

LA COMBUSTIONE DI LEGNA IN PICCOLI APPARECCHI DOMESTICI: IMPATTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA E STRATEGIE DI RIDUZIONE

Stefano Caserini*

Politecnico di Milano, D.I.C.A. Sez. Ambientale, Milano.

Sommario – La combustione di biomasse legnose in piccoli apparecchi domestici è oggi considerata una delle principali fonti di inquinanti tossici nel settore del riscaldamento civile. La comprensione dell'importanza di questa sorgente non è però diffusa nella popolazione, in quanto spesso la legna viene considerata un combustibile "ecologico". Il presente lavoro riassume con un linguaggio divulgativo le conoscenze scientifiche sul tema, le strategie recentemente messe in campo a livello europeo, nazionale regionale, e riporta altresì le azioni possibili da parte degli utilizzatori degli apparecchi per ridurre le emissioni.

Parole chiave: emissioni, legno, stufe, caminetti, pellet, PM10.

WOOD COMBUSTION IN SMALL DOMESTIC APPLIANCES: IMPACT ON AIR QUALITY AND REDUCTION STRATEGIES

Abstract – Today, the burning of woody biomasses in small appliances is considered one of the main source of toxic pollutants in the residential heating sector. However, the comprehension of the relevance of this source is not widespread in the population, as wood is often considered an "ecological" fuel. The present work summarizes the scientific knowledge on the topic, the strategies recently put in place at the European, national and regional level with a popular language, and reports the possible actions to reduce emissions available for the users of the appliances.

Keywords: emissions, wood, stoves, fireplaces, pellet, PM10.

Ricevuto il 15-6-2018; Correzioni richieste il 16-7-2018; Accettazione finale il 20-7-2018.

1. INTRODUZIONE

L'inquinamento dell'aria accompagna l'umanità da tanto tempo, da quando gli antenati dell'*Homo sapiens* iniziarono a controllare il fuoco, e la legna è stata a lungo il principale combustibile utilizzato dalla nostra civiltà. In seguito, è stata sostituita dai combustibili fossili (carbone, petrolio e gas), e l'inquinamento dell'aria ha assunto una dimensione globale: all'inquinamento locale

si è aggiunto il problema dell'aumento delle concentrazioni di gas serra causato dai combustibili fossili, e del conseguente surriscaldamento globale.

L'utilizzo di legna in piccoli apparecchi domestici costituisce oggi una quota rilevante delle emissioni in atmosfera di polveri fini e altri composti inquinanti. L'importanza di questa sorgente è stata delineata con chiarezza nella letteratura scientifica degli ultimi anni, sia sulla base dei dati degli inventari di emissione a scala regionale (es. ARPA-Lombardia, 2018) e nazionale (ISPRA, 2018), sia da studi sulla composizione del particolato atmosferico (Amato et al., 2016; Pietrogrande et al., 2018).

È invece scarsa la comprensione da parte della popolazione degli impatti sulla qualità dell'aria dei piccoli apparecchi a legna. Il presente testo, sviluppato nell'ambito del progetto LIFE integrato PREPAIR, intende fornire un riassunto della tematica e delle strategie possibili per ridurre queste emissioni inquinanti.

1.1. L'utilizzo della legna come combustibile

Ancora oggi la legna è molto utilizzata per riscaldare le abitazioni. Le principali tipologie di apparecchi sono i caminetti aperti e chiusi, le stufe tradizionali e avanzate, le stufe a pellet e le caldaie. Diverse indagini condotte a livello nazionale, regionale e comunale hanno mostrato come gli apparecchi a legna siano molto diffusi e utilizzati. In Italia circa il 15% delle famiglie usa le biomasse per il riscaldamento dell'abitazione, il consumo nazionale di legna da ardere è di circa 25 milioni di tonnellate all'anno (Ungaro, 2014).

L'utilizzo della legna è scarso nelle grandi città; ma nelle zone di periferia, nelle piccole cittadine o nei paesi spesso più del 20% delle famiglie si scaldano con la legna; in molte zone collinari e montane la legna è il combustibile più usato.

