

## ***Stima dell'impatto ambientale e sanitario della centrale termoelettrica alimentata a cippato di legno di Castagnole delle Lanze (AT)***

### **Premessa**

Nell'Unione europea l'uso di biomasse a scopi energetici è fortemente aumentato nelle ultime decadi e la stessa Unione Europea ha fissato importanti obiettivi a riguardo, in particolare, nel 2010, il 10 % dei consumi energetici dei paesi dell'Unione dovrebbe essere coperta dall'uso di biomasse.

Costi dei combustibili “rinnovabili” minori di quelli dei combustibili fossili e incentivi economici (certificati verdi, CIP 6) elargiti alla produzione di elettricità da fonti rinnovabili, sono alla base di una crescente richiesta di realizzare, anche nel nostro paese, centrali elettriche alimentate a biomasse.

A fronte di questa scelta, si osserva un crescente interesse della comunità scientifica (Khan et al., 2009) per gli impatti ambientali e sanitari derivante dagli effluenti gassosi prodotti dalla combustione delle biomasse e dai residui solidi (ceneri pesanti e ceneri leggere) (HanellMagnusson, 2005) che questi impianti inevitabilmente producono.

I principali problemi ambientali che questi studi segnalano sono:

1) Le elevate concentrazioni di polveri sottili ed ultrasottili prodotte dalla combustione di biomasse in impianti per uso domestico (Gustafson, 2009; Hubner et al., 2005; Johansson et al., 2003) ed industriale (Joller et al., 2007; Meyer et al., 2008)

2) La presenza non trascurabile, sulle polveri, di inquinanti organici quali idrocarburi policiclici aromatici (IPA) (Gustafson, 2009; Saez et al., 2003; Venkataraman et al., 2002) e diossine (Lavric et al., 2004; Lavric et al., 2005)

3) La presenza di IPA (Bundt et al., 2001; Enell et al., 2008) e diossine nelle ceneri (Lavric et al., 2004) e la conseguente problematicità di un uso agricolo di tali ceneri

Le relazioni tecniche che accompagnano il progetto di centrale a biomasse di Castagnole delle Lanze ignorano del tutto queste problematiche. Inoltre, nei bilanci ambientali, le note tecniche dell'azienda ignorano altri importanti cause di impatto locale:

- 1) Le emissioni del traffico pesante indotto per il trasporto delle biomasse e delle ceneri e i suoi effetti negativi sul traffico locale
- 2) Il rischio di incendio associati agli importanti stoccaggi di materiale infiammabile
- 3) L'inquinamento delle polveri fini e di ozono prodotti dalle reazioni foto-chimiche (FranklinSchwartz, 2008) a seguito dell'immissione nell'ambiente degli inquinanti primari prodotti dalla combustione (ossidi di azoto e composti organici volatili) delle biomasse e dal traffico indotto dall'entrata in funzione della centrale

-

#### I bilanci di gas serra

A nostro avviso, ogni progetto di centrale a biomasse, dovrebbe presentare una attenta analisi dei cicli di vita dell'impianto, con riferimento al bilancio dei gas serra, effettuato secondo consolidate procedure (Gasol et al., 2007; Gasol et al., 2009): emissioni di gas serra nelle fasi di coltivazione, raccolta e trasporto delle biomasse all'impianto; durante l'uso di combustibili fossili previsti nelle fasi di avvio delle caldaie; nel pretrattamento e trasporto delle ceneri alla loro destinazione finale; nella costruzione e nello smaltimento dell'impianto e durante la bonifica dell'area, alla fine dell'esercizio dell'impianto.

Nel bilancio dei gas serra correlato alla attività della centrale, dovrebbe essere anche conteggiato il carbonio presente nei residui delle attività agricole e non più interrato, secondo consolidate pratiche agronomiche (sovescio) atte a mantenere un adeguato e costante contenuto di humus (di carbonio) nel terreno agricolo. A favore della realizzazione dell'impianto, ovviamente, bisognerebbe conteggiare i gas serra risparmiati per evitato utilizzo di combustibili fossili per produrre elettricità, in base ai mix di fonti rinnovabili e non rinnovabili utilizzati in Italia per produrre energia elettrica.

