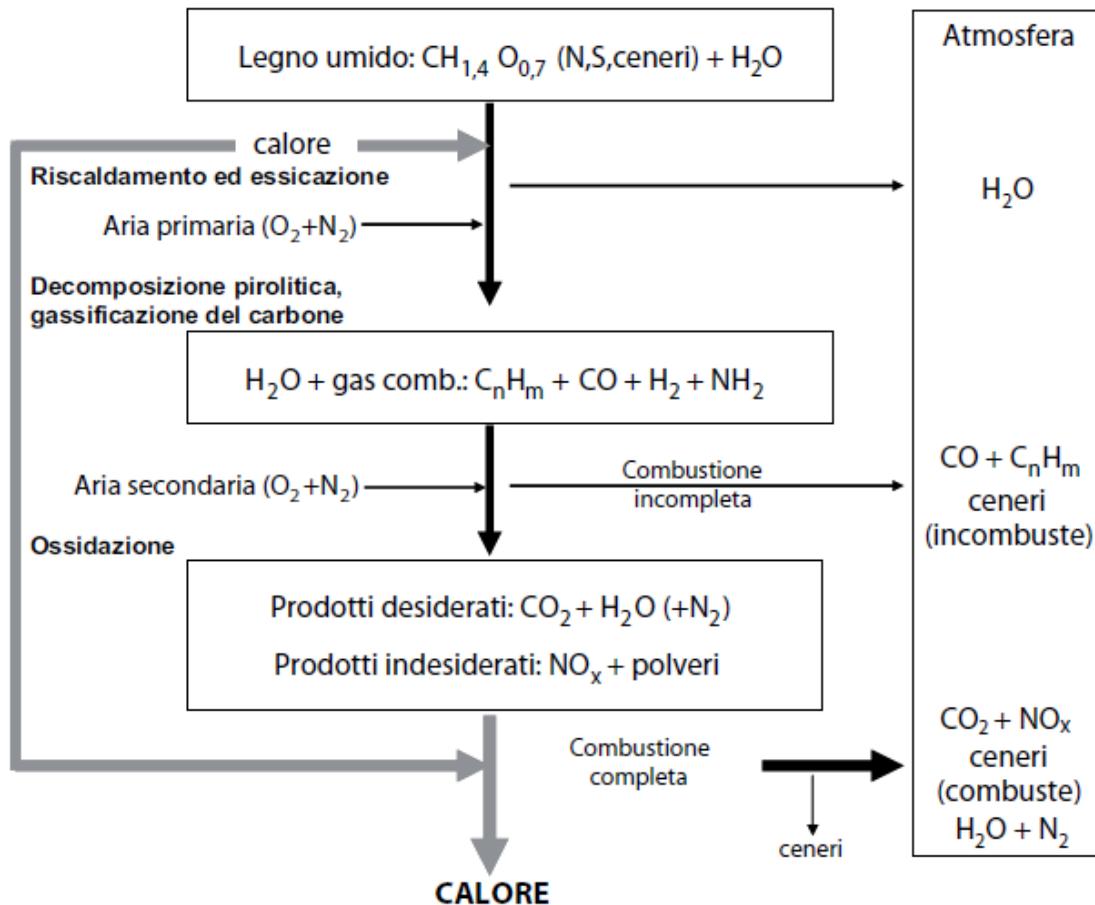


# Progresso tecnologico degli apparecchi di riscaldamento d'ambiente e delle caldaie domestiche per la riduzione del PM e del Carbonio Organico

Valter Francescato – direttore tecnico AIEL



# Obiettivo: combustione «completa»



## Dispositivi di regolazione della combustione

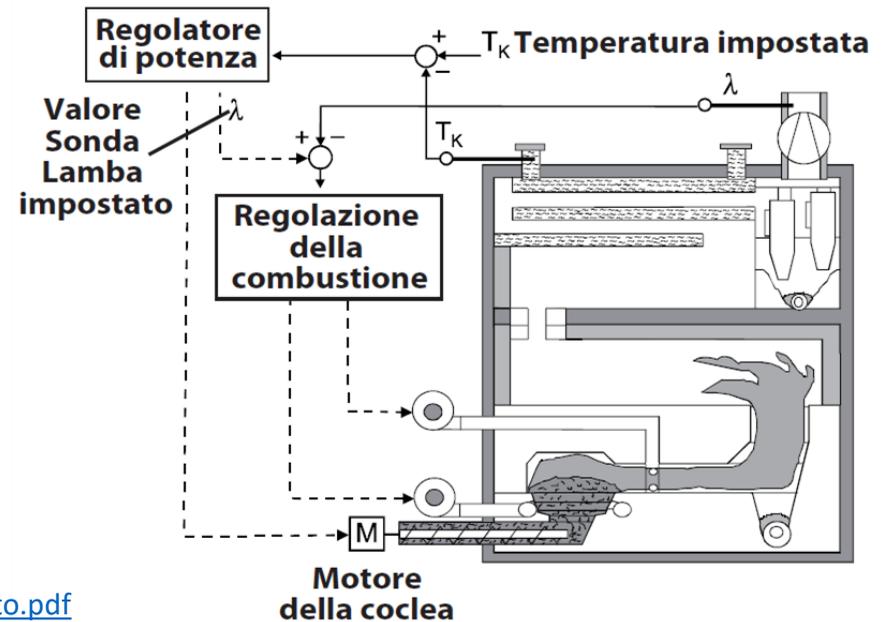
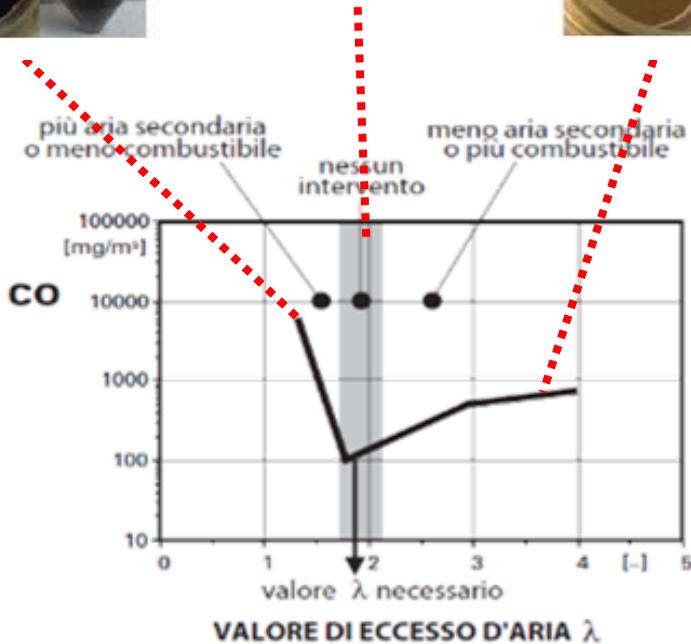
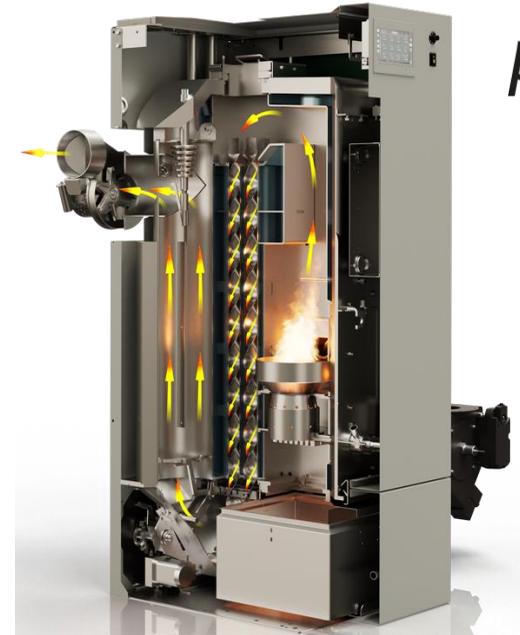
Combustione «completa» e regola 3T

