

# Analisi comparativa di combustibili per uso civile

## Contenuti e risultati dell'indagine bibliografica

**N**umerosi studi, negli ultimi anni, hanno affrontato le problematiche delle emissioni in atmosfera: lo studio di seguito riportato si colloca tra questi e si propone di valutare il contributo del settore civile all'alterazione della composizione dell'aria, esaminando il comportamento dei principali combustibili per uso civile, relativamente non solo alle emissioni, ma anche ai costi e alla sicurezza. La sperimentazione ha avuto inizio nel maggio 2002, con l'istituzione presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio di un Comitato Tecnico - Scientifico, che ha operato una costante supervisione sulle attività e ha avallato una metodologia di studio, indirizzando e approvando il lavoro di due importanti istituti di ricerca. Il Comitato è risultato composto da soggetti appartenenti ad enti ed istituzioni diverse, ciascuno dei quali ha portato un contributo significativo alla sperimentazione: il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio, con funzione di coordinamento, le Regioni Lombardia e Piemonte, l'Enea, il CTI (Comitato Termotecnico Italiano) e tre associazioni, Assocostieri, Unione Petrolifera Italiana e Assopetroli. Infine, ne hanno fatto parte in qualità di soggetti operativi la Stazione Sperimentale per i Combustibili di San Donato Milanese (SSC) e il Consorzio IPASS (Ingegneria per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile), partecipato dal CIRIAF (Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento da Agenti Fisici) - Università di Perugia.

### Obiettivi e contenuti dello studio

Obiettivo primario dello studio è stato fornire indicazioni e dati scientifici affidabili sul comportamento dei principali combustibili per uso civile, in relazione alle emissioni inquinanti, ai costi, ai rischi associati al loro impiego; ci si è proposti inoltre di aggiornare e integrare i dati dei fattori di emissione disponibili nella Letteratura specializzata, grazie all'effettuazione di prove in laboratorio e in campo. A tale proposito la Regione Lombardia aveva già avviato un'indagine sperimentale in questo settore, i cui risultati costituiscono parte integrante dello studio [1]. La sperimentazione, articolata in diverse fasi, ha avuto i seguenti contenuti:

- determinazione dell'influenza di diversi combustibili e di diversi sistemi di combustione sulle emissioni in atmosfera, mediante valutazione delle emissioni inquinanti prodotte dagli impianti tipicamente impiegati nel settore del riscaldamento domestico, in diverse condizioni di regolazione, sia in laboratorio sia in campo;
- stima del contributo del riscaldamento domestico all'inquinamento atmosferico, valutato sia globalmente sia per tipo di combustibile, sulla base di dati reperiti in Letteratura;
- analisi di altri parametri sensibili quali sicurezza, trasporto, stoccaggio, facilità di impiego, i costi connessi con l'impiego dei combustibili oggetto della sperimentazione; esistono infatti impatti locali, quando il combustibile viene impiegato in caldaia, ma sono presenti anche impatti globali durante la fase di estrazione e trasporto e distribuzione del combustibile, valutati mediante analisi del ciclo di vita.

Prof. Franco Cotana, prof. Cinzia Buratti, ing. Elisa Moretti, Università degli Studi di Perugia.

### Attività e fasi

Le attività sono state svolte da istituti qualificati, quali SSC e il consorzio IPASS; le fasi in cui si è articolato lo studio sono sostanzialmente due:

- *prima fase, indagine bibliografica*: interamente svolta da IPASS, è consistita nell'acquisizione di dati per una valutazione comparativa delle problematiche connesse con l'impiego dei combustibili, sia in termini di impatto ambientale che di sicurezza;
- *seconda fase, misure in laboratorio e in campo e calcolo dei fattori di emissione*: svolta da entrambi i soggetti operativi (SSC e IPASS), ha riguardato l'effettuazione di misure in laboratorio e in campo per determinare i livelli di emissione generati dai processi di combustione in funzione dei diversi combustibili impiegati.

Le attività si sono concluse nel dicembre del 2005 con la stesura definitiva della relazione conclusiva, in cui sono riportati in sintesi i risultati emersi dallo studio. Il presente lavoro illustra i contenuti della fase di indagine bibliografica, descrivendo prima la metodologia, poi i risultati.