Occorre comunque sottolineare che l'assenza di forme di teleriscaldamento e di utilizzo del calore residuo alla produzione di elettricità, in numerosi progetti di impianti a biomasse, compreso quello proposto a Castagnole delle Lanze, fanno presumere, per questo particolare uso delle biomasse, rendimenti energetici (elettricità + calore) molto bassi.

Il calcolo dell'energia utilizzata per la produzione, la raccolta e il trasporto delle biomasse all'impianto, dell'energia necessaria per trasportare le ceneri alla loro destinazione finale e per provvedere al loro eventuale smaltimento e per la dismissione dell'impianto e la bonifica dell'area

alla fine della sua vita utile, abbassa ulteriormente la stima dell'efficienza energetica di un impianto di produzione di elettricità alimentato a biomasse.

### Impatto ambientale

A fronte di un legittimo dubbio sul reale beneficio che l'entrata in esercizio dell'impianto a biomasse proposto per il comune di Castagnola delle Lanze comporterebbe sulle sorti climatiche del Pianeta, gli studi sugli impatti ambientali indotti dalla combustione di biomasse in impianti industriali per la produzione di elettricità inducono grande cautela.

A nostro avviso, non bisogna trascurare il fatto che le biomasse che saranno usate come combustibile, anche dopo depurazione dei fumi prodotti, provocheranno l'immissione nell'ambiente di quantità non trascurabili di numerosi macro e micro inquinanti (polveri sottili (Nussbaumervan Loo, 2002) ed ultra sottili, ossidi di azoto, idrocarburi policiclici aromatici (Gustafson, 2009), diossine (Lavric et al., 2004), in quantità proporzionale alla massa di biomasse trattate, con effetti potenzialmente pericolosi per la salute della popolazione esposta.

E nel bilancio ambientale, occorre sommare anche le emissioni prodotte dal traffico pesante (Beelen, 2008) indotto dall'entrata in funzione dell'impianto e parte integrante della attività dell'impianto stesso, ovvero tutti gli automezzi necessari per i conferimenti di biomasse e per il ritiro e lo smaltimento delle ceneri.

Delle emissioni di polveri fini ed ultrafini (Borrego et al., 2006; FranklinSchwartz, 2008), di ossidi di azoto, di policiclici aromatici di diverse decine di mezzi pesanti al giorno, lungo tutto il percorso che giornalmente dovranno coprire, non si trova traccia nei documenti autorizzativi dell'impianto oggetto di queste nostre valutazioni.

E nulla si dice sul ruolo di queste emissioni prodotte dal traffico e di quelle della centrale, nella sicura formazione di ozono e di polveri fini ed ultrafini di origine secondaria (FranklinSchwartz, 2008), ovvero inquinanti pericolosi che si formano in atmosfera, a distanza dalla fonte, per reazioni chimiche e fotochimiche degli inquinanti primari (ossidi di azoto, idrocarburi).

In questo caso, riteniamo sia doveroso dare il giusto peso alla salute umana, rispetto alla salute dell'atmosfera del Pianeta e, secondo il nostro parere, non si può privilegiare (economicamente) un discutibile contenimento delle emissioni di gas serra, e un sicuro guadagno dell'impresa, se questa scelta aumenta i rischi sanitari della popolazione esposta aumentando la loro esposizione a composti tossici, a cancerogeni, a composti in grado di alterare il funzionamento della attività endocrina.

### Polveri sottili e ultrasottili

Numerosi studi epidemiologici (Dockery, 2009; Krewski, 2009) confermano che l'inhalazione di polveri sottili (PM 2.5) aumenta il rischio di numerose patologie (malattie cardio polmonari, tumori polmonari) e comporta una diminuzione dell'aspettativa di vita (Pope et al., 2009).

Studi più recenti (Hirano, 2008; HiroseHirano, 2008; Tetley, 2007) suggeriscono come l'esposizione a particelle con diametri inferiori a 2.5 micron ( polveri ultrafini e nanoparticelle) siano in grado di indurre fenomeni infiammatori che, a loro volta, possono favorire lo sviluppo di gravi malattie.