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



- fornitura di un mezzo di ossidazione (aria) in eccesso
- raggiungere un sufficiente tempo di permanenza della miscela gas combustibili-aria comburente nella zona di reazione
- raggiungere una temperatura di combustione sufficientemente elevata
- garantire una buona mescolanza dei gas combustibili con l'aria comburente attraverso un'elevata turbolenza.

- Tecnica di combustione a due stadi
- **Elevate temperature**
- Controllo elettronico **aria comburente ( $\lambda$ )**
- Emissioni BC, POA e VOC  $\ll 5$  g/GJ
- Combustione (quasi) completa



## Emissioni di polveri ogni 70 kg di legno utilizzato

Camino aperto  
860 g/GJ

Stufa a legna  
tradizionale  
480 g/GJ

Stufa a legna  
innovativa  
80 g/GJ

Stufa a pellet  
innovativa  
30 g/GJ

Caldaia  
automatica  
innovativa  
10 g/GJ

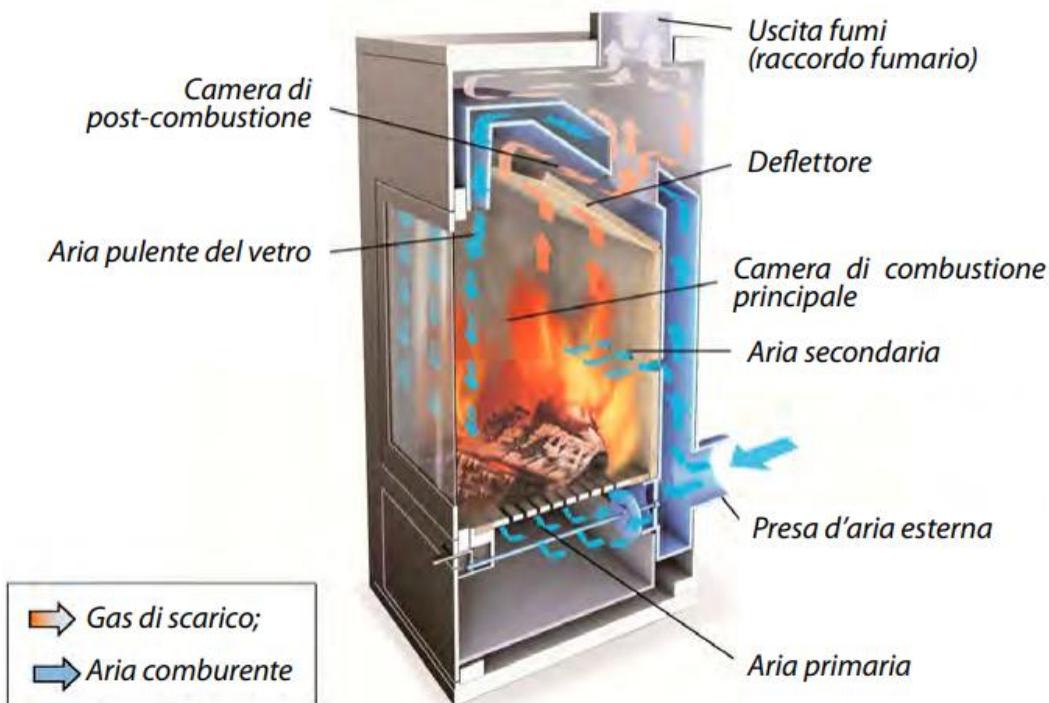
Caldaia  
automatica  
nZEB\*  
< 5 g/GJ



\* nearly zero emissions biomass boilers

**LSH con FE incompatibili con  
le politiche di  
miglioramento/manteniment  
o della qualità dell'aria  
→ rottamazione/dismissione**

## Componenti e funzionamento di una moderna stufa a legna



- Combustione a 2 stadi
- Rivestimento refrattario
- Geometria Cam. Combustione
- Costruzione e tenuta d'aria
- Vetro frontale
- Presa d'aria canalizzata

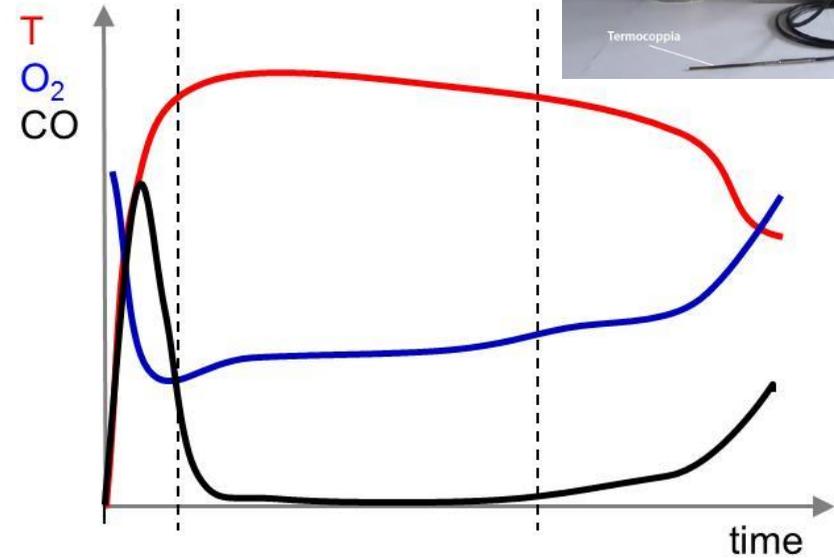
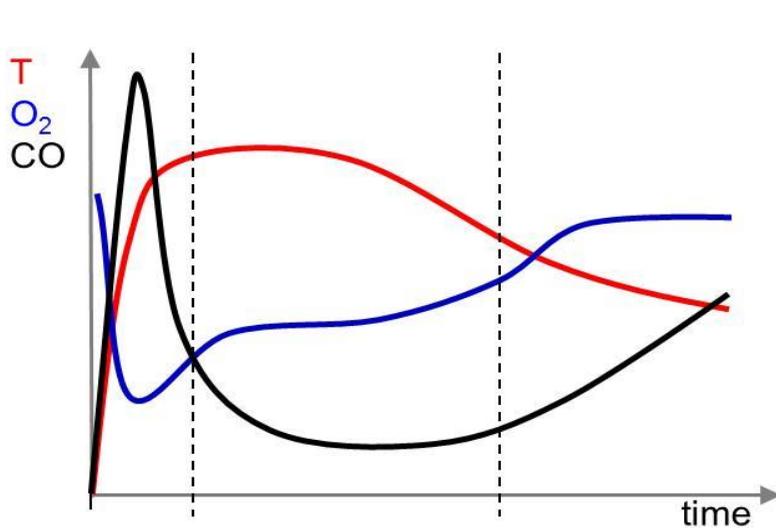
**Criticità: grande variabilità delle prestazioni reali a causa degli errori di conduzione**