### Combustibili esaminati

I combustibili esaminati sono sette: il gas naturale, che come noto rappresenta il combustibile maggiormente impiegato nel settore civile, il gasolio, l'olio combustibile, il biodiesel, l'emulsione di gasolio con acqua, l'emulsione di olio combustibile BTZ con acqua e la miscela olio combustibile BTZ-biodiesel. Gli ultimi quattro sono combustibili di nicchia, poco diffusi ma comunque interessanti per le prospettive che aprono in futuro.

### Indagine bibliografica: metodologia

È stata effettuata una raccolta e un'analisi critica dei dati disponibili in Letteratura relativi a:

- tipologia e consumi dei combustibili per uso civile;
- distribuzione delle diverse tipologie di impianti di riscaldamento in Italia;
- dati nazionali ed internazionali degli inventari delle emissioni ripartiti per settori di attività e per tipologia dei combustibili, focalizzando l'attenzione sui fattori di emissione;
- prove e sperimentazioni condotte su impianti termici per uso domestico, relativamente all'ottimizzazione delle condizioni di combustione e alla loro influenza sulle emissioni;
- analisi del ciclo di vita di ogni combustibile oggetto della sperimentazione, al fine di disaggregare il sistema combustibile - impianto - energia nelle diverse fasi ed evidenziare i punti a maggiore incidenza in termini di emissioni sull'ambiente. Ogni fase del ciclo di vita del combustibile è stata valutata in modo quantitativo sotto diversi punti di vista: emissioni in atmosfera, costi, rischio e sicurezza;
- individuazione ed esame di contesti di riferimento dove collocare le tipologie di sistemi combustibile - impianto esaminati.



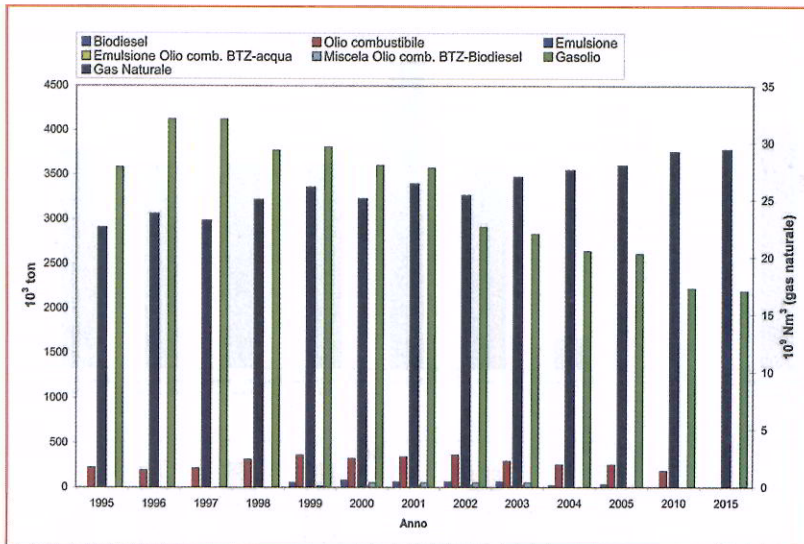


FIGURA 1 - Andamento dei consumi dei combustibili esaminati nel periodo 1995 - 2003 e previsioni al 2015 [2,3]

## Risultati

### Combustibili ed impianti

L'indagine ha riguardato la diffusione dei diversi combustibili e delle diverse tipologie di impianto sul territorio nazionale; in particolare, per quanto riguarda i combustibili si è cercato di valutare il loro consumo e la loro diffusione a livello nazionale. Per i consumi si è rilevato un andamento generale che indica una diminuzione dell'impiego dei combustibili liquidi e un incremento di quelli gassosi. Tra questi si può rilevare una predominanza del gas naturale, che va crescendo negli ultimi anni, e la riduzione dei consumi di gasolio. La Figura 1 evidenzia la forte predominanza di questi due combustibili rispetto ad altri combustibili liquidi, che occupano un ruolo marginale, soprattutto quelli di più recente introduzione, come le emulsioni o il biodiesel, che presentano una quota di mercato molto ridotta. La proiezione fino al 2015 conferma ancora una predominanza dei combustibili tradizionali [2, 3]. Relativamente a combustibili impiegati per coprire il fabbisogno energetico nel settore civile (2001), si vede in Figura 2 come il gas naturale si attesti