E' ampiamente documentato come la combustione di biomasse produca elevate quantità di particelle fini, ultrafini (Nussbaumervan Loo, 2002; Pagels et al., 2003) e nanoparticelle (Politecnico\_di\_Milano, 2009) e questa problematica è oggetto di approfonditi studi per definire le caratteristiche delle particelle emesse e sui sistemi migliori per la loro riduzione.

Per dare valori di riferimento a questa specifica problematica riportiamo nella Tabella 1 i risultati di un recente studio del Politecnico di Milano che ha misurato la quantità di nanoparticelle (con diametro compreso tra 0,007 e 0,1 micron) presenti nelle emissioni di una caldaia per il riscaldamento domestico alimentata a pellet e di due altre caldaie, di simile potenza, alimentate a metano e gasolio.

Tabella 1: numero di nanoparticelle presenti nei fumi di caldaie per il riscaldamento domestico alimentate con diversi combustibili

	Numero di nanoparticelle per centimetro cubo di fumi
Caldaia a pellet	24.000.000 -52.000.000
Caldaia a gasolio	8.600.000 - 67.000.000
Caldaia a gas naturale	< 4.500

Il modello diffusionale applicato alle emissioni della centrale di Castagnole Lanze ha stimato la concentrazione al suolo delle polveri sottili, ovvero quelle con diametro uguale o inferiore a 10 micron.

In corrispondenza dei ricettori sensibili, nuclei abitati delle frazioni il modello stima una concentrazione media annuale di PM10 compresa tra 0,1 e 0,01 microgrammi per metro cubo.

Come già esposto, questi valori sottostimano il reale impatto indotto dalla centrale, in quanto in questo modello non sono conteggiate sia le emissioni di polveri sottili prodotte dal traffico veicolare indotto, come pure le polveri sottili secondarie, quelle che si formano in atmosfera a partire dagli inquinanti primari emessi dal camino della centrale e dai mezzi pesanti e

che nel periodo estivo, in base a studi effettuati dal CNR nella pianura padana , potrebbero contribuire ad un aumento delle polveri sottili stimato pari al 75%.

Inoltre, come la Tabella 1 mostra, le polveri emesse da un impianto a biomasse sono prevalentemente di diametro nettamente inferiore ai 10 micron e pertanto, in base alle attuali conoscenze tossicologiche, a parità di quantità di particelle inalate con l'aria contaminata, le polveri da biomasse potrebbero essere potenzialmente più pericolose di quelle prodotte da altre fonti.

### Diossine e IPA emessi dalla centrale

Numerosi studi su centrali termoelettriche alimentate a biomasse confermano che anche questo combustibile “naturale”, nel corso della sua combustione, produce microinquinanti organici quali diossine e IPA che , anche dopo gli impianti di trattamento fumi, si trovano nelle emissioni gassose immesse in atmosfera e nei residui solidi, ovvero le ceneri pesanti e quelle leggere trattenute dai sistemi di filtrazione e depurazione fumi.

Un recente studio (Fiani et al., 2008) ha misurato diossine furani ( PCDD/F) e gli IPA emesse da otto caldaie alimentate a biomasse, operative in Francia , di cui alcune con potenze termiche fino a 6 MW.

La concentrazione media di PCDD/F nei fumi in sette degli impianti testati è risultata essere pari a 0,04 nanogrammi /m<sup>3</sup> I-TEQ , pertanto tutti questi impianti rispettavano il limite di 0,1 ng/m<sup>3</sup> I-TEQ, previsto nei paesi della UE per le emissioni di diossine.

Tuttavia uno degli impianti controllati presentava valori di emissioni di PCDD/F notevolmente superiori ai limiti di legge: 2,88 nanogrammi/m<sup>3</sup> I-TEQ.

Nei sette impianti “normali” la quantità dei 16 IPA considerati inquinanti prioritari dall'EPA erano in media 1,535 microgrammi per metro cubo. Tuttavia, lo stesso impianto anomalo per le diossine mostrava una concentrazione anomala di IPA: 90.969 microgrammi per metro cubo di fumi, a conferma dell'importanza di una corretta gestione degli impianti termici e di adeguati controlli anche sui micro-inquinanti.