## Evoluzione tecnologica: integrazione di sistemi di controllo dell'aria comburente nei LSH a legna

### - Ridurre errori del conduttore con misure tecnologiche



### Obiettivi

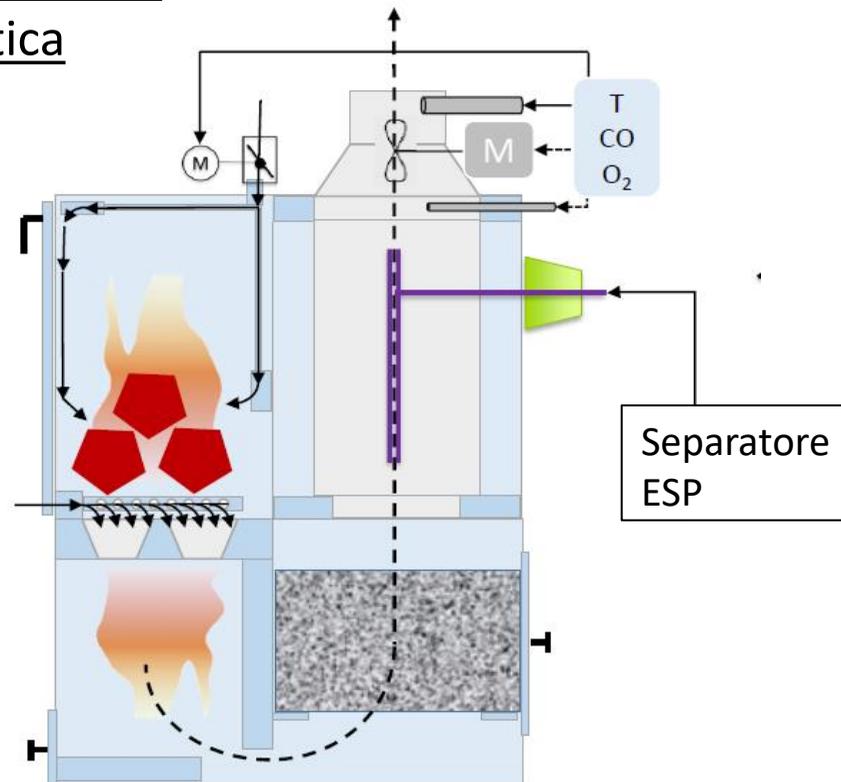
- Riduzione tempo fase di accensione
- Camera combustione mantenuta costantemente a T più elevata
- $O_2$  più costante e più basso nella fase di combustione e fase finale della combustione
- CO e OGC con un solo picco e più ridotto nella fase di accensione
- Riduzione perdite a generatore spento (ca.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

## Prossimi sviluppi dei LSH manuali a legna



1. Esigenza urgente di migliorare le prestazioni reali
2. Innovazioni fattibili e applicabili nella pratica

- Sviluppo tecnica combustione a **fiamma inversa**
- Regolazione combustione con **sensoristica**
- Misure secondarie integrate: **catalizzatore e filtro ESP**



Fonte: Hartmann I. – DBFZ, 2023

26. Fachgespräch Arbeitskreis Holzfeuerung am 24. Mai 2023

<https://www.tfz.bayern.de/service/veranstaltungen/071292/index.php>



## POTENZIALE DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERI

<b>LSH manuali a legna</b>	Potenziale di riduzione	Emissioni raggiungibili
Attuali emissioni reali (13% O <sub>2</sub> )	<b>100 mg/Nm<sup>3</sup></b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Utente finale</p> <p>Apparecchio</p> <p>Regolamentazione, Certif.</p> <p>Utente finale</p> <p>Verifica qualità Biocomb. Manutenzione</p> <p>Filtrazione – catalizzatori e ESP Regolazione combustione (λ)</p> <p>Analisi combustione in opera</p> </div> <div style="width: 45%; border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> <p>Dimensionamento Scelta apparecchio</p> <p>Ulteriore sviluppo tecnologico</p> <p>Scolarizzazione conduttore</p> <p>Regolamentazione futura</p> </div> </div>	<p><b>5 mg/m<sup>3</sup></b> <b>5%</b></p> <p><b>25 mg/m<sup>3</sup></b> <b>25%</b></p> <p><b>20 mg/m<sup>3</sup></b> <b>20%</b></p> <p><b>48 mg/m<sup>3</sup></b> <b>48%</b></p>	<p><b>95 mg/m<sup>3</sup></b> <b>5%</b></p> <p><b>70 mg/m<sup>3</sup></b> <b>30%</b></p> <p><b>50 mg/m<sup>3</sup></b> <b>50%</b></p> <p><b>2 mg/m<sup>3</sup></b> <b>98%</b></p>

Fonte: Hartmann I. – DBFZ, 2023

26. Fachgespräch Arbeitskreis Holzfeuerung am 24. Mai 2023

<https://www.tfz.bayern.de/service/veranstaltungen/071292/index.php>

## Progresso tecnologico delle stufe a pellet



- Alcuni importanti progetti di ricerca e sviluppo per migliorare le prestazioni energetico-ambientali
- Ulteriore riduzione del PP e dei COT con misure primarie
- Mantenere elevate prestazioni a potenza minima (<30%)
- Mantenere elevate prestazioni in condizioni di funzionamento reale

Stufa a pellet Groove (7,8 kW)	PP		COT		NOx		CO		η	
	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp
mg/Nm <sup>3</sup> al 13%O <sub>2</sub>	9	12	2	4	81	77	80	73	93	91,5
	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp		
g/GJ	6	8	1	3	57	54	56	51		

Valori desunti dal rapporto di pre-compliance sul prototipo Groove testato presso i laboratori IMQ (cfr. UNI EN 14785).  
Pn=potenza nominale, Pp=potenza parziale. Qualità del pellet di prova: conforme alla Classe A1 ISO 17225-2.

