

IL CONTROLLO E LA CERTIFICAZIONE DELLE EMISSIONI IN IMPIANTI A LEGNA

*Giovanni Riva**, *Mauro Alberti***

Premesse

L'utilizzazione sempre più diffusa di legno/biomassa per fini energetici obbliga a fare alcune considerazioni in merito alle possibili conseguenze che tale impiego può avere nei confronti della salute e dell'ambiente. I numeri in gioco (impianti installati e potenzialità del settore) impongono infatti una presa di coscienza relativa agli impatti che possono nascere dall'utilizzo sempre più massiccio di queste fonti energetiche rinnovabili.

L'intervento vuole tracciare un quadro sulle modalità di controllo della problematica delle emissioni in relazione agli impianti a biomassa, con particolare riferimento ai combustibili lignei e alle taglie di impianto ridotte o medie, cioè il settore che interessa soprattutto il riscaldamento civile attraverso le seguenti soluzioni tecniche:

- piccoli dispositivi di combustione (generalmente di potenza inferiore ai 35 kW) a servizio di abitazioni singole;
- caldaie di taglia media a servizio di edifici plurifamiliari o del terziario/servizi;
- piccole/medie reti di teleriscaldamento.

Si tratta delle soluzioni che interessano le utenze dislocate dove è generalmente disponibile la materia prima e le condizioni climatiche sono tali da giustificare impianti diversi da quelli meno costosi in assoluto (normalmente le caldaie a gas o a combustibili fossili).

Le Emissioni

Anche la legna, che pure ha un bilancio positivo in termini di emissioni ad impatto globale (CO₂) rispetto agli altri combustibili (fossili) utilizzati per riscaldamento, durante la combustione dà vita a composti che possono avere significativi impatti sulla salute e sull'ambiente se non vengono adeguatamente ridotti e controllati in modo da rimanere entro i limiti previsti dalla normativa, e comunque tali da essere ritenuti accettabili in termini di compromesso tra difesa dell'ambiente e costi di investimento. Tra i composti più significativi in termini di impatto si debbono senz'altro ricordare: polveri, monossido di carbonio, ossidi di azoto e di zolfo, sostanze organiche sotto forma di gas e vapori (espresse normalmente come carbonio organico totale, COT). In particolare le emissioni di componenti incombusti, quali COV (composti organici volatili), IPA¹ (idrocarburi policiclici aromatici) e monossido di carbonio, possono assumere valori consistenti, soprattutto se considerate come emissioni globali derivanti da caldaie diffuse sul territorio (si veda **Figura 1**).

* Ingegnere, Segretario del CTI (www.cti2000.it). Professore ordinario di meccanica presso l'Università Politecnica delle Marche (glriva@tin.it)

** Ingegnere, settore ricerca e normativa del CTI (alberti@cti2000.it)

¹ COV e IPA: noti anche rispettivamente come VOC e PAH (nella terminologia anglosassone).