Questo stesso studio trovava nei fumi la presenza di metalli pesanti quali mercurio, cadmio e tallio a concentrazioni comprese tra 1 e 18 microgrammi per metro cubo e piombo ( 5 - 82 microgrammi per metro cubo).

Infine, quantità misurabili di PCDD/F erano riscontrate nel ceneri: in quelle degli impianti “normali” con emissioni comprese tra 1,79 e 117 picogrammi I-TEQ /grammo cenere. Ovviamente

quantità di PCDD/F notevolmente più elevate ( 6.924 picogrammi /grammo I-TEQ) sono state trovate nelle ceneri dell'impianto anomalo.

### Le ceneri

La gestione delle ceneri da biomasse non è un fatto banale. Questo argomento risulta trattato da diversi autori con riferimento al recupero, utilizzo e smaltimento delle ceneri che gli impianti a biomassa inevitabilmente producono (Demirbas, 2005; Johansson et al., 2003; Kakareka et al., 2005), pari allo 0,5-0,7 % in peso, rispetto alla quantità di materiale trattato, se viene bruciato legname essiccato, ma con percentuali più elevate, se sono usate biomasse come la paglia che lascia un residuo pari al 15,5% del peso della paglia bruciata, un valore nettamente superiore alle ceneri prodotte dal carbone (7%) .

Altro problema critico è il livello di tossicità delle ceneri ed in particolare delle ceneri volanti raccolte dagli impianti di depurazione dei fumi. Anche questo specifico argomento non ci sembra adeguatamente approfondito nelle relazioni fornite. Ricordiamo che il contenuto di cadmio, cromo, rame, piombo e mercurio delle ceneri volanti derivanti dalla combustione di legname (querchia, faggio, abete) è superiore a quella riscontrabile nelle ceneri volanti prodotte dalla combustione di carbone (Demirbas, 2005).

Questo risultato segnala la necessità di non sottovalutare la possibilità che questi metalli tossici siano presenti nelle polveri leggere raccolte dai sistemi di filtrazione dell'aria. Questa evenienza, se verificata (e certamente da non escludere a priori) deve far scattare adeguate contromisure a tutela della salute dei lavoratori che dovranno provvedere allo smaltimento di queste polveri. E la possibile presenza di cadmio e mercurio nelle biomasse termovalorizzate, comporta anche la necessità di prevedere la loro presenza nelle emissioni gassose prodotte dalla loro combustione.

Se la presenza di cadmio e mercurio nei fumi della centrale a biomasse di Castagnole Lanze richiederà una eventuale verifica sperimentale, è certa, come già illustrato, la presenza negli stessi fumi di idrocarburi policiclici aromatici, diossine e furani.

E a riguardo, spesso, sia la società proponente che gli Enti pubblici di controllo, ignorano specifiche e subdole caratteristiche eco-tossiche di queste classi di composti: persistenza, bioaccumulo lungo la catena alimentare, effetti genotossici e, con riferimento a policiclici aromatici, diossine e furani, effetti di interferenza sul sistema endocrino.

Queste caratteristiche, in sintesi, fanno sì che la pericolosità di questi composti non è dovuta alla loro concentrazione nell'aria inalata, ma alla concentrazione, destinata ad aumentare nel tempo, nelle diverse matrici ambientali presenti nella zona di deposizione e lungo la catena

alimentare, fino al consumatore finale che, nel caso della specie umana, è la sua prole, nella fase di allattamento al seno.

Il caso frequente della presenza di un'

intensa attività agricola nel comprensorio potenzialmente interessato alle ricadute dei fumi della centrale, sottolinea la necessità di non sottovalutare questo problema.

Purtroppo, le normative europee e nazionali non hanno ancora recepito le conoscenze della comunità scientifica internazionale che suggeriscono l'opportunità che le emissioni di composti organici persistenti e bioaccumulabili e metalli con analoghe caratteristiche tossicologiche, siano normati in base alla quantità complessiva di questi composti (da qualunque fonte emessa) che, annualmente, si deposita al suolo (Lieshout et al., 2001). In questo caso, il valore fissato alle immissioni giornaliere dovrebbero essere tali da garantire che l'utilizzatore finale degli alimenti prodotti a partire da quel terreno contaminato, assuma una quantità di diossine inferiore alla dose che, oggi, le organizzazioni internazionali per la tutela della salute pubblica (OMS) giudicano tollerabile.