Fonte: [https://aienergia.it/public/documenti/502\\_A4E\\_2-2020\\_Tecnologie%20NZEB\\_hd.pdf](https://aienergia.it/public/documenti/502_A4E_2-2020_Tecnologie%20NZEB_hd.pdf)

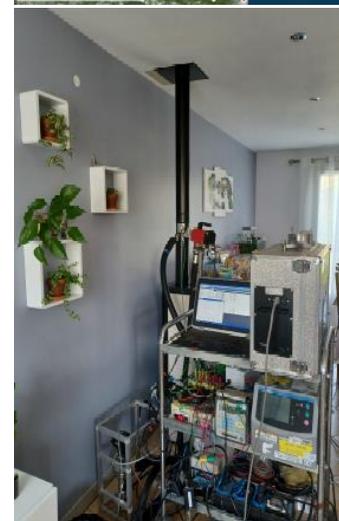
# Prestazioni reali delle stufe a pellet

- 20 impianti termici monitorati in opera
- Potenza: 14-8 kW, 4-9 kW, 2-7 kW
- Età installazione: 16-2018/2019, 3-2016-2017, 1-2020
- Età edificio: 2 ante-1975, 16-1976-2011, 2 post-2012
- Campagna di misura delle emissioni in situ (BeReal),

**misurazioni di: CO, NO<sub>x</sub>, PM, η**



Protocole	BeReal			
	Nominale froid	Réduite	Nominale chaud	Intermédiaire
Marche				
Nbre d'essais	19	19	19	19
Essence	Résineux			
Polluants à l'émission	Mesures environnementales (facteur d'émission en énergie entrante)			
CO (g/GJ)	227 ± 61	664 ± 260	279 ± 84	251 ± 127
PM solides (g/GJ)	13,9 ± 2,5	14,3 ± 2,7	13,4 ± 2,3	12,2 ± 2,3
NO <sub>x</sub> (g/GJ)	79,4 ± 3,0	77,5 ± 2,0	79,4 ± 3,2	80,7 ± 1,7
Rendement (%)	87,5 ± 2,2	80,3 ± 5,6	86,1 ± 2,3	85,5 ± 2,2



Fonte: ADEME et al. 2022. Performances reelles de poeles a granules, Campagnes de mesure in situ des performances énergétiques et environnementales. <https://librairie.ademe.fr/cadic/7770/performances-reelles-poeles-granules-presentation.pdf>



LIFE 15 IPE IT 013



## Prestazioni reali delle stufe a pellet

Valori misurati → Valori dichiarati dal fabbricante

Valori medi in mg/Nm<sup>3</sup> al 13% di O<sub>2</sub> alla potenza nominale

**CO:** 420 mg/Nm<sup>3</sup> → 92,5 mg/Nm<sup>3</sup> **+450%**

**PM:** 20,1 mg/Nm<sup>3</sup> → 15,6 mg/Nm<sup>3</sup> **+30%**

**η:** 86,1 mg/Nm<sup>3</sup> → 90,9 mg/Nm<sup>3</sup> **-4,8 punti**



### Ambiti di ulteriore miglioramento

- Corretto **dimensionamento degli apparecchi** per farli lavorare in condizioni favorevoli (maggior parte funz. 65% Pn)
- Corretto **dimensionamento del SEPC** per favorire cond. comb. ottimali (tiraggio no ++)
- Verifica della **corretta regolazione aria comb.** ( $\lambda$ ), soprattutto alla potenza ridotta, nelle fasi di installazione e manutenzione
- Informazioni più dettagliate delle possibili **impostazioni delle stufe**

Fonte: ADEME et al. 2022. Performances réelles de poeles a granules, Campagnes de mesure in situ des performances énergétiques et environnementales. <https://librairie.ademe.fr/cadic/7770/performances-reelles-poeles-granules-presentation.pdf>

## UNI 10389-2 : 2022 → RCEE 1B

Tipologia di generatori	Norma tecnica	DEPRESSIONE (TIRAGGIO)	Rendimento	CO	NO
Apparecchi a legna	UNI EN 13240 UNI EN 13229 UNI EN 12815 UNI EN 15250 UNI EN 15544	SI	NO	NO	NO
Apparecchi a pellet	UNI EN 14785	SI	SI	SI	SI
Caldaie a biomassa	UNI EN 303-5	SI	SI	SI	SI

- Verifica del **tiraggio** e del **corretto funzionamento** dell'impianto (regolazione)

- Verifica della **qualità del pellet**, rispetto alle indicaz. fabbricante e dei Regolamenti

- Strumento per avvicinare le **prestazioni reali** a quelle dichiarate dai fabbricanti



# Progetto cippato calibrato A1+ Biomassplus

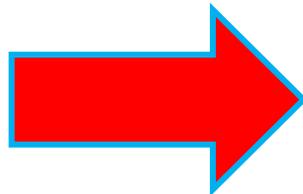


Sacchi 6 kg  
plastica  
biodegrad.

PM10: 80 -250 g/GJ  
BaP: 10-80 mg/GJ



FE in condizioni  
di funz. reale



PM10: < 30 g/GJ  
BaP: < 2 mg/GJ



- alternativa alla legna con le prestazioni tecnico-ambientali del pellet A1 e ++ comfort

- LSH «Bi-fuel»: cippatoA1+/pellet





LIFE 15 IPE IT 013



## CALDAIE A BIOMASSE “NZEBO” – *Nearly Zero Emission Boilers*

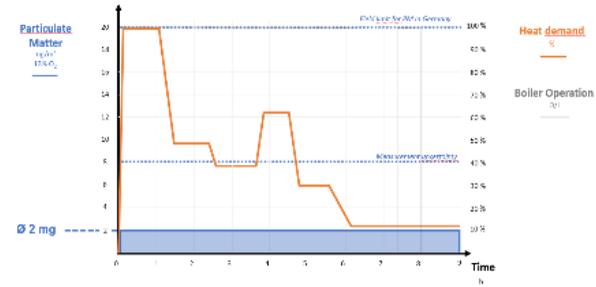
I costruttori di caldaie a biomassa hanno avviato importanti progetti di ricerca e sviluppo per raggiungere l'obiettivo delle emissioni «quasi zero» di PM e Carbonio Organico

Questo progresso tecnologico riguarda anche le caldaie domestiche <35 kW

### 4 principali strategie

- Ottimizzazione della tecnica di combustione (**misure primarie**)
- Tecnica di combustione a **condensazione** ( $++ \eta$ ; effetto filtrazione)
- Sistemi di **filtrazione ESP integrati** al corpo caldaia/al «sistema caldaia+ESP»
- **Sistemi energetici ibridi** integrati 100% FER

## Ottimizzazione della tecnica di combustione (ricircolazione) e condensazione- Pn **14 kW**

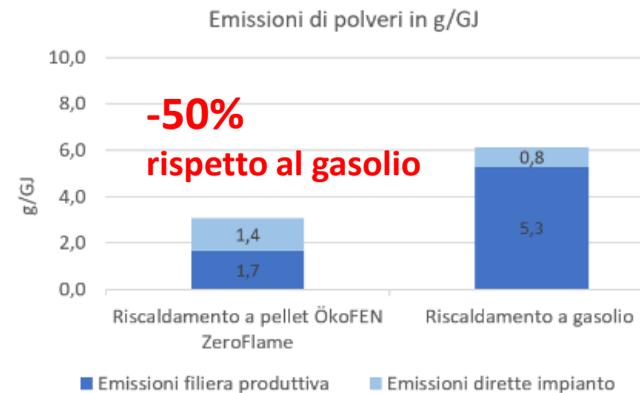


### Summary of 9h practice test

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



Attraverso il camino fuoriesce quasi esclusivamente vapore acqueo e nessun fumo.