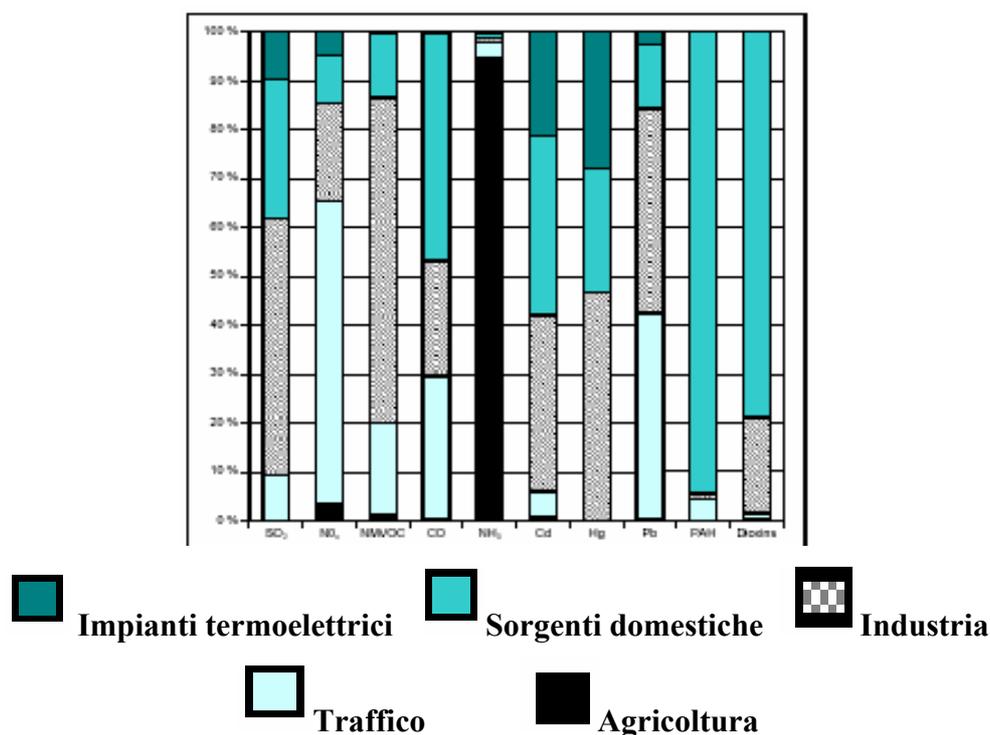


Figura 1: Contributo relativo delle diverse fonti alle emissioni totali di alcuni composti nocivi, Austria, 1999; le emissioni di CO e di IPA sono derivanti in gran parte da riscaldamento domestico a legna. Fonte: Agenzia Federale per l'Ambiente, Austria.

Tutti questi fattori sono critici soprattutto per le piccole caldaie dove le basse temperature di combustione, la insufficiente e disomogenea miscelazione di aria e combustibile e le frequenti operazioni di avvio/fermata dell'impianto, determinano fattori di emissione che, in assenza di rimedi e controlli, possono essere fino a dieci volte superiori a quelli di impianti di taglia maggiore e a pieno carico. Anche se molti aspetti sono stati migliorati nelle moderne realizzazioni, le significative perdite di calore (alta superficie disperdente in rapporto al volume) e la perdita di pressione interna ai fini della miscelazione dei gas tendono comunque a limitare l'efficienza di combustione. Questo quadro rende peraltro difficile risolvere il problema solamente attraverso misure primarie e spesso spinge a impiegare diversi accorgimenti (quali catalizzatori, accumulatori di calore ecc.). Bisogna comunque sottolineare che l'utilizzo dei pellet come combustibile può contribuire notevolmente (comunque in dipendenza della qualità della materia prima) a ridurre il livello dei composti organici nei fumi emessi, grazie ad una migliore efficienza di combustione, derivante soprattutto dalla possibilità di controllare con maggiore finezza il processo (**Tabella 1**).

Tabella 1: Emissioni da differenti impianti domestici di combustione, Svezia, 2002. Fonte: Istituto Nazionale di Collaudo e Ricerca, Svezia

<i>Tipo di Combustione</i>	<i>COV (mg/kWh)</i>	<i>NOx (mg/kWh)</i>
Caldaia a legna tradizionali	1000	350
Caldaia a legna moderna	300	520
Stufa a legna moderna	700	n.d.
Caldaia a pellet	160	< 270
Stufa a pellet	120	< 270

In relazione all'utilizzo di pellet, negli ultimi anni (1996-2001) si osserva di fatto una diminuzione soprattutto di polveri e di monossido di carbonio (si veda anche, più avanti, **Figura 6 b**), mentre per i composti organici e per gli ossidi di azoto (che dipendono dal contenuto di azoto del combustibile) non si sono osservati riduzioni altrettanto evidenti.

La Normativa per il Controllo delle Emissioni

Al fine di fornire indicazioni utili in relazione alla normativa sulle emissioni da caldaie a legna (o comunque a biomassa) è forse opportuno partire da uno schema generale in cui sia presente una classificazione della biomassa e dell'uso, regolato dalla legislazione, che se ne può fare.