ad oltre il 70% del totale, segue il gasolio con il 14%, l'olio combustibile è pari a circa l'1% e il biodiesel è lo 0,2% [2]. Successivamente si è effettuata una ricerca sulla diffusione degli impianti sul territorio nazionale, al fine di definire e scegliere le classi d'impianto all'interno delle quali effettuare le prove, in modo che fossero rappresentative della reale situazione esistente. Si sono a tal fine elaborati i dati relativi al 14° Censimento Generale del 2001 [4]. Un altro importante database sul quale potersi basare è quello relativo alle verifiche condotte ai sensi del decreto 412 del '93 dalle Province, per il quale però si sono riscontrate numerose difficoltà nel reperire i dati. Relativamente alla diffusione degli impianti, in fig. 3 è mostrata la ripartizione geografica delle diverse tipologie; la tipologia più diffusa è l'impianto autonomo, con oltre il 58% delle abitazioni occupate; il 20% è servito da un impianto centralizzato, mentre un'importante percentuale (oltre il 24%) è dotata di apparecchi singoli fissi, che riscaldano la maggior parte dell'abitazione o

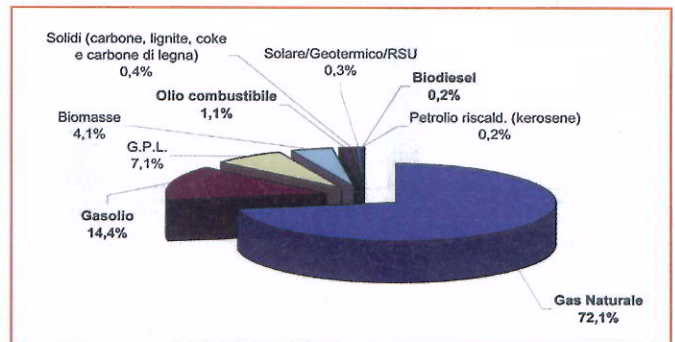


FIGURA 2 - Percentuali dei combustibili impiegati per coprire il fabbisogno energetico nel settore civile in Italia (2001) [2]

tutta l'abitazione. Il resto, quasi un 6%, è privo di impianti. Relativamente alla distribuzione geografica, si osserva che le abitazioni prive di riscaldamento, principalmente per ragioni climatiche, sono collocate al Sud, che presenta la percentuale più alta, con punte in Sicilia del 35%; l'impianto fisso autonomo è prevalente nel Centro Italia, con una percentuale media del 61% e punte di oltre l'85% nelle Marche, quasi l'80% in Umbria e nell'Abruzzo.