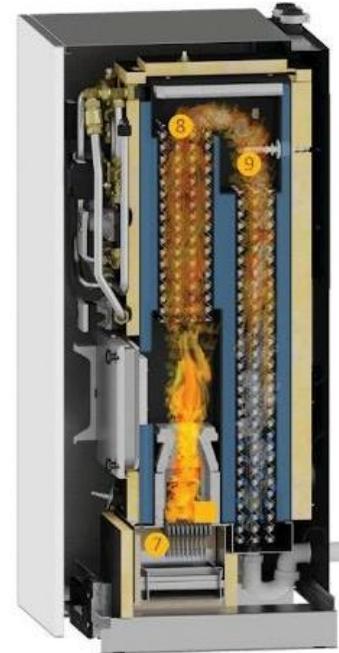
## Ottimizzazione della tecnica di combustione, condensazione e ESP integrato – Pn **22 kW**

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 <sup>3</sup>	6	10	15	20	40
COT	mg/Nm <sup>3</sup>	0	5	10	15	20
NOx	mg/Nm <sup>3</sup>	120	120	130	145	200
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	0	25	100	250	300
η	%	104,7	92	91	90	90

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 O<sub>2</sub> residuo pari al 13%.

CLASSE ENERGETICA DI APPARTENENZA: **5 STELLE**



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 <sup>3</sup>	0	10	15	20	40
COT	mg/Nm <sup>3</sup>	0	5	10	15	20
NOx	mg/Nm <sup>3</sup>	120	120	130	145	200
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	0	25	100	250	300
η	%	104,7	92	91	90	90

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 O<sub>2</sub> residuo pari al 13%.

CLASSE ENERGETICA DI APPARTENENZA: **5 STELLE**

**CON FILTRO ESP**



# Caldaie NZEB

Ottimizzazione della tecnica di combustione e condensazione  
 Alimentazione a legno cippato – Pn **30 kW**

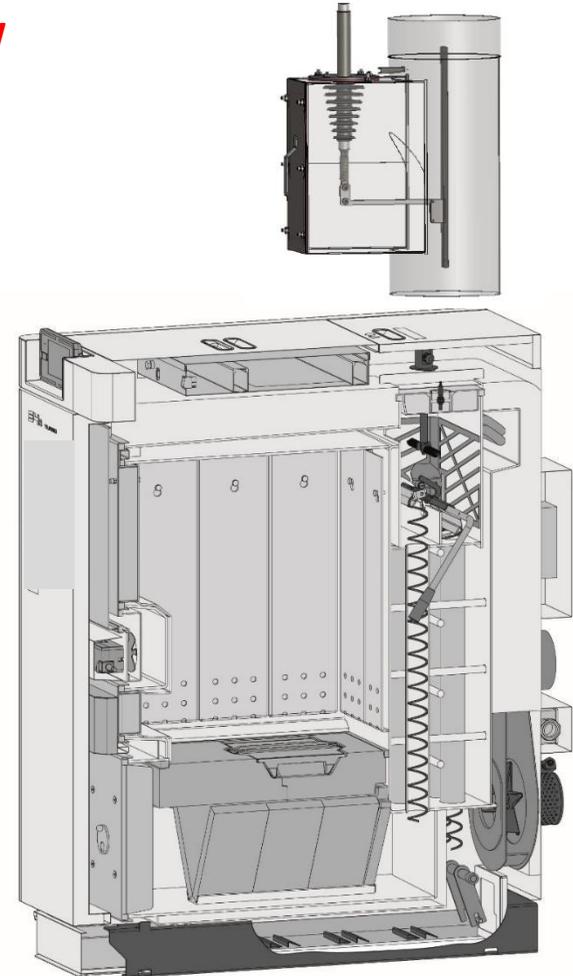
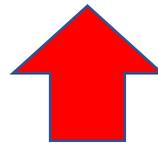
VALORI CERTIFICATI		
PP	mg/Nm <sup>3</sup>	1
COT	mg/Nm <sup>3</sup>	<1
NOx	mg/Nm <sup>3</sup>	97
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	21
η	%	107,0



Ottimizzazione della tecnica di combustione, ESP – Pn **20 kW**

Estratto rapporto di prova Lab. accreditato ISO 17025 e EN 303-5  
 Certificazione di sistema: caldaia + ESP

Parameter		Potenza nominale	
		richiesti	misurati
Potenza	kW	20,0	19,4
% der Nennwärmeleistung	%	100	97
CO	mg/MJ	≤ 500	80
NOx (als NO <sub>2</sub> )	mg/MJ	≤ 100	59
OGC (als Gesamt C)	mg/MJ	≤ 30	2,3
Polveri	mg/MJ	≤ 30	0,3
Rendimento diretto	%	≥ 82,0	94,1