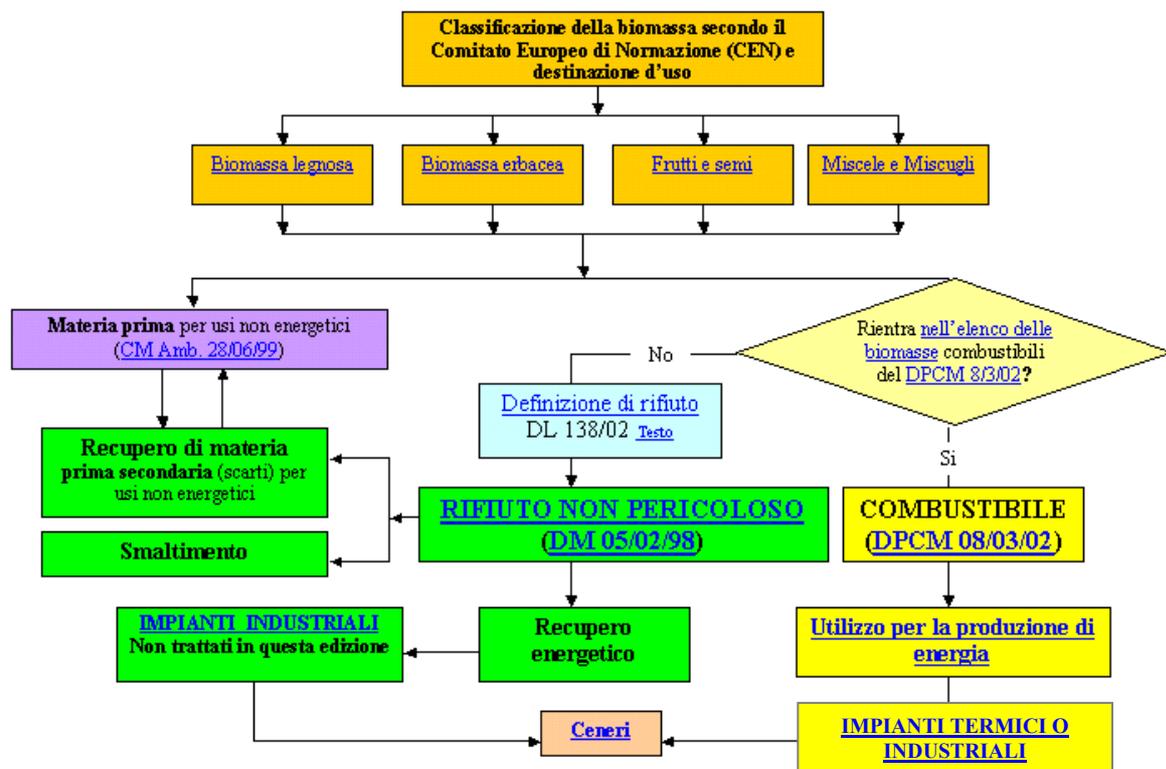


Figura 2: Classificazione della biomassa e destinazione d'uso. Fonte: CTI

Come si può evincere osservando la **Figura 2** la classificazione della biomassa (vegetale) che si basa sulla provenienza del materiale (CEN) porta a distinguere tra i diversi materiali quelli che possono essere utilizzati per il recupero energetico. Tra questi la legislazione italiana distingue a sua volta tra le cosiddette biomasse combustibili, definite nell'Allegato III del D.P.C.M 8 marzo 2002 ("Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione.") e altri materiali che, non rientrando nella classe suddetta, non possono essere classificati come combustibili, ma devono, qualora essi rientrino

nella definizione di rifiuto² essere identificati come rifiuti non pericolosi³, benché anch'essi possano poi essere sottoposti a combustione (che deve avvenire però in impianti industriali o dedicati, es. inceneritori) in una prospettiva di recupero energetico⁴.

La combustione con recupero energetico ha assunto particolare rilevanza negli ultimi anni, perciò tale processo ha richiesto nel passato e continua a richiedere dettagliate disposizioni normative che possano renderlo razionale dal punto di vista dell'utilizzo delle risorse ed ambientalmente compatibile.

La suddivisione, sopra ricordata, dei diversi tipi di biomassa in "biomassa combustibile" e "rifiuti non pericolosi" ha proprio lo scopo di permettere il recupero energetico a partire da biomassa tenendo conto della diversa "qualità ambientale" dei materiali. In tal senso la biomassa classificata come combustibile è ritenuta meno problematica da un punto di vista di impatto ambientale complessivo derivante dalla sua combustione e perciò se ne autorizza l'utilizzo non solamente in impianti industriali⁵, ma anche in impianti termici⁶, i quali devono rispettare vincoli meno stringenti rispetto a quelli posti per i primi, nei quali è eventualmente possibile termoutilizzare (secondo quanto previsto nel D.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 - "Ronchi", art. 33 e nel successivo D.M. 05/02/98 art. 4 - Allegato 2 Sub 1) anche materiali e scarti classificati come "rifiuti non pericolosi".