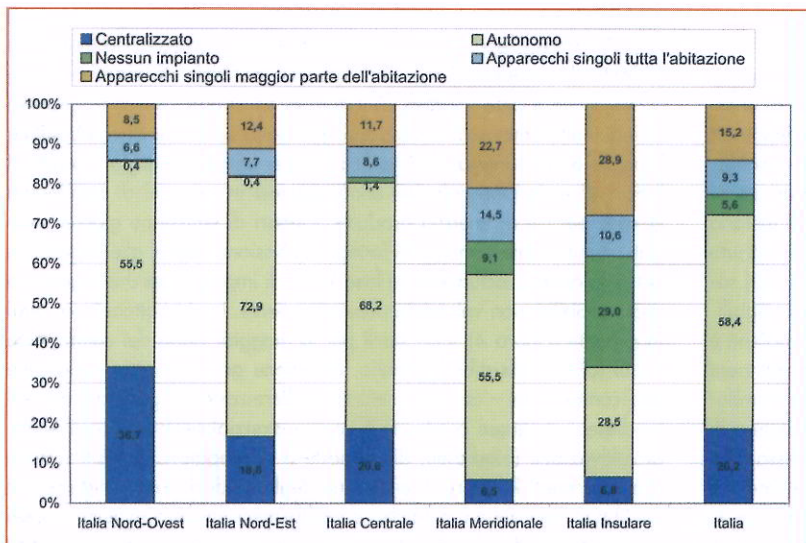
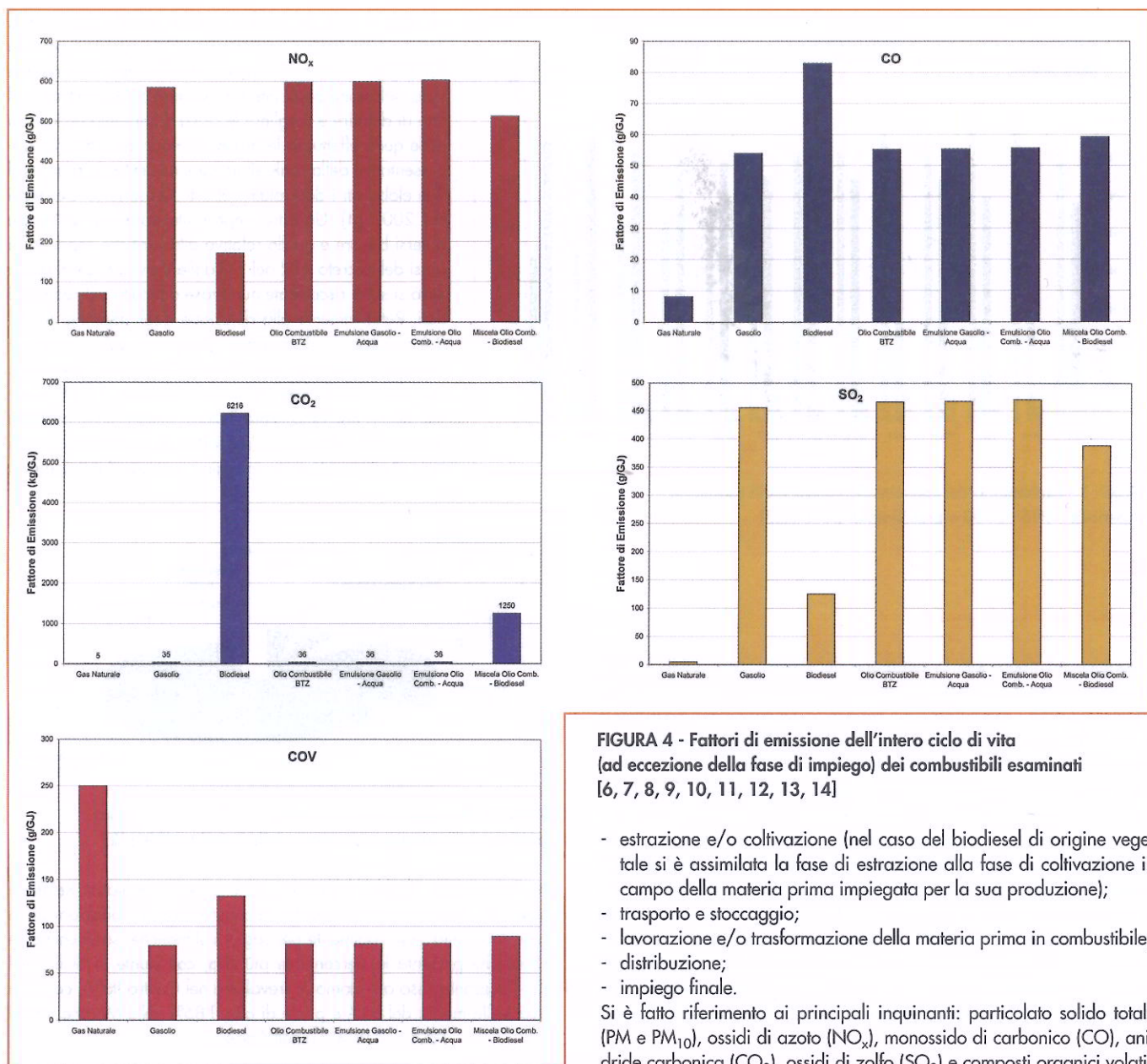


FIGURA 3 - Ripartizione geografica delle tipologie di impianto in Italia (2001) [4]

## Emissioni

Nel seguito sono illustrati i dati reperiti in letteratura relativamente al contributo delle emissioni prodotte dagli impianti termici per uso civile in Italia, anche suddivise per i diversi combustibili; le informazioni disponibili sono però piuttosto datate e non rispondono più né alle caratteristiche merceologiche dei combustibili attualmente impiegati né alle relative tecnologie di conversione energetica. Sulla base dei dati reperiti sono stati anche calcolati i fattori di emissione relativi alle diverse fasi del ciclo di vita dei combustibili oggetto della sperimentazione. Le emissioni in atmosfera sono state valutate considerando il contributo del settore civile all'inquinamento atmosferico; i dati reperiti sono relativi al progetto CORINAIR [5] che esamina il contributo delle emissioni prodotte dagli impianti termici divise per tipologia di inquinanti, nel periodo tra il '90 e il '99. I dati relativi alla CO<sub>2</sub> mostrano come il riscaldamento residenziale con-





**FIGURA 4 - Fattori di emissione dell'intero ciclo di vita (ad eccezione della fase di impiego) dei combustibili esaminati [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]**

- estrazione e/o coltivazione (nel caso del biodiesel di origine vegetale si è assimilata la fase di estrazione alla fase di coltivazione in campo della materia prima impiegata per la sua produzione);
- trasporto e stoccaggio;
- lavorazione e/o trasformazione della materia prima in combustibile;
- distribuzione;
- impiego finale.