Nelle caldaie a legna 4 Stelle

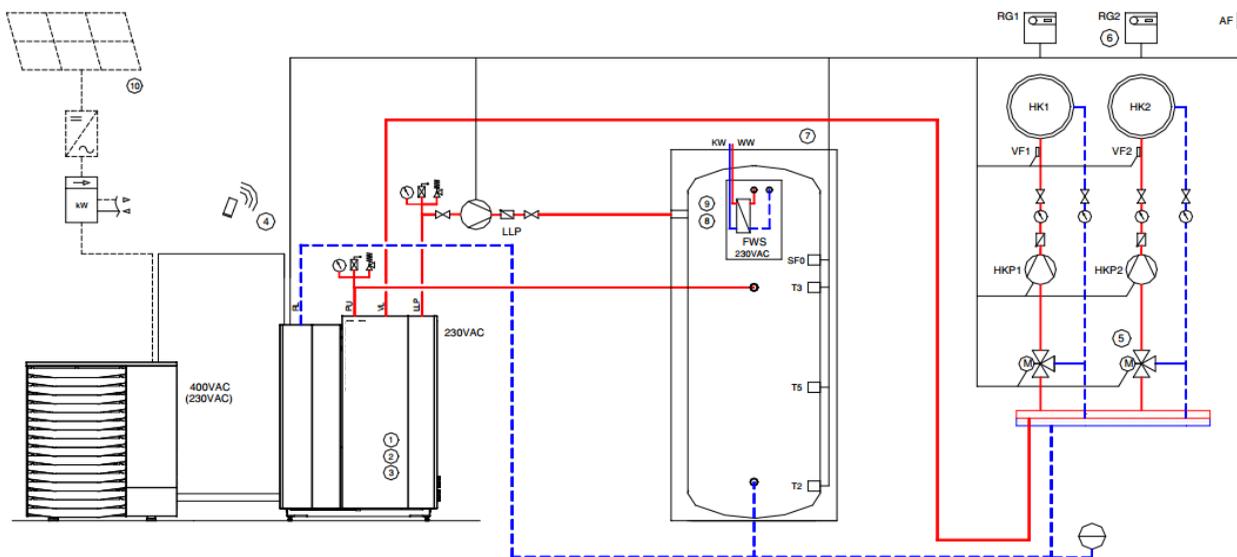
→ **CO 200 mg**

Nelle caldaie a legna 5 Stelle

→ **CO 30 mg!?**

**E' necessario rivedere alcuni VL, per evitare che ostacolino il progresso tecnologico**

- **Sistemi energetici ibridi integrati 100% FER**: caldaia biomassa+PdC+FV

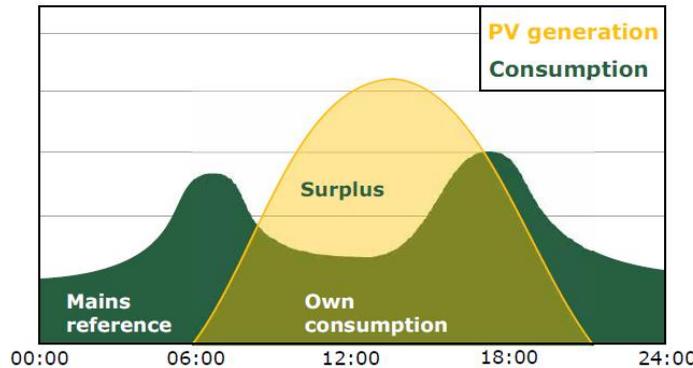
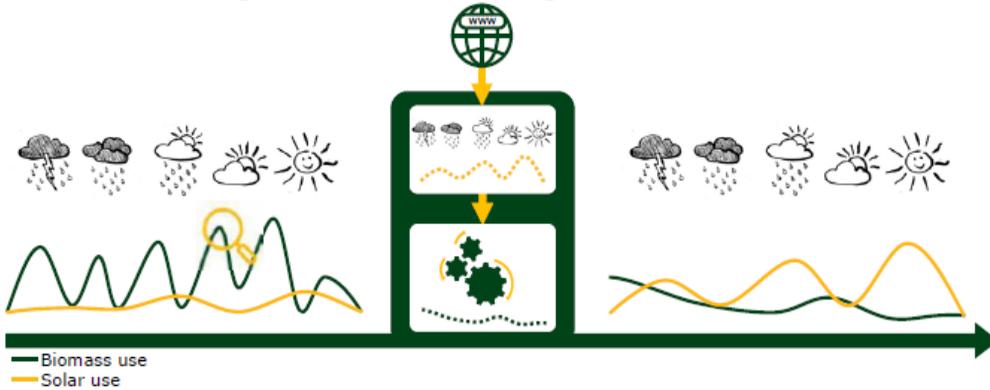


- 1) Moderna **caldaia a biomasse** abbinata ad una **PdC aria-acqua**, espressamente realizzati e concepiti per funzionare in abbinamento tra loro (factory-made),
- 2) **Impianto FV integrato** all'impianto termico per alimentazione PdC e produzione en. termica e ACS tramite resistenza elettrica inserita nella parte bassa dell'accumulo inerziale.

Fonte: [https://aienergia.it/public/documenti/299\\_Art\\_impianto%20ibrido%20Legna\\_pdC.pdf](https://aienergia.it/public/documenti/299_Art_impianto%20ibrido%20Legna_pdC.pdf)

Fonte: [https://aienergia.it/public/documenti/639\\_Sistema%20ibrido%20caldaia%20a%20biomassa-PdC.pdf](https://aienergia.it/public/documenti/639_Sistema%20ibrido%20caldaia%20a%20biomassa-PdC.pdf)

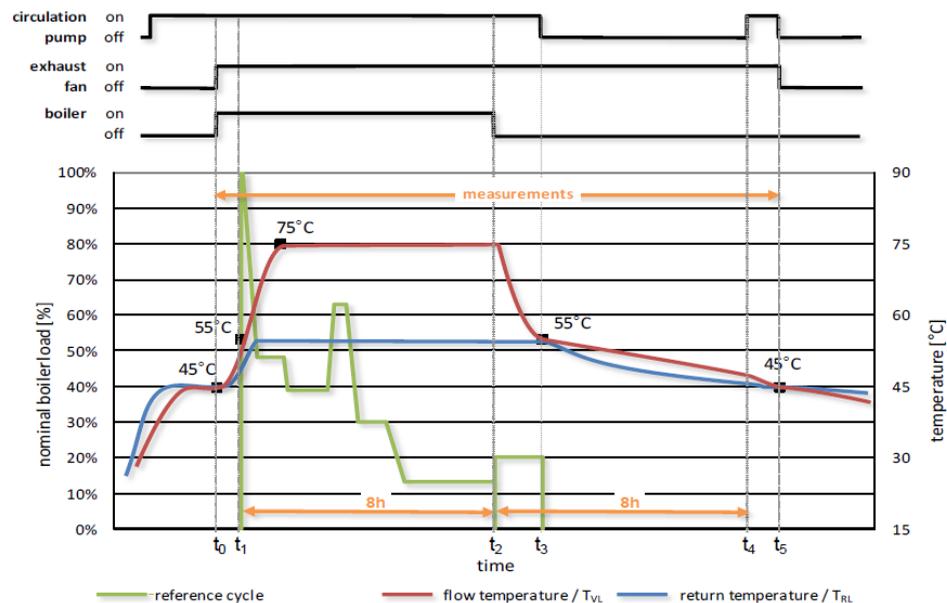
- **Sistemi energetici ibridi integrati 100% FER:** caldaia biomassa+PdC+FV+Solare



- **Indipendenza energetica edificio**
- Max efficienza del sistema energetico (**priorità**)
- Max uso della **componente solare** (**-- biomassa**)
- Uso **surplus EE** da FV per PdC e resistenza elettrica
- **Ottimizzazione combustione:** min. start-stop e transitori (**-- emissioni**)