Nel caso di impianti industriali o dedicati in cui si realizza l'incenerimento dei rifiuti, infatti, sebbene i limiti di emissione relativi a polveri, COT, monossido di carbonio ed ossidi di azoto e zolfo siano comparabili⁷ (**Figura 3**) con quelli previsti per la combustione di biomassa (che,

² DL 138/02 – Definizione di rifiuto

³ Secondo quanto previsto dal D.M. 05/02/98 – Supplemento Ordinario n° 72, "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22". Deve essere inoltre sottolineato che il D.P.C.M. 08/03/02 considera come combustibile, oltre alla legna tal quale (così come intesa secondo l'abolito D.P.C.M 02/10/95) anche altro materiale che fino all'emanazione dello stesso era considerato e quindi normato dal D.M. 05/02/98 N° 72 come rifiuto non pericoloso. Rimangono fuori (dalla classe di combustibile) i rifiuti della lavorazione del legno e affini trattati, normati ancora come rifiuti non pericolosi (le lavorazioni che non determinano l'inserimento tra i rifiuti sono esclusivamente quelle meccaniche).

⁴ I rifiuti devono comunque essere gestiti in una maniera che rispetti la gerarchia prevista dalla legislazione europea: riduzione → riutilizzo → riciclo (recupero di materia) → recupero energetico

⁵ DPR 24/05/1988 n° 203, Art 2, comma 9 → "Impianto: lo stabilimento o altro impianto fisso che serva per usi industriali o di pubblica utilità e possa provocare inquinamento atmosferico, ad esclusione di quelli destinati alla difesa nazionale...."

DPCM 21/07/1989, Art. 1 → "...Il DPR 203 si applica agli impianti industriali di produzione di beni o servizi, ivi compresi gli impianti di imprese artigiane di cui alla legge 8 agosto 1985, n°443, nonché agli impianti di pubblica utilità, che diano luogo ad emissioni inquinanti convogliate o tecnicamente convogliabili. Sono esclusi dal campo di applicazione del DPR n° 203 gli impianti termici non inseriti in un ciclo di produzione industriale ivi compresi gli impianti inseriti in complessi industriali, ma destinati esclusivamente a riscaldamento dei locali, nonché gli impianti di climatizzazione, gli impianti termici destinati al riscaldamento di ambienti, al riscaldamento di acqua per utenze civili, a sterilizzazione e disinfezioni mediche, a lavaggio di biancheria e simili, all'uso di cucine, mense, forni da pane ed altri pubblici esercizi destinati ad attività di ristorazione."

⁶ Sono impianti termici quelli di cui al D.P.C.M 08/03/2002:

- Art. 2, comma 1, lett. b): Sono combustibili per usi civili i combustibili utilizzati in *impianti termici* non inseriti in un ciclo di produzione industriale.
- Art. 2, comma 2: Sono [...] compresi quelli aventi come destinazione d'uso il riscaldamento o la climatizzazione di ambienti, il riscaldamento di acqua calda per utenze civili, la cucina, il lavaggio stoviglie, la sterilizzazione e la disinfezione medica, il lavaggio biancheria e simili, i forni da pane, le mense ed altri pubblici esercizi destinati ad attività di ristorazione.

⁷ Anche se spesso non facilmente confrontabili per il diverso tenore di ossigeno a cui si fa riferimento.

come in precedenza ricordato, può avvenire tanto in impianti industriali quanto in impianti termici)⁸, vi sono altri composti nelle emissioni (metalli pesanti, diossine, ecc., non riportati in Figura 3) che devono essere mantenuti entro limiti di sicurezza e sono quindi oggetto di controlli alquanto sofisticati.

EMISSIONI GASOSE INCENERIMENTO RIFIUTI		Direttiva Incenerimento (bozza) Limiti di emissione (mg/Nm³, O₂ @ 11% anidri)				
		media 30 min. (97%)		media giornaliera		
	Inceneritori		Co-combustioneⁱ			Forni per cementoⁱⁱ
			Biomasse	Comb. solidi	Comb. liquidi ⁱⁱⁱ	
Polveri totali	10	10	30-50 ⁴	30-50 ⁴	30-50 ⁴	30
COT	10	10	-	-	-	10
CO	100 ¹ 150 ²	50	-	-	-	-
NO_x^{iv}	200 ³	200 400 ³	300-350 ⁴	200-400 ⁴	200-400 ⁴	500-800 ⁵
SO_x^{iv}	50	50	200	200-850 ⁴	200-850 ⁴	50