Analoga considerazione si può fare per gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), composti riconosciuti come cancerogeni e distruttori del sistema endocrino.

Stima dosi giornaliere di PCDD/F I-TEQ da incenerimento biomasse.

L'impianto a biomasse previsto a Castagnole delle Lanze avrà una portata media di fumi pari a 67.000 Nm<sup>3</sup>/h.

Ipotizziamo che la quantità di PCDD/F emessa attraverso i fumi da questo impianto sia pari al valore medio degli impianti a biomassa francesi, descritti nel paragrafo precedente: 0,044 ng/ m<sup>3</sup>.

Questo valore è nettamente inferiore ai limiti di legge per le emissioni di PCDD/F da parte di inceneritori di rifiuti urbani, pari a 0,100 ng/m<sup>3</sup>.

Pertanto l'emissione giornaliera di PCDD/F, nel pieno rispetto dei limiti di legge, sarà di 70.752 ng I-TEQ, equivalenti a 70,7 milioni di picogrammi di PCDD/F I-TEQ.

Il passaggio a picogrammi è necessario per confrontare questa quantità di PCDD/F con la dose tollerabile giornaliera suggerita dall' Organizzazione Mondiale della Sanità, pari a 2 picogrammi PCDD/F I-TEQ al giorno, per chilo di peso.

Questo significa che, in base al parere della massima autorità sanitaria, per un soggetto adulto di 70 chili di peso la quantità di PCDD/F assunta giornalmente attraverso la dieta e l'aria inalata non dovrebbe superare i 140 picogrammi I-TEQ.

In base alle ipotesi formulate in precedenza, la quantità di diossine e furani emessa giornalmente dalla centrale a biomasse proposta per Castagnole Lanze è pari alla dose massima giornaliera di 505.000 soggetti adulti.

Ovviamente tutti i PCDD/F emessi dall'impianto non finiscono subito e direttamente nei piatti di chi abita nei dintorni dell'impianto, ma certamente peggiorano progressivamente la qualità del suolo e degli alimenti che questo suolo produce.

Il confronto da noi proposto tra immissione giornaliera di diossine e dosi tollerabili giornaliere fornisce una misura del potenziale pericolo di un costante rilascio di PCDD/F da parte di un impianto che difficilmente può essere considerato strategico ed inevitabile.

Infatti è noto che diossine e furani, a causa della loro elevata stabilità chimica, della possibilità di concentrarsi lungo la catena alimentare e a causa della loro intrinseca elevata tossicità, sono potenzialmente molto pericolosi e l'obiettivo che la UE si è data da oltre un decennio è quello di ridurre drasticamente tutte le fonti di emissioni di questi inquinanti di prevalente origine antropica.

Obiettivi importanti di riduzione delle emissioni di diossine si sono ottenuti (Quasz et al., 2004) incentivando il riciclo e il compostaggio dei rifiuti e destinando all'incenerimento solo quote residuali dei rifiuti indifferenziati e obbligando quest'ultimi a dotarsi di complessi impianti di trattamento fumi. E questo risultato si è rapidamente trasferito in una significativa riduzione di PCDD/F nei nostri alimenti (Schmid et al., 2003) e nel latte materno (Abballe et al., 2008; Schechter et al., 1992).

Il proliferare di nuovi impianti termici a biomasse rischia di annullare gli obiettivi raggiunti anche nel nostro Paese, in quanto se l'incenerimento di un chilo di rifiuti urbani in un impianto ben gestito provoca l'emissione di 46,4 ng I-TEQ di diossine, un chilo di biomassa combusta da un impianto altrettanto efficiente, emette 6,9 ng I-TEQ di diossine (Chagger et al., 1998), una quantità inferiore, ma certamente non trascurabile.