# Priorità: garantire elevate prestazioni energetico-ambientali in condizioni di **funzionamento reale** delle caldaie

- Fondamentale garantire elevate prestazioni in condizioni di **funzionamento reale**
- Gli attuali test (EN 303-5) non premiano le tecnologie (realmente) più performanti
- Necessari test con **profili di carico «dinamici»** che riflettono le condizioni reali di funzionamento della caldaia
- **RCEE 1B con UNI 10389-2** strumento utile ad avvicinare le **prestazioni reali** a quelle dichiarate dai fabbricanti



Fonte:

[https://aienergia.it/public/documenti/901\\_4\\_Progress\\_technology\\_Schmidl.pdf](https://aienergia.it/public/documenti/901_4_Progress_technology_Schmidl.pdf)



LIFE 15 IPE IT 013



<https://energiadalleghno.it/wp-content/uploads/2023/02/Guida-Regolamenti-AIEL-1.pdf>

### Regioni con regolamenti in vigore

- Valle d'Aosta
- Piemonte
- Lombardia
- P.A. Bolzano
- P.A. Trento
- Veneto
- Friuli-Venezia Giulia
- Liguria
- Emilia-Romagna
- Toscana
- Marche
- Umbria
- Lazio
- Abruzzo
- Molise
- Campania
- Puglia
- Basilicata
- Catania
- Sicilia
- Sardegna



### REGIONE PIEMONTE

1. Per impianti termici civili con potenza nominale inferiore a 35 kW

Nessuna allerta	Misure emergenziali
Zone di superamento ★★☆☆	Zone di superamento ★★★★★★

- Le limitazioni indicate in tabella si applicano alle sole "zone in procedura di infrazione", ovvero i comuni appartenenti alle zone "Agglomerato di Torino", "Pianura" e "Collina" (Allegato 1, DGR 24/2003 del 30 dicembre 2003).
- Le limitazioni si applicano solo in presenza di un impianto termico alternativo a servizio dell'edificio.
- Per verificare l'accensione del "semaforo arancio" o superiore nel proprio comune è possibile consultare il [LINK](#).

NUOVA INSTALLAZIONE O SOSTITUZIONE  
in tutta la Regione ★★★★★

REQUISITI DEL PELLE  
in tutta la Regione **Classe A1** (certificato secondo UNI EN ISO 17225-2)

2. Per impianti termici con potenza al focolare = 35 kW

Limiti di cui all'Allegato 2 della DGR 46/31968 del 4 agosto 2009

3. Per impianti termici con potenza al focolare > 35 kW

Limiti di cui alla Parte III dell'Allegato IX alla parte quinta del TUA\*  
Limiti di cui all'Allegato 2 della DGR 46/31968 del 4 agosto 2009\*

\*Nell'intervallo di potenza in cui risulta applicabile sia la normativa nazionale che la normativa regionale si applica in ogni caso il valore limite di emissione più restrittivo.

### REGIONE LOMBARDIA

LIMITAZIONI ALL'UTILIZZO	Nessuna allerta	Allerta di 1° livello	Allerta di 2° livello
	★★★☆☆	★★★★★	★★★★★

- Le limitazioni si applicano solo in presenza di un impianto termico alternativo a servizio dell'edificio. Possono essere mantenuti in esercizio gli impianti termici civili (inferiori a 3 stelle) che costituiscono unica fonte di riscaldamento dell'edificio fino al 15/10/2024.
- Gli impianti termici a biomassa installati entro il 18/09/2017, con generatori conformi ai requisiti di rendimento prescritti dal comma 4 punto 15 della d.g.r. 118/2013 e dotati di dichiarazione di conformità, possono essere mantenuti in esercizio fino al 15/10/2024.

NUOVA INSTALLAZIONE o sostituzione di impianto alimentato a biomassa	In vigore	Dal 15 ottobre 2024
in tutta la Regione	★★★★★	★★★★★
Sopra i 300 m slm	★★★★★	★★★★★ PP ≤ 20 mg/Nm <sup>3</sup>
	In vigore	Dal 15 ottobre 2024
Sotto i 300 m slm	★★★★★	★★★★★
	P > 35kW: PP ≤ 15 mg/Nm <sup>3</sup> COTs 35 mg/Nm <sup>3</sup>	★★★★★ PP ≤ 15 mg/Nm <sup>3</sup> COTs 35 mg/Nm <sup>3</sup>

SOSTITUZIONE di impianto alimentato a gas naturale, GPL, gasolio, olio combustibile	In vigore	Dal 15 ottobre 2024
Potenza al focolare ≤ 15 kW	★★★★★	★★★★★ PP ≤ 15 mg/Nm <sup>3</sup>
Potenza al focolare > 15 kW e ≤ 500 kW	★★★★★	★★★★★ L'impianto deve avere: 1. Alimentazione automatica; 2. Accumulo termico ≥ 20 l/kW 3. Sistema di filtrazione

REQUISITI DI PELLE E CIPPATO  
in tutta la Regione  
Per impianti > 35 kW, Pellet Classe A1 (certificato secondo UNI EN ISO 17225-2).  
Cippato Classe indicata dal fabbricante (targhetta, certificato secondo UNI EN ISO 17225-4).

### REGIONE EMILIA - ROMAGNA

LIMITAZIONI ALL'UTILIZZO	Nessuna allerta	Misure emergenziali
	★★★☆☆	★★★★★

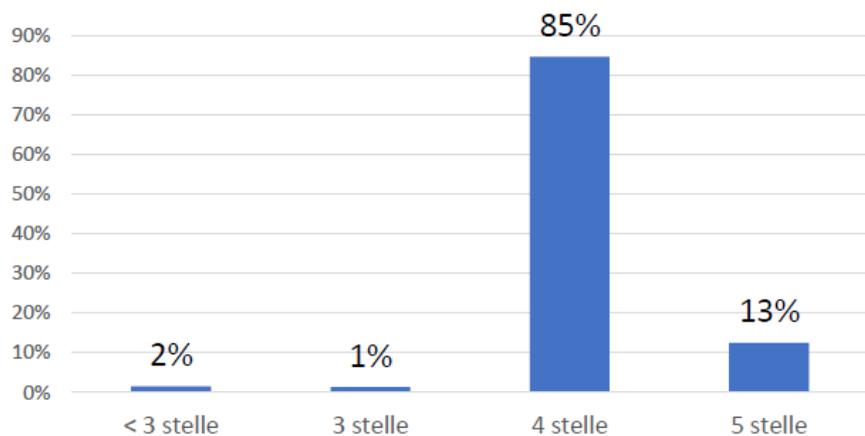
- Le limitazioni strutturali si applicano in tutto il territorio regionale sotto i 300 metri di altitudine (LINK).
- Le limitazioni in caso di allerta si applicano nei comuni di pianura (Zone Pianura Est e Pianura Ovest) e nei comuni dell'agglomerato urbano di Bologna (LINK).
- Le limitazioni non si applicano nel caso in cui l'impianto costituisca l'unica fonte di riscaldamento dell'edificio e nei comuni montani, come definiti dalla LR 2/2004, se non soggetti a procedura di infrazione per la qualità dell'aria.