i Valori riferiti ad un tenore di ossigeno del 6% in volume

ii Valori riferiti ad un tenore di ossigeno del 6% in volume

iii Valori riferiti ad un tenore di ossigeno del 3% in volume

iv Valori espressi rispettivamente come NO₂ e SO₂

1) per tutte le misurazioni, come valore medio su 30 minuti,

2) per almeno il 95 % di tutte le misurazioni, come valore medio su 10 minuti

3) 400 mg/m³ per impianti con capacità nominale =< 6 t / h

4) Valori variabili con la potenza da < 50 MWt (valori più alti) a > 300 MWt (valori più bassi)

5) NO₂; 800 mg/m³ per impianti esistenti

Figura 3: Limiti di emissione per incenerimento di rifiuti. Fonte Ministero dell'Ambiente – bozza decreto recepimento Direttiva 2000/76 /CE sull'incenerimento dei rifiuti

Per quanto riguarda più in particolare la legna, si può osservare che il D.P.C.M 8 marzo 2002 elegge le “biomasse vergini” a combustibili e costituisce un punto di svolta nella legislazione in materia, in quanto rimuove dalla sfera del “Ronchi” (D.lgs. 22 febbraio 1997) le biomasse non trattate chimicamente (anche se in realtà, come sottolineato in precedenza, è più corretto dire che inquadra i rifiuti “biomasse vergini” come combustibili).

⁸ In questo documento si utilizza una definizione leggermente diversa rispetto a quella del DPCM 08/03/02 in merito agli impianti industriali e civili.

Impianti Industriali: impianti che utilizzano biomassa per produrre energia destinata ad essere utilizzata nel processo produttivo, salvo le eccezioni indicate dalla legislazione in materia. Rientrano in questa categoria non solo impianti per la produzione di calore ma anche impianti per la produzione di energia elettrica.

Impianti Termici: impianti utilizzati in contesto sia civile che industriale per la produzione di calore non finalizzato al processo produttivo. A nostro giudizio il termine “impianti civili” utilizzato dal DPCM 08/03/02 può essere erroneamente interpretato nel caso di impianti termici utilizzati in un contesto “industriale” quale può essere l'impianto di riscaldamento di un capannone contenente macchinari o di un magazzino. Il DPCM definisce correttamente questi impianti che quindi sono considerati “civili”, ma il termine “Impianti civili” potrebbe essere oggetto di errate interpretazioni.

Il decreto in questione fissa anche alcune condizioni di utilizzo della biomassa e i limiti di emissione in funzione della potenza dell'impianto (**Figura 4**), nonché, sempre in funzione della potenza dell'impianto, l'obbligatorietà o meno di ulteriori misure di controllo, quali ad esempio la misurazione in continuo della concentrazione di determinate sostanze (**Tabella 2**).

EMISSIONI GASOSE COMB. BIOMASSA		DPCM 08/03/2002				
		Limiti di emissione (mg/Nm ³ , O ₂ @ 11% anidri)				
		media oraria		media giornaliera		
	≥ 35 ÷ ≤ 150 kW	> 0,15 ÷ ≤ 3 MW	> 3 ÷ ≤ 6 MW	> 6 ÷ ≤ 20 MW		> 20 MW
Polveri totali	200	100	30	30		10
COT	-	-	-	30		10
CO	-	350	300	250	150	100
NO_xⁱ	-	500	500	400	300	200
SO_xⁱ	-	200	200	200		200

i Espressi come rispettivamente NO₂ e SO₂

Figura 4: Limiti di emissione in caso di utilizzo di biomasse combustibili – DPCM 08/03/2002

Tabella 2: Ulteriori misure di controllo previste dal DPCM 08/03/2002 per assicurare, alle normali condizioni di esercizio, il rispetto dei valori limite delle emissioni

	1-3 MW	3-6 MW	6-20 MW	> 20MW
Alimentazione automatica del combustibile	OBBLIGATORIO			
Misura in continuo in camera combustione (T, O ₂) e regolazione automatica aria/combustibile		OBBLIGATORIO		
Bruciatore pilota			OBBLIGATORIO	
Misura in continuo: T, CO, NO _x , vapore			OBBLIGATORIO	
Misura in continuo: polveri, COT				OBBLIGATORIO

All'interno del quadro delineato è necessario però sottolineare che il DPCM sopra citato, per quanto concerne il controllo delle emissioni da caldaie a legna, rimane sostanzialmente non applicato. Alcuni dei controlli da effettuare sugli impianti introdotti sono ritenuti infatti inapplicabili nella pratica, soprattutto per ragioni di costo⁹ e anche di affidabilità delle misure in campo¹⁰. Ciò con stretto riferimento alle taglie più ridotte. Anche questo aspetto andrebbe risolto al fine di introdurre dei controlli realmente applicabili e quindi anche apportatori di maggiore credibilità per l'intero settore.