Si è fatto riferimento ai principali inquinanti: particolato solido totale (PM e PM<sub>10</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), ossidi di zolfo (SO<sub>2</sub>) e composti organici volatili (COV), disaggregati laddove possibile in composti non metanici (COVNM) e metano (CH<sub>4</sub>). Per ogni fase del ciclo di vita e per ogni combustibile è stato valutato un fattore di emissione, ovvero la quantità di inquinante immessa in atmosfera per unità di massa di combustibile bruciato o, in maniera più significativa, per unità di energia prodotta. I fattori di emissione calcolati sono espressi in grammi di inquinante emesso per GJ di energia prodotta. I fattori di emissione globali sono stati ottenuti come somma dei fattori di emissione relativi alle singole fasi del ciclo di vita, escludendo la fase finale di impiego, perché soggetta a una variabilità non valutabile preventivamente. I valori ottenuti per ogni inquinante (Figura 4) sono simili per la maggior parte dei combustibili fossili (olio combustibile, gasolio, emulsione gasolio-acqua, emulsione olio combustibile - acqua), mentre si differenziano il gas naturale e il biodiesel: per questi combustibili sono sostanzialmente differenti le fasi di coltivazione (biodiesel), di trasporto e stoccaggio e di distribuzione (gas naturale). Il fattore di emissione degli ossidi di azoto (Figura 4.a) per il gas naturale e il biodiesel è sensibilmente minore rispetto a quelli degli altri combustibili, quello del monossido di carbonio (Figura 4.b) presenta valori più elevati per il biodiesel (soprattutto nella fase di colti-

tribuisca all'incirca per il 16% alle emissioni globali di tale inquinante; la maggior parte delle emissioni è legata alla trasformazione di energia a livello industriale, per oltre il 30%, mentre circa il 21% è legato al trasporto stradale. Per quanto riguarda la SO<sub>2</sub>, il settore del riscaldamento residenziale copre appena il 2% del totale, mentre le emissioni di monossido di carbonio rappresentano circa il 3%, quelle di metano appena lo 0,4%. Successivamente si è tentato di valutare il contributo dei diversi combustibili alle emissioni in ambito civile; i dati reperiti sono riferiti all'anno 1990 [ANPA], quindi non hanno un grosso significato perché nel frattempo il parco tecnologico combustibili - impianti è totalmente cambiato, essendo notevolmente migliorato verso soluzioni a minore impatto ambientale; non compaiono inoltre alcuni dei combustibili esaminati. La valutazione del ciclo di vita di un combustibile o di un qualunque altro oggetto è un'operazione piuttosto complessa, che richiede una serie di ipotesi iniziali; nel valutare le emissioni relative al ciclo di vita dei combustibili esaminati si è cercato di suddividere lo stesso in alcune fasi principali, per ognuna delle quali si sono stimate le emissioni in atmosfera. Le fasi individuate sono:



vazione), mentre per gli altri combustibili si hanno valori intermedi; il gas naturale presenta un valore un po' più basso. Per quanto riguarda la CO<sub>2</sub> (Figura 4.c) i valori sono più o meno dello stesso ordine di grandezza per i combustibili tradizionali; un valore un po' più alto è presente per il biodiesel, imputabile alla fase di coltivazione. Occorre tener presente però che i combustibili come il biodiesel, quindi le biomasse, derivanti da materia prima di origine vegetale, assorbono nella loro fase di accrescimento anidride carbonica, quindi operando un bilancio dell'intero ciclo di vita dei biocombustibili occorre sottrarre alle emissioni di CO<sub>2</sub> dovute alle fasi di lavorazione, trasporto, impiego, ecc. la quantità di CO<sub>2</sub> che questi utilizzano durante l'accrescimento. Dal punto di vista teorico, nella fase di combustione, per una biomassa, il bilancio dovrebbe essere nullo, perché la stessa quantità di anidride carbonica che viene fissata dalla biomassa nel corso del suo accrescimento è poi restituita nella fase di combustione. Le emissioni di SO<sub>2</sub> (Figura 4.d) sono legate al fatto che sono utilizzati combustibili nei quali è presente zolfo nella composizione chimica; risultano quindi minori per gas naturale e per il biodiesel. Per i composti organici volatili (Figura 4.e) si evidenziano valori un po' più elevati per il gas naturale (imputabili alla fase di distribuzione) e valori intermedi per gli altri combustibili. Per quanto riguarda il particolato, non è stato possibile effettuare un confronto, poiché i dati reperiti in letteratura non sono omogenei.