NUOVA INSTALLAZIONE O SOSTITUZIONE  
in tutta la Regione ★★★★★

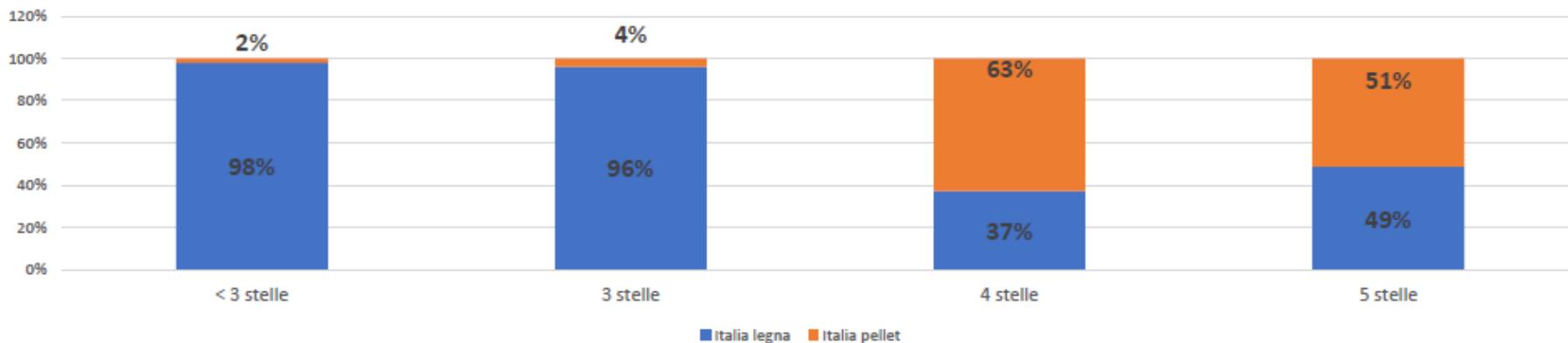
QUALITÀ DEL PELLE  
in tutta la Regione per generatori di calore con Pn < 35 kW **Classe A1** (certificato secondo UNI EN ISO 17225-2)

Per impianti termici con potenza al focolare > 35 kW  
Limiti di cui alla d.g.r. 25 giugno 2012 n. 855  
Limiti di cui alla Parte III dell'Allegato IX alla parte quinta del TUA

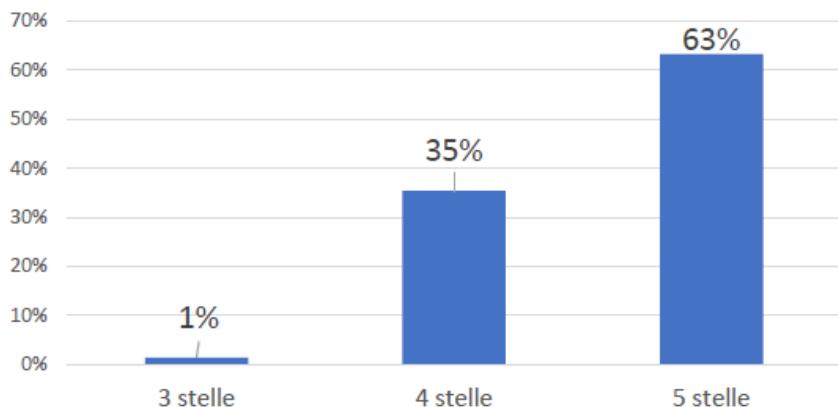
## Come i Regolamenti regionali e gli incentivi stanno influenzando il mercato



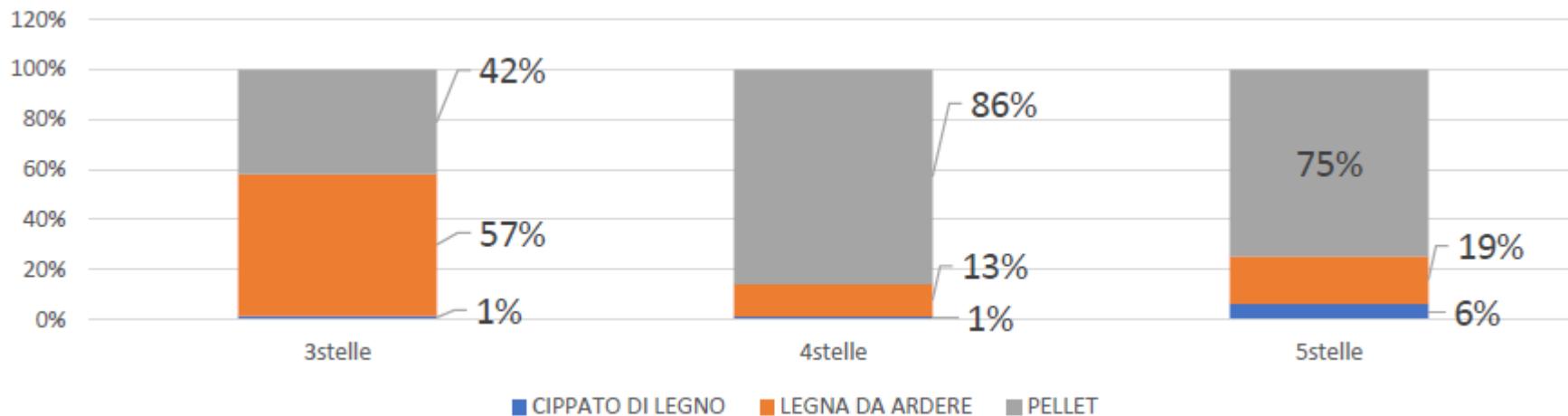
- **LSH a legna e pellet  $\leq 35$  kW** nel 2022
- Rappresentatività: **64%** (fatturato Italia)



## Come i Regolamenti regionali e gli incentivi stanno influenzando il mercato



- **Caldiae a biomassa fino a 500 kW** nel 2022
- Rappresentatività: **81%** (fatturato Italia)



**Il 71% delle caldaie a legna vendute fino a 35 kW sono 5 Stelle**



With the contribution  
of the LIFE Programme  
of the European Union

LIFE 15 IPE IT 013



# Grazie per l'attenzione!



IL MAGAZINE DELLA PRIMA FONTE RINNOVABILE ITALIANA

<https://energiadalleghno.it>

Valter Francescato

AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali

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

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

[www.lifepreparepair.eu](http://www.lifepreparepair.eu) – [info@lifepreparepair.eu](mailto:info@lifepreparepair.eu)



REGIONE DEL VENETO



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



ARSO ENVIRONMENT  
Slovenian Environment Agency



Comune di Bologna



Comune di  
Milano



CITTA' DI TORINO



ART-ER  
ATTRATTIVITA'  
RICERCA  
TERRITORIO



Fondazione Lombardia  
per l'Ambiente