⁹ In particolare la misura delle polveri in situ.

¹⁰ Allo stato attuale, in materia di controllo, la legislazione sembra particolarmente severa con i biocombustibili mentre appare più clemente per alcuni combustibili fossili, come il gas naturale.

Sul tema delle emissioni per caldaie a legna è opportuno aggiungere che una norma europea (CEN 303-5¹¹) definisce la terminologia, i requisiti, le prove e le indicazioni relative ai generatori di calore per combustibili solidi dotati di bruciatori manuali o automatici con potenza nominale fino a 300 kW. Per ogni classe di impianti (individuata in funzione della potenza termica nominale e del combustibile utilizzato) vengono specificati i limiti massimi di emissione, più restrittivi per alte potenze e per classi elevate (**Figura 5**).

Una classificazione di questo tipo, che viene suggerita anche dal CTI, potrebbe consentire di avere sul mercato impianti con limiti di emissione diversificati in funzione della potenza, della tecnologia impiegata e dell'utilizzo a cui sono destinati.

Con uno strumento siffatto l'Amministrazione pubblica avrebbe la possibilità di poter finanziare solo le caldaie migliori (cioè con le emissioni più ridotte ed energeticamente più efficienti) o comunque di scegliere i livelli che ritiene più opportuni per il proprio particolare contesto territoriale. Simili azioni darebbero la necessaria spinta per favorire la specializzazione tecnologica e nel contempo difendere l'ambiente¹².

EMISSIONI GASSOSE											
prEN 303-5											
Generatori di calore per combustibili solidi. Bruciatori manuali e automatici. Potenza nominale fino a 300 kW. Terminologia, requisiti, prove e indicazioni.											
TABELLA 7: Limiti di emissione (traduzione non ufficiale)											
alimentazione	combustibile	potenza termica nominale kW	Limiti di emissione								
			CO			OGC			polveri		
			mg/m ³ al 10 % di O ₂ *								
			classi			classi			classi		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Manuale	origine biologica	≤ 50	25000	8000	5000	2000	300	150	200	180	150
		> 50 a 150	12500	5000	2500	1500	200	100	200	180	150
		> 150 a 300	12500	2000	1200	1500	200	100	200	180	150
	fossile	≤ 50	25000	8000	5000	2000	300	150	180	150	125
		> 50 a 150	12500	5000	2500	1500	200	100	180	150	125
		> 150 a 300	12500	2000	1200	1500	200	100	180	150	125
Automatica	origine biologica	≤ 50	15000	5000	3000	1750	200	100	200	180	150
		> 50 a 150	12500	4500	2500	1250	150	80	200	180	150
		> 150 a 300	12500	2000	1200	1250	150	80	200	180	150
	fossile	≤ 50	15000	5000	3000	1750	200	100	180	150	125
		> 50 a 150	12500	4500	2500	1250	150	80	180	150	125
		> 150 a 300	12500	2000	1200	1250	150	80	180	150	125

* riferiti ai fumi secchi

Figura 5: Limiti di emissione per generatori di calore a combustibili solidi – Norma EN 303-5

La Certificazione delle Emissioni di Impianti a Legna

Un passo ulteriore da valutare (e ipotizzato anche a livello europeo) sarebbe poi quello che prevede l'introduzione di un programma di certificazione delle caldaie a legna. Questo processo potrebbe prevedere che, come già realizzato in alcuni Paesi Europei (es. Olanda, Germania, Austria, Svezia), dopo aver stabilito limiti per le emissioni che garantiscano

¹¹ Norma sviluppata in ambito CEN (Comitato Europeo di Normazione). Presso il CTI è disponibile la bozza in italiano, mentre può essere acquistata la versione inglese.