**TABELLA 1 - Prezzi al consumo dei combustibili esaminati (2003) [15, 16, 17, 18, 19]**

Combustibile	Prezzo al consumo	Prezzo (€/kj)
Gas naturale	0,66 €/m <sup>3</sup>	1,77 E-05
Gasolio	0,85 €/l	2,32 E-05
Emulsione Gasolio/acqua	0,74 €/l	2,33 E-05
Biodiesel	0,83 €/l	2,52 E-05
Olio combustibile	0,49 €/kg	1,17 E-05
Emulsione Olio c. /acqua	0,35 €/Kg	0,97 E-05
Miscela Olio c. /biodiesel	0,50 €/kg	1,23 E-05

## Valutazione dei costi e dei rischi connessi con l'impiego dei combustibili

Si sono effettuate analisi relative ai costi per le diverse fasi del ciclo di vita: i dati reperiti si sono rivelati talmente eterogenei per i diversi combustibili e per le diverse fasi che non è stato possibile effettuare una somma ed ottenere un dato globale. Per il confronto si è perciò fatto riferimento al prezzo di mercato dei combustibili, con dati riferiti al 2003 (Tabella 1) [15, 16, 17, 18, 19], evidenziando come gas naturale, gasolio, emulsioni di gasolio e biodiesel presentino costi un po' più elevati rispetto all'olio combustibile. Si è fatta anche un'indagine sui costi esterni [20, 21, 22], che ha dimostrato notevoli difficoltà nel reperire dati relativi all'impiego dei combustibili per il riscaldamento. In letteratura esistono diverse metodologie di valutazione dei costi esterni, soprattutto relativamente alla produzione di energia elettrica in impianti di grossa taglia; spesso tali costi, che ricadono sulla collettività in quanto non sostenuti direttamente dal produttore e che quindi risultano come costi sociali e ambientali, sono valutati come proporzionali ai fattori di emissione dei diversi inquinanti prodotti. Non è stato possibile però estrapolare dai costi della produzione di energia elettrica i costi relativi alla produzione di calore per riscaldamento; si è quindi soprasseduto su tali aspetti, di difficile valutazione. Una carenza di dati è stata riscontrata anche relativamente ai rischi: sono stati trovati alcuni dati relativi alle sole fasi di impiego e di distribuzione, che però non hanno permesso una comparazione tra i diversi combustibili.

## Conclusioni

Lo studio prende in esame, per i principali combustibili ad uso civile, aspetti legati non solo all'inquinamento atmosferico ma anche ai rischi connessi con il loro impiego e i relativi costi.

Dall'approfondita ricerca bibliografica effettuata si è visto che non solo la fase di impiego contribuisce alle emissioni in atmosfera, ma anche le altre fasi del ciclo di vita del combustibile sono rilevanti ai fini del riscaldamento globale e dei problemi ambientali. È chiaro che l'impiego avviene in una determinata località geografica, mentre le fasi di estrazione e coltivazione avvengono in posti lontani da quelli nei quali ha luogo l'impiego, ma l'obiettivo finale è valutare non solo l'impatto locale, ma anche quello globale riferito a tutto il pianeta; tali contributi non possono quindi essere trascurati.