## Conclusioni

Nostra conclusione pertanto è che l'inquinamento ambientale indotto dai tanti impianti a biomasse che si propongono in Italia, pur nel pieno rispetto delle norme vigenti, peggiora l'attuale



qualità dell'aria dei territori che dovrebbero ospitarle, con le emissioni da camino e con quelle del traffico veicolare indotto (ossidi di azoto, polveri fini (PM<sub>10</sub>) ed ultra fini (PM<sub>2,5</sub>) e peggiora anche la qualità del suolo e dei prodotti agricoli di questi stessi suoli, con le ricadute di composti organici persistenti (diossine, furani, idrocarburi policiclici) e probabilmente di metalli pesanti.

I rischi sanitari indotti da questa contaminazione, per quanto piccoli possano essere stimati, non sono giustificati dai benefici collettivi indotti dalla realizzazione dell'impianto, il cui principale scopo è quello di massimizzare gli utili dei proponenti, in base agli attuali incentivi alla produzione di elettricità da biomasse.

Dr. Federico Valerio  
Responsabile Servizio Chimica Ambientale  
IST

## References

- Abballe A., Ballard T.J., Dellatte E., Domenico A.d., Ferri F., Fulgenzi A.R., Grisanti G., Iacovella N., Ingelido A.M., Malisch R. (2008). Persistent environmental contaminants in human milk: Concentrations and time trends in Italy. *Chemosphere*. 73, S220-S227
- Beelen R.M.J., 2008, Effects of long-term exposure to traffic-related air pollution on mortality and lung cancer.
- Borrego C., Tchepel O., Costa A.M., Martins H., Ferreira J., Miranda A.I. (2006). Traffic-related particulate air pollution exposure in urban areas. *Atmospheric Environment*. 40, 7205-7214
- Bundt M., Krauss M., Blaser P., Wilcke W. (2001). Forest fertilization with wood ash: effect on the distribution and storage of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polychlorinated biphenyls (PCBs). *Journal of environmental quality*. 30, 1296-1304
- Chagger H.K., Kendall A., McDonald A., Pourkashanian M., Williams A. (1998). Formation of dioxins and other semi-volatile organic compounds in biomass combustion. *Applied Energy*. 60, 101-114
- Demirbas A. (2005). Potential applications of renewable energy sources, biomass combustion problems in boiler power systems and combustion related environmental issues. *Progress in Energy and Combustion Science*. 31, 171-192
- Dockery D.W. (2009). Health Effects of Particulate Air Pollution. *Annals of Epidemiology*. 19, 257-263
- Enell A., Fuhrman F., Lundin L., Warfvinge P., Thelin G. (2008). Polycyclic aromatic hydrocarbons in ash: Determination of total and leachable concentrations. *Environmental Pollution*. 152, 285-292
- Fiani E., Le Lour P., Auduberteau J., Bordebeure S., Autret E. (2008). An assessment of POP releases from biomass combustion in french utility boilers. *Organohalogen Compounds*. 70, 70-73
- Franklin M., Schwartz J. (2008). The Impact of Secondary Particles on the Association between Ambient Ozone and Mortality. *Environmental Health Perspectives*. 116, 453-458
- Gasol C.M., Gabarrell X., Anton A., Rigola M., Carrasco J., Ciria P., Solano M.L., Rieradevall J. (2007). Life cycle assessment of a Brassica carinata bioenergy cropping system in southern Europe. *Biomass and Bioenergy*. 31, 543-555
- Gasol C.M., Martínez S., Rigola M., Rieradevall J., Anton A., Carrasco J., Ciria P., Gabarrell X. (2009). Feasibility assessment of poplar bioenergy systems in the Southern Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 13, 801-812
- Gustafson P., 2009, Exposure to some carcinogenic compounds in air, with special reference to wood smoke.
- Hanell B., Magnusson T. (2005). An evaluation of land suitability for forest fertilization with biofuel ash on organic soils in Sweden. *Forest Ecology and Management*. 209, 43-55
- Hirano S. (2008). [Health effects of nanoparticles and nanomaterials (I) recent overview of health effects of nanoparticles]. *Nippon eiseigaku zasshi. Japanese journal of hygiene*. 63, 36-41
- Hirose A., Hirano S. (2008). Health Effects of Nanoparticles and Nanomaterials (III). *Nippon eiseigaku zasshi. Japanese journal of hygiene*. 63, 739-745
- Hubner C., Boos R., Prey T. (2005). In-field measurements of PCDD/F emissions from domestic heating appliances for solid fuels. *Chemosphere*. 58, 367-372
- Johansson L.S., Tullin C., Leckner B., Sjoval P. (2003). Particle emissions from biomass combustion in small combustors. *Biomass and Bioenergy*. 25, 435-446
- Joller M., Brunner T., Obernberger I. (2007). Modeling of aerosol formation during biomass combustion for various furnace and boiler types. *Fuel Processing Technology*. 88, 1136-1147