¹² Come visto in precedenza le caldaie a biomassa diffuse sul territorio possono essere tra le principali sorgenti di sostanze ritenute nocive (tra cui, secondo alcuni, anche le cosiddette polveri fini).

assoluta sicurezza, le nuove caldaie possano essere commercializzate solamente dopo aver superato un test sulle emissioni ed essere quindi certificate. Questo meccanismo, magari volontario per un periodo di prova e quindi obbligatorio, a regime potrebbe contribuire a sviluppare il mercato delle caldaie a legna nella direzione di una maggiore qualità ambientale, spingendo dapprima tutti i produttori ad allinearsi ai requisiti necessari per rispettare la normativa e, poi, a proseguire verso un obiettivo di eccellenza costituito da standard progressivamente più stringenti.

In tal senso le esperienze realizzate in altri paesi dell'Unione Europea dimostrano come un processo di certificazione delle caldaie a legna porti ad un continuo miglioramento delle prestazioni ambientali delle stesse, contribuendo così all'incremento della qualità ambientale del contesto territoriale in cui vengono utilizzate (es. Austria, **Figura 6**).

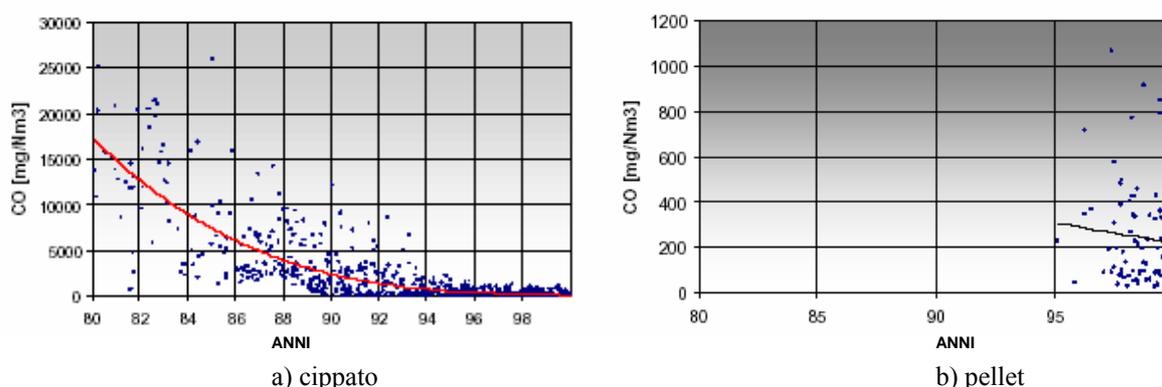


Figura 6: Riduzione nel tempo delle emissioni di CO da caldaie a legna (anche mediante la certificazione), Austria. Fonte: BLT (Istituto Federale di Ingegneria dell'Agricoltura, Wieselburg, Austria)

Un approccio corretto e concreto per combinare la spinta del mercato (in forte crescita, si veda ancora il caso dell'Austria, **Tabella 3**) alla pressione imposta dal regolatore per ottenere una miglior qualità ambientale potrebbe prevedere di istituire un meccanismo di certificazione basato proprio sulla norma CEN 303-5 citata in precedenza. In tal caso l'ente certificatore dovrebbe verificare la conformità della caldaia ai limiti previsti dalla norma in questione e rilasciare di conseguenza un attestato che riporti la classe di merito attribuita alla caldaia.

Tabella 3: Mercato delle caldaie a legna (vendite per anno e per classe di potenza), Austria, Fonte: BLT

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Fino a 100 kW	1.479	1.579	2.280	2.452	3.236	4.186	5.615
Fino a 1 MW	151	172	214	256	280	159	223
Oltre 1 MW	20	23	34	45	50	42	27
Totale	1.650	1.774	2.528	2.753	3.566	4.387	5.865

In tal modo gli incentivi, allo stato attuale fin troppo elevati quando si tratta di piccole e medie caldaie, potrebbero molto più saggiamente essere correlati alla classe della caldaia, in maniera da indurre i produttori a elevare la qualità dei propri prodotti in termini di emissioni. Anche in questo caso inoltre, come già previsto nell'ambito della certificazione energetica degli edifici (si veda Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia, art. 7, comma 3), si potrebbe spingere affinché in maniera particolare negli edifici occupati dalle pubbliche autorità o aperti al pubblico si assuma un approccio esemplare nei confronti

dell'ambiente e dell'energia, acquistando solamente caldaie di classe più elevata ed assoggettandosi ai controlli ad intervalli regolari.