Il motivo del grande utilizzo degli apparecchi a legna, aumentato negli ultimi 15 anni, è il minore costo per l'approvvigionamento del combustibile, che

* Per contatti: Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, Italia. Tel. 02-23996414; e-mail: stefano.caserini@polimi.it

spesso avviene tramite circuiti informali, con costi quindi molto ridotti e senza l'applicazione delle accise che gravano ad esempio su metano e gasolio. Questi risparmi dei singoli utilizzatori sono però accompagnati da altri costi per la collettività: l'uso delle biomasse in piccoli apparecchi domestici provoca, come si spiegherà in seguito, un maggiore inquinamento rispetto all'uso di gas e gasolio, quindi maggiori malattie all'apparato respiratorio, tra cui bronchiti croniche, attacchi d'asma, infezioni polmonari e il maggior rischio di insorgenza di tumori.

1.2. Le tipologie di apparecchi domestici a legna

I piccoli generatori di calore a biomasse legnose si distinguono in base alla tecnologia con cui sono costruiti, alla pezzatura del combustibile che utilizzano, al tiraggio dell'aria comburente e al sistema di distribuzione del calore.

Le principali tipologie di apparecchi sono i caminetti aperti e chiusi, le stufe tradizionali e avanzate, le stufe a pellet e le caldaie.

- *Caminetto aperto*: è il tipo più semplice di apparecchio, consiste in una camera di combustione con una larga apertura verso il locale in cui si trova, che è direttamente collegata al camino. Il calore prodotto dal fuoco riscalda soprattutto per radiazione, senza passare tramite tubi di distribuzione di acqua o aria calda. Il camino aperto è un apparecchio che produce emissioni inquinanti maggiori rispetto a quello degli altri apparecchi, e ha una bassa efficienza energetica, che può scendere fino al 15%; significa che solo un sesto dell'energia che è contenuta nella legna viene effettivamente utilizzata.
- *Caminetto chiuso*: sono apparecchi installati come strutture a sé stanti, oppure collocate all'interno di un camino aperto preesistente (i cosiddetti "inserti"). Rispetto al camino aperto la loro caratteristica è che l'apertura verso il locale è chiusa da porte, in modo da aumentare la temperatura nella camera di combustione e l'efficienza energetica. Tutti gli apparecchi hanno aperture che permettono all'aria di entrare; queste aperture negli apparecchi più moderni possono avere anche valvole di regolazione automatica. I caminetti chiusi attualmente in uso hanno un'efficienza energetica che è pari al 55%-60%. Tuttavia, l'evoluzione tecnologica è in grado di migliorare molto le prestazioni, e oggi i migliori apparecchi possono raggiungere a regime anche efficienze dell'80%-85%, riducendo molto anche le emissioni inquinanti rispetto ai camini aperti.
- *Stufe tradizionali a legna*: sono apparecchi con un focolare chiuso, e come i camini chiusi hanno aperture che consentono di far entrare l'aria nella camera di combustione; se la legna da bruciare è troppa rispetto all'aria che entra, la stufa brucia male e produce grandi quantità di sostanze inquinanti. Alcuni tipi di stufe tradizionali non mandano il fumo direttamente alla canna fumaria ma lo fanno passare nei cosiddetti "giri di fumo", cioè tubi contenuti nella stufa che servono a cedere meglio il calore dei fumi all'ambiente, migliorando l'efficienza e riducendo le emissioni.
- *Stufe avanzate*: sono versioni più evolute delle stufe tradizionali, in cui le prese d'aria e la geometria della camera di combustione e degli scambiatori di calore sono state progettate con accuratezza per migliorare l'efficienza e ridurre le emissioni. Garantiscono una migliore gestione dell'alimentazione della legna e della rimozione della cenere. In termini di rendimento termico possono raggiungere valori dell'80%-85%, nettamente superiori a quelli caratteristici delle stufe tradizionali. Gli ultimi modelli, che garantiscono un controllo automatico dell'aria di combustione, possono ridurre ulteriormente le emissioni di polveri e inquinanti tossici.
- *Stufe a pellet*: sono stufe che anziché bruciare legna utilizzano il pellet, un combustibile ricavato dalla segatura essiccata e poi compressa in forma di piccoli cilindri. In questo modo il combustibile è meno umido e più omogeneo, e quindi può essere meglio bruciato. Inoltre, il pellet viene alimentato automaticamente nella camera di combustione, tramite un dispositivo di carico che si regola in base alla necessità di calore. Questo permette di raggiungere prestazioni molto migliori delle stufe tradizionali: l'efficienza degli apparecchi a pellet può raggiungere oggi anche il 90-95%, producendo quantità di polveri e di altri inquinanti molto più basse di tutti gli apparecchi alimentati a ciocchi di legna. Inoltre, una stufa a pellet impedisce di fatto di bruciare altri prodotti indesiderati (legna sporca, plastiche, ecc.) che a volte sono bruciati nelle stufe.
- *Caldaie*: sono apparecchi di potenza più elevata, utilizzati per esempio per gruppi di abitazioni o condomini, che si utilizzano non per scal-

dare direttamente l'ambiente, ma per scaldare l'acqua che sarà poi utilizzata dall'impianto di riscaldamento. Ci sono caldaie costruite per funzionare sia a ciocchi di legna, sia a pellet o a legno sminuzzato ("cippato"): in questi ultimi due casi l'alimentazione può essere automatica e si possono raggiungere livelli di efficienza ancora più elevati.

1.3. L'evidenza scientifica dell'inquinamento causato dalla combustione della legna e dei suoi effetti sulla salute umana

La percezione comune considera la combustione domestica della legna una pratica tradizionale, quasi naturale, quindi innocua per la salute. Le evidenze scientifiche mostrano però un quadro molto diverso: le emissioni di polveri fini e composti tossici dei piccoli apparecchi a legna (caminetti, stufe, inserti) sono molto rilevanti: in molte zone questa è la principale sorgente inquinante per l'aria che si respira.

Gli studi condotti da molte università, centri di ricerca e agenzie ambientali, non solo italiani, parlano chiaro, e sono stati confermati anche da misurazioni e indagini svolte in Pianura padana: gli apparecchi a legna, anche più efficienti, hanno emissioni in atmosfera nettamente superiori a quelle del gas naturale e del gasolio, gli altri due combustibili usati per il riscaldamento delle abitazioni: questo vale sia per le polveri fini sia per altri inquinanti pericolosi per la salute, come monossido di carbonio, *black carbon* (noto anche come nero fumo o fuliggine) e benzo(a)pirene.

In Tabella 1 si nota come durante la combustione dalla legna si liberano, per unità di energia prodotta, inquinanti in quantità 10-100 volte superiori a quelle degli apparecchi a gas. Solo le emissioni di ossidi di azoto (che provocano la formazione di biossido di azoto) sono confrontabili fra apparecchi a legna, a gas e a gasolio.

Anche se la legna è meno utilizzata del gas, le alte emissioni specifiche fanno sì che il contributo si senta: in molte regioni italiane più del 90% delle emissioni di PM10 del settore residenziale deriva dai piccoli apparecchi a legna.

Una conferma del forte impatto dell'uso di biomasse sulla qualità dell'aria viene anche dagli studi basati sulla composizione del particolato atmosferico. Si tratta di indagini che analizzano la presenza nel particolato del levoglucosano, una sostanza chimica che si produce quando si brucia cellulosa e che quindi rappresenta un "tracciante" della combustione della legna: dalle misure del levoglucosano nel PM10 nelle stagioni invernali si è avuta conferma che gli apparecchi a legna forniscono un contributo importante al PM10 presente nell'aria di molte aree italiane ed europee.

Nei paesi in via di sviluppo il problema delle biomasse è ancora maggiore, perché sono utilizzati intensivamente in apparecchi privi di camini, che emettono il fumo negli ambienti domestici. Gli effetti epidemiologici sul sistema respiratorio sono evidenti, tanto che l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha inserito l'inquinamento indoor causato dai combustibili solidi al secondo posto fra i fattori di maggiore rischio ambientale, responsabile

Tabella 1 – Confronto fra i fattori di emissione (emissione per unità di combustibile bruciato, espressa in giga Joule di energia) di diversi inquinanti prodotti dagli apparecchi a legna e da altri combustibili usati per riscaldare nelle abitazioni. Fonte: Inventario Inemar, ARPALombardia (2018)

	PM10	NOX	SO2	CO	COV	Black carbon	B(a)P
	g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	mg/GJ
Legna – Caminetto aperto	860	100	13	5.000	1.000	59	180
Legna – Caminetto chiuso	380	100	13	4.000	500	59	100
Legna – Stufa tradizionale	480	100	13	5.000	300	47	250
Legna – Stufa avanzata	380	100	13	4.000	300	60	100
Legna – Stufa a pellet	76	100	13	150	15	11	50
Gas naturale	0,2	35	0,5	25	5	0,01	0,001
GPL	0,2	50	0,2	10	2	0,01	0,001
Gasolio	5,0	50	47	20	3	0,2	0,08
Olio combustibile	15	150	146	16	12	0,5	0,08

nel mondo di circa 2,6 milioni di morti premature ogni anno.

Oltre agli effetti sull'apparato respiratorio, il fumo da legna contiene numerose sostanze classificate come cancerogene, emesse in particolare in conduzioni di cattiva combustione (Bølling et al., 2009; Ozgen et al., 2018). Alcuni studi hanno confrontato la tossicità e il potere mutageno su cellule polmonari in vitro di polveri provenienti da un'autovettura diesel e da una stufa in condizioni di combustione completa e incompleta. I risultati hanno mostrato una tossicità intermedia per le polveri da diesel, ma cinque volte più bassa per le polveri da combustione completa della legna; invece, il particolato proveniente dalla combustione incompleta presentava anche un livello di tossicità quindici volte superiore a quella del diesel (Kippel e Nussbaumer, 2007).

1.4. Perché le emissioni dagli apparecchi a legna sono così elevate?

Per gli impianti a legna la questione centrale è la qualità della combustione. Le polveri fini e gli altri inquinanti pericolosi sono generati principalmente in condizioni di combustione irregolare. Ad esempio, quando il funzionamento non è a regime e quindi può mancare aria (ossigeno) per bruciare in modo migliore; oppure quando di aria ce n'è troppa, e la temperatura della fiamma si abbassa. Quando la combustione è regolare ("a regime") si generano soprattutto particelle costituite da sali inorganici, prive di particolari caratteristiche di tossicità; viceversa, durante le fasi di combustione incompleta, che risultano frequenti o addirittura prevalenti nell'utilizzo reale degli apparecchi a ciocchi di legna, si producono molte più polveri e soprattutto polveri maggiormente ricche di sostanze dannose per la salute (come gli idrocarburi policiclici aromatici). Negli impianti a biomasse di media e grande taglia (usati ad esempio nelle centrali di teleriscaldamento) il processo di combustione avviene in modo controllato e con l'utilizzo di tecnologie di depurazione dei fumi (filtri, lavaggi); a parità di legna bruciata, le emissioni di polveri e inquinanti tossici in questo tipo di impianti sono quindi centinaia di volte inferiori a quelle causate dagli apparecchi domestici.

1.5. L'uso della legna e i cambiamenti climatici

La legna è spesso indicata come un combustibile ecologico, in quanto non è un combustibile fossi-

le. In realtà la questione è più complessa, e per essere capita bisogna partire dal fatto che tutti i combustibili sono composti da molecole contenenti carbonio, ed è bruciando questo carbonio che si produce l'energia.

Mentre bruciando carbone, petrolio e gas si immette nell'atmosfera carbonio di origine fossile, immagazzinato nei precedenti milioni di anni nei rispettivi giacimenti del sottosuolo, il carbonio presente nella legna è stato catturato dall'atmosfera attraverso il processo di fotosintesi in anni recenti, durante la crescita della pianta da cui la legna deriva. Per questo motivo spesso si considera la legna una fonte di energia "neutra" rispetto alle emissioni di gas ad effetto serra: la quantità di biossido di carbonio (CO₂, il principale dei gas che contribuisce al surriscaldamento globale) emesso durante la combustione è pari a quella assorbita nel corso della vita vegetativa della pianta; dunque produrre energia con la legna non porta ad un aumento delle concentrazioni di CO₂ nell'atmosfera e non aumenta le temperature del nostro pianeta. Questo è il motivo per cui lo Stato italiano ha sostenuto con incentivi l'impiego della legna a scopi energetici.

In realtà, studi recenti hanno mostrato come il beneficio per il clima del pianeta esiste solo se la pianta tagliata per fare legna da ardere viene subito ripiantata e ricresce velocemente (Cherubini et al., 2011; Giuntoli et al., 2015); altrimenti c'è un incremento netto per l'atmosfera di CO₂, perché il carbonio che, prima della combustione, era stoccato nel legno, viene poi emesso in atmosfera sotto forma di CO₂. In altre parole, se l'uso della biomassa legnosa si inserisce in un ciclo in cui è prevista la rapida ri-piantumazione, dopo la ricrescita della pianta si ritorna in pareggio e nel complesso si può dire che si riesca a produrre energia mantenendo costante la CO₂ dell'atmosfera. Se invece, ad esempio, si brucia un ceppo di legna che starebbe per tanti decenni sul suolo, bruciare quel ceppo comporta un'aggiunta di CO₂ nell'atmosfera, e l'effetto benefico della legna per il contenimento dei cambiamenti climatici diventa nullo o addirittura negativo.

Negli ultimi anni un tema di grande interesse è inoltre il contributo che la legna può dare all'emissione di altri composti gassosi e particolati con effetto riscaldante per il pianeta. In condizione di cattiva combustione la legna da ardere emette metano, un importante gas serra, oltre a notevoli quantità di *black carbon*, un fortissimo agente

climalterante. Un camino aperto o una stufa poco efficiente possono avere emissioni di *black carbon* e metano talmente alte da far sì che il potenziale riscaldante dei fumi compensi il vantaggio derivante dall'eventuale neutralità della CO₂ emessa (Caserini et al., 2010; Savolahti et al. 2016; Ozgen e Caserini, 2018). Per apparecchi a basse emissioni (ad esempio le stufe a pellets) il bilancio rimane invece largamente favorevole. In altre parole, una cattiva combustione della legna non solo produce più polveri e queste sono più tossiche, ma può far perdere una parte anche consistente del vantaggio della neutralità delle emissioni di CO₂.

In conclusione, si può dire che il rapporto fra la combustione domestica della legna e l'ambiente è ambivalente. C'è un lato positivo, perché in alcune condizioni si riducono le emissioni di CO₂ in atmosfera e si contrastano i cambiamenti climatici; e un lato negativo, perché le combustioni in piccoli impianti domestici emettono in atmosfera particolato e composti tossici.

2. LE STRATEGIE PER RIDURRE L'INQUINAMENTO DA LEGNA

2.1. L'azione europea e internazionale

Fino ad una decina di anni fa sono stati soprattutto gli Stati del centro e nord Europa, dove il riscaldamento a legna è ancora più utilizzato, ad aver regolamentato stufe e caminetti; le leggi variano da un Paese all'altro, ma in molti casi hanno imposto che gli apparecchi posseggano standard minimi dal punto di vista dell'efficienza energetica e delle emissioni inquinanti: ne sono esempio le norme vigenti in Austria, in Germania, in Belgio, in Danimarca e in Finlandia.

Visto che la legislazione europea prevede la libera circolazione degli impianti di combustione domestici sul territorio dell'intera Europa, la Commissione Europea ha lavorato negli ultimi anni per definire criteri uniformi per gli apparecchi a legna prodotti e commercializzati in Europa, nell'ambito dei regolamenti previsti dall'*Ecodesign*. La Direttiva 2009/125 sull'*Ecodesign* prevede proprio che debba essere progressivamente ridotto l'impatto ambientale complessivo degli apparecchi a biomasse, partendo da una progettazione ottimale. In sede CEN (Comitato Europeo di Normazione) si è lavorato sui metodi di prova da adottare per valutare le emissioni inquinanti degli apparecchi legna, prove non facili per via della grande variabilità delle emissioni. Si tratta di passi necessari per

poter definire norme e limiti emissivi comuni a livello europeo.

Anche molti Paesi extra-europei hanno posto delle limitazioni all'uso degli apparecchi a legna e hanno promosso regolari campagne di informazione e sensibilizzazione sull'uso della legna. Negli Stati Uniti, ad esempio, fin dal 1988 sono stati approvati dei limiti per le emissioni di polveri dagli apparecchi a legna, e sono stati in seguito forniti incentivi per la rottamazione degli apparecchi più inquinanti.

2.2. L'azione nazionale e regionale

Negli ultimi dieci anni è cresciuta l'azione a livello nazionale e regionale per cercare di ridurre l'inquinamento generato dagli impianti di combustione domestica della legna. Pur se in passato l'installazione di apparecchi a biomasse ha goduto di incentivi nazionali nell'ambito delle strategie per lo sviluppo delle fonti rinnovabili non fossili, il riconoscimento dell'importanza dell'inquinamento dell'aria generato dai piccoli apparecchi a legna ha portato ad intraprendere un percorso per la limitazione degli apparecchi più inquinanti, e per limitare la contabilizzazione delle biomasse legnose ai fini degli obiettivi di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

Il punto saliente della normativa approvata negli ultimi anni con il Decreto 186/2017 del Ministero dell'Ambiente, che costituisce un anticipo di quanto previsto dalla direttiva *Ecodesign*, prevede la classificazione dei generatori di calore a biomasse in 5 categorie (da 1 stella a 5 stelle), sulla base delle prestazioni energetiche ed emmissive.

Pur se ad oggi non sono ancora vigenti limitazioni uniformi su tutto il territorio nazionale, alcune regioni della pianura padana (Lombardia, Piemonte, Veneto ed Emilia-Romagna), in accordo con il Ministero dell'Ambiente, hanno approvato misure di limitazione all'installazione e all'utilizzo dei generatori di calore a biomassa legnosa che prevedono:

- dal 2018, divieto di installare apparecchi di classe "1 stella" e "2 stelle" e il divieto di utilizzo di apparecchi "1 stella";
- dal 2020, estensione del divieto di installazione agli apparecchi "3 stelle" e del divieto di utilizzo degli apparecchi a "2 stelle".

La classificazione degli apparecchi a legna è basata sui livelli di emissioni inquinanti e di rendimento energetico dei diversi apparecchi, ed è stata de-

finita dal Decreto Ministeriale 186/2017. Mentre è difficile da riconoscere per gli impianti più vecchi, per gli apparecchi più nuovi la categoria può essere ricavata leggendo il libretto o rivolgendosi al produttore. In linea di massima si può considerare che i camini aperti sono quasi sempre a 1 stella, e gli apparecchi più semplici e antichi raramente superano le 3 stelle.

Un'azione utile per la riduzione delle emissioni inquinanti dagli apparecchi a legna è quella di sensibilizzare la popolazione sui rischi e sulle possibilità di ridurre le emissioni con maggiore attenzione ai comportamenti quotidiani, come spiegato nel prossimo capitolo.

2.3. Consigli utili per ridurre le emissioni degli apparecchi a legna

Chi gestisce un apparecchio a legna può fare molto per ridurre le emissioni, a beneficio della propria salute e di quella degli altri. Si tratta di tante azioni non complicate, e che convengono a tutti.

Scelta della tipologia del generatore di calore a biomassa legnosa

Un modo per ridurre le emissioni è quello di utilizzare apparecchi più efficienti, che a parità di calore fornito all'abitazione consumano meno legna e quindi producono meno inquinanti. In generale, gli apparecchi più moderni hanno emissioni minori rispetto a quelli più vecchi. Ma non è sempre detto, soprattutto se gli apparecchi nuovi sono semplici e poco costosi.

Oggi è stata definita una classificazione ambientale degli apparecchi, da 1 a 5 stelle, sulla base dell'efficienza e dei livelli emissivi degli apparecchi, come spiegato in seguito. Va però tenuto conto che anche un apparecchio più efficiente se non è utilizzato con attenzione può portare a emissioni notevolmente superiori rispetto a quelle "da catalogo".

Apparecchi automatici: come bruciare meglio e inquinare di meno

I vantaggi più consistenti nella riduzione degli inquinanti emessi si hanno col passaggio a sistemi a caricamento automatico, ad esempio le stufe a pellet. In questi apparecchi il combustibile è dosato in modo più regolare, e questo favorisce una combustione migliore. Inoltre, le caratteristiche di piccola pezzatura ed omogeneità del combustibile, nonché la presenza di dispositivi per la regolazione au-

tomatica dell'aria, fanno sì che le emissioni di PM10 e composti tossici siano nettamente inferiori a quelle degli apparecchi che bruciano ciocchi di legna.

Installazione e manutenzione dell'apparecchio

L'installazione dell'apparecchio è importante, e deve essere effettuata da un installatore abilitato dalla Camera di Commercio, evitando il fai-da-te. A conclusione dei lavori è necessario farsi rilasciare la dichiarazione di conformità. Una corretta installazione assicura un buon tiraggio dell'impianto e riduce al minimo i rischi di incendio della canna fumaria. Se il tiraggio non è corretto, l'aria necessaria alla combustione non è sufficiente e la combustione avviene in difetto di ossigeno, dando avvio alla formazione di molti inquinanti pericolosi.

In alcune Regioni (ad esempio in Lombardia) è vigente una normativa che richiede la manutenzione periodica degli apparecchi a legna e delle relative canne fumarie, che deve essere effettuata da personale abilitato; anche in questo caso è necessario farsi rilasciare la relativa certificazione. In altre regioni l'obbligo non è invece previsto.

Scelta e stoccaggio del combustibile

Se non si presta attenzione al combustibile, si inquina molto di più e si rischia di rovinare l'apparecchio. È importantissimo bruciare solo legna asciutta e stagionata, che si può ottenere stoccando la legna all'asciutto per almeno un anno, e che poi va portata in casa qualche giorno prima di bruciarla.

Il legno commerciale è solitamente distinto in legno "tenero" (derivante dalle conifere: abete, pino, cipressi, ecc.) e "duro" (derivante dalle latifoglie: faggio, quercia, robinia, castagno, betulla, ecc.): è preferibile usare legna di latifoglie, poiché le conifere bruciano in fretta, senza formare braci durature. Le conifere inoltre producono una maggiore quantità di resina, che causa più incrostazioni nelle stufe e richiede pulizie più frequenti.

Stufe e camini non sono inceneritori

In tutti gli impianti domestici a legna è assolutamente vietato bruciare materiale diverso dalla legna da ardere, come legna trattata con vernici, colle o solventi, pezzi di mobili, cassette e imballaggi in legno, legno da demolizione, carta, giornali, riviste patinate, plastica, tetrapak e tutti i tipi di rifiuti.

Bruciando materiali diversi dalla legna non solo si contamina l'ambiente e si danneggia la salute uma-

na, ma si riduce la durata dell'apparecchio e si aumentano i costi di manutenzione, a causa dei gas inquinanti acidi e della fuliggine.

Dal punto di vista normativo, bruciare rifiuti in una stufa costituisce un reato di smaltimento illecito dei rifiuti (art. 256 del Testo Unico Ambientale) e di emissioni moleste per le persone (art. 674 Codice penale).

Accensione dall'alto

Anche per l'accensione è importante cosa si utilizza. Se si vuole limitare l'inquinamento è importante evitare la legna sporca, la carta e le riviste. Si possono utilizzare gli accendi-fuoco o pezzetti di legna più piccoli, disposti a castelletto.

Una piccola quantità di legna deve essere accesa dall'alto, e non dal basso: in questo modo la combustione procede più lentamente ed in modo più controllato.

Corretto caricamento dell'apparecchio

Dopo l'accensione deve essere caricata la giusta quantità di legna (indicata dal costruttore nel libretto dell'impianto), di dimensioni uniformi, aggiungendo la legna non sopra la fiamma ma sopra la brace. Deve essere sempre lasciato spazio tra la legna e le pareti laterali della camera di combustione. La presa d'aria deve essere completamente aperta prima dell'accensione e dosata in modo corretto durante la combustione.

La quantità di calore deve essere variata modificando la quantità di legna caricata, piuttosto che attraverso la regolazione dell'aria. È buona cosa evitare continui spegnimenti e accensione del focolare, fasi che aumentano la produzione di inquinanti.

È infine importante tenere sempre chiuso lo sportello degli apparecchi, per evitare di inquinare l'interno dell'abitazione.

Controllo della combustione

Una buona combustione produce fumi quasi invisibili all'uscita del camino, nessun odore sgradevole, poca fuliggine, cenere fine bianco-grigia, fiamma da blu a rosso chiaro.

Una cattiva combustione produce fumo denso e visibile all'uscita del camino, di color da giallo a grigio, a volte odore sgradevole, cenere scura e pesante, fuliggine, annerimento dello sbocco del camino, fiamma tra il rosso e il rosso scuro.

Se si interviene in caso di cattiva combustione si riducono le emissioni inquinanti, il consumo di legna e il disturbo per i vicini.

Effettua la manutenzione, conviene anche a te

Un problema legato agli apparecchi a legna, spesso sottovalutato, è quello dell'incendio delle canne fumarie. Secondo i dati dei Vigili del Fuoco ogni inverno in Italia ci sono circa 10.000 incendi di tetti derivanti dall'incendio di canne fumarie. Le cause sono sia le realizzazioni non a regola d'arte del camino, sia la cattiva manutenzione, in quanto la fuliggine depositata all'interno della canna fumaria prende fuoco innescando l'incendio. L'auto-combustione della fuliggine depositata nella canna fumaria può portare la temperatura all'interno del camino a più di 1000°C.

Si tenga conto che considerando un costo di circa 50 mila euro a incendio, i costi in Italia dell'incendio delle canne fumarie si aggirano in circa 500 milioni di euro l'anno.

Segnalare i casi più critici

Un fumo denso e scuro che esce da un camino è un segnale di una combustione particolarmente inquinante. Anche la presenza di odori indica una combustione della legna non corretta, con l'emissione nell'ambiente di rilevanti quantità di sostanze nocive. In questi casi è possibile effettuare una segnalazione alla Polizia municipale, che può effettuare un controllo.

3. CONCLUSIONI

Per tanto tempo le politiche sull'inquinamento dell'aria non hanno dato una adeguata attenzione alle emissioni dei piccoli apparecchi a legna, ma negli ultimi anni l'attenzione è cresciuta, e in diverse parti del mondo sono stati posti limiti alla vendita degli apparecchi più inquinanti o all'uso della legna nei centri urbani. Il divieto di utilizzo degli apparecchi più obsoleti e inefficienti, approvati da alcune regioni, sono una scelta necessaria nel percorso il miglioramento della qualità dell'aria. Questi divieti sono spesso malvisti, in quanto gli apparecchi a legna sono molto utilizzati per riscaldarsi da nuclei familiari con bassi redditi che vogliono risparmiare sulle spese del riscaldamento, aumentate parecchio di recente per l'aumento del prezzo del gas e gasolio, onerati da un crescente carico fiscale. D'altra parte, il divieto di utilizzo degli apparecchi più inquinanti è un modo per proteggere la salute di tutte le persone, anche delle persone più povere. È quindi sempre più importante che le azioni regionali si concentrino anche nella sensibilizzazione delle persone sui rischi legati alla cattiva combustione della legna.

4. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ARPA Lombardia (2018) Inventario emissioni per l'anno 2014. www.inemar.eu
- Bølling A K, Pagels J, Yttri K E et al. (2009) Health effects of residential wood smoke particles: the importance of combustion conditions and physicochemical particle properties. *Particle and Fibre Toxicology* 6, 29-48.
- Caserini S, Ozgen S., Galante S., Giugliano M., Hugony F., Migliavacca G., Morreale C. (2014) Fattori di emissione dalla combustione di legna e pellet in piccoli apparecchi domestici. *Ingegneria dell'Ambiente*, 1, 27-46.
- Caserini S., Livio S., Giugliano M., Grosso M., Rigamonti L. (2010) LCA of domestic and centralized biomass combustion: the case of Lombardy (Italy). *Biomass Bioenergy* 34, 474-482.
- Cherubini F., G. Peters, T. Berntsen, A. Stromman, and E. Herwich (2011) CO₂ emissions from biomass combustion for bioenergy: atmospheric decay and contribution to global warming. *Global Change Biol. Bioenergy*, 3, 413-426.
- Giuntoli J., Caserini S., Marelli L., Baxter D., Agostini A. (2015) Domestic heating from forest logging residues: environmental risks and benefits. *Journal of Cleaner Production*, 99, 206-216.
- ISPRA (2018) Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera 1990-2016 www.isprambiente.gov.it
- Kippel N. e Nussbaumer T. (2007) Health relevance of particles from wood combustion in comparison to diesel soot. www.verenum.ch/Publikationen/W1612Berlin2007.pdf
- Ozgen S., Caruso D., Corsini E., Fermo P., Lonati G., Marabini L., Vecchi R., Marinovich M. (2018) Effetti tossicologici del particolato ultrafine emesso da impianti residenziali a biomassa: note sul progetto TOBICUP. *Ingegneria dell'Ambiente*, 1, 55-60.
- Ozgen S., Caserini S. (2018) Methane emissions from small residential wood combustion appliances: experimental emission factors and warming potential. *Atmospheric Environment*, 189, 164-173.
- Pietrogrande M.C., Bacco D., Ferrari S., Kaipainen J., Ricciardelli I., Riekkola M.L., Trentini A, Visentin M. (2015) Characterization of atmospheric aerosols in the Po valley during the supersito campaigns – Part 3: Contribution of wood combustion to wintertime atmospheric aerosols in Emilia Romagna region (Northern Italy) *Atmospheric Environment*, 122, 291-305.
- Savolahti M., Karvosenoja N., Tissari J., Kupiainen K., Sipilä O., Jokiniemi J. (2016) Black carbon and fine particle emissions in Finnish residential wood combustion: emission projections, reduction measures and the impact of combustion practices. *Atmospheric Environment*, 140, 495-505.
- Ungaro P. (2014) L'indagine Istat sui consumi energetici delle famiglie: principali risultati, Roma 15 dicembre 2014 www.istat.it/it/files/2014/12/Ungaro.pdf

RINGRAZIAMENTI

Il presente testo è stato sviluppato con il contributo del progetto PREPAIR (“Po Regions Engaged on Policies of Air”, www.lifepreparepair.eu), finanziato nell'ambito del programma dell'Unione Europea LIFE 2014-2020.





INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

per il 2018 è sostenuta da:



www.ingegneriadellambiente.net