## Bibliografia

- [1] SSC, Ricerca IRER - Emissioni di PM10 e di altri inquinanti dall'impianto termico a gasolio; Valutazione di combustibili alternativi.
- [2] Unione Petrolifera, Previsione di domanda energetica e petrolifera italiana 2003-2015, Roma, febbraio 2003.
- [3] Assocostieri, Rilevamento dei consumi, giugno 2004.
- [4] ISTAT, 14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni - Edifici ed abitazioni Censimento 2001. Dati definitivi, 9 dicembre 2004, disponibile in <http://dawinci.istat.it/MD>.
- [5] Progetto Corinair 94, dati elaborati da AEA Technology's National Environmental Technology Centre disponibili in <http://www.aeat.com/netcen/corinair/94/charts/sumpita.html>.
- [6] ETSU - "Alternative road transport fuels, a preliminary life-cycle study for the UK", 1996.
- [7] ANPA, CTN-ACE: - "Manuale dei Fattori di Emissione Nazionale", 2002.
- [8] Warren Spring Laboratory, Passant, 1993.
- [9] Study of Greenhouse Gas Emissions from Ships, Final Report to the International Maritime Organization, Marzo 2000.
- [10] APAT- Dipartimento Ambientale -Servizio IPPC, Settore Raffineria Petrolifera.
- [11] ENI, Rapporto Salute Sicurezza Ambiente 1999.
- [12] SNAM Rete gas, Salute Sicurezza Ambiente, Rapporto 2003.
- [13] CTI, progetto BIOFIT 2000 ([www.cti2000.it/biodiesel/bilanci\\_lca.htm](http://www.cti2000.it/biodiesel/bilanci_lca.htm)).
- [14] EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, Technical report No 30 - 3rd edition September 2004, disponibile in <http://reports.eea.eu.int/EMEP-CORINAIR4/en/page011.html>.
- [15] Autorità per l'energia elettrica e il gas - Relazione annuale.
- [16] Ministero Attività Produttive.
- [17] Principali operatori del settore.
- [18] Rilevazioni della Camera di Commercio di Milano.
- [19] Rilevazioni della Camera di Commercio di Trieste.
- [20] Regione Lombardia "Quantificazione economica dei costi esterni ambientali, comparazione ed individuazione delle soluzioni con minori costi esterni, relativi alla implementazione di impianti di cogenerazione e teleriscaldamento".
- [21] Romeo Danielis "La teoria economica e la stima dei costi esterni dei trasporti" Università di Trieste e ISTIEE.
- [22] European Commission "External Costs - Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport", 2003, disponibile in <http://www.externe.info/externpr.pdf>
- [23] DPCM 8 marzo 2002: Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione.
- [24] DPCM 8 ottobre 2004: Modifica del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 marzo 2002, recante "Disciplina delle caratteristiche mer-



ceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione".

[25] Decreto 20 marzo 2000: Caratteristiche tecniche delle emulsioni di olio da gas ed olio combustibile denso con acqua destinate alla trazione ed alla combustione.

[26] Legge 9 gennaio 1991, n. 10: Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

[27] DPR n. 412 del 26 agosto 1993: Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.

[28] Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112 Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59.

[29] DPR n. 551 del 21 dicembre 1999: Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.

[30] DM del 17 marzo 2003: Aggiornamenti agli allegati F e G del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.

[31] Australian Coal Industry, CISS, Coal in a Sustainable Society.

[32] Notiziario dell'ENEA e di Renagri, Agricoltura ed innovazione, nuove tecnologie energia biotecnologie, Gennaio-Marzo 1992.

[33] Tiziana Zerilla, Emissioni dei gas serra nel ciclo di vita dei combustibili fossili utilizzati nella produzione termoelettrica: considerazioni e ricadute sullo scenario energetico, RICERCA & SVILUPPO E TECNOLOGIA, Vol. 57, 2000.

[34] Unione Petrolifera, Statistiche economiche energetiche e petrolifere, novembre 2002.

[35] Western European cross-country oil pipelines 30-year, Performance statistics Prepared on behalf of CONCAWE oil pipelines Management Group, febbraio 2002.

[36] [www.arpa.veneto.it/aria/pdf/simage\\_task1\\_7\\_Susanetti.pdf](http://www.arpa.veneto.it/aria/pdf/simage_task1_7_Susanetti.pdf).

[37] Unione Petrolifera - "Il settore petrolifero italiano nell'attuale modello di sviluppo", 2003.

[38] F. Del Manso, Rivista del combustibile, "Le emissioni del biossido di carbonio nel settore della raffinazione", UP, Vol. 52, Gennaio-Febbraio 1998.

[39] ISTAT, Statistiche dei Trasporti Anno 2001, Annuario, n. 3 - 2003

[40] ANPA - "Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale, i fattori di emissioni medi per il parco circolante in