- Kakareka S.V., Kukharchyk T.I., Khomich V.S. (2005). Study of PAH emission from the solid fuels combustion in residential furnaces. *Environ Pollut.* 133, 383-387
- Khan A.A., de Jong W., Jansens P.J., Spliethoff H. (2009). Biomass combustion in fluidized bed boilers: Potential problems and remedies. *Fuel Processing Technology.* 90, 21-50
- Krewski D. (2009). Evaluating the effects of ambient air pollution on life expectancy. *The New England journal of medicine.* 360, 413-415
- Lavric E.D., Konnov A.A., Ruyck J.D. (2004). Dioxin levels in wood combustion-a review. *Biomass and Bioenergy.* 26, 115-145
- Lavric E.D., Konnov A.A., Ruyck J.D. (2005). Modeling the formation of precursors of dioxins during combustion of woody fuel volatiles. *Fuel.* 84, 323-334
- Lieshout L.V., Desmedt M., Roekens E., Fré R.D., Cleuvenbergen R.V., Wevers M. (2001). Deposition of dioxins in Flanders (Belgium) and a proposition for guide values. *Atmospheric Environment.* 35, 83-90
- Meyer C.P.M., Luhar A.K., Mitchell R.M. (2008). Biomass burning emissions over northern Australia constrained by aerosol measurements: I--Modelling the distribution of hourly emissions. *Atmospheric Environment.* 42, 1629-1646
- Nussbaumer T., van Loo S., 2002, Aerosol from biomass combustion. Overview on activities in IEA bioenergy task 32: 12th European Conference & Technology exhibition on biomass for energy, industry and climate protection in Amsterdam., p. 917-921.
- Pagels J., Strand M., Rissler J., Szpila A., Gudmundsson A., Bohgard M., Lillieblad L., Sanati M., Swietlicki E. (2003). Characteristics of aerosol particles formed during grate combustion of moist forest residue. *Journal of Aerosol Science.* 34, 1043-1059
- Politecnico\_di\_Milano (2009) Emissioni di Polveri fini e ultrafini da impianti di combustione. Access: 2009.
- Pope C.A., Ezzati M., Dockery D.W. (2009). Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. *The New England journal of medicine.* 360, 376-386
- Quasz U., Fermann M., Broker G. (2004). The European Dioxin Air Emission Inventory Project--Final Results. *Chemosphere.* 54, 1319-1327
- Saez F., Cabanas A., Gonzalez A., Murillo J.M., Martinez J.M., Rodriguez J.J., Dorronsoro J.L. (2003). Cascade Impactor Sampling to measure Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Biomass Combustion Processes. *Biosystems Engineering.* 86, 103-111
- Schechter A., di Domenico A., Turrio-Baldassarri L., Ryan J.J. (1992). Dioxin and dibenzofuran levels in the milk of women from four geographical regions in Italy as compared to levels in other countries. *Organohalogen Compounds.* 9, 227-230
- Schmid P., Gujer E., Zennegg M., Studer C. (2003). Temporal and local trends of PCDD/F levels in cow's milk in Switzerland. *Chemosphere.* 53, 129-136
- Tetley T.D. (2007). Health effects of nanomaterials. *Biochemical Society transactions.* 35, 527-531
- Venkataraman C., Negi G., Brata Sardar S., Rastogi R. (2002). Size distributions of polycyclic aromatic hydrocarbons in aerosol emissions from biofuel combustion. *Journal of Aerosol Science.* 33, 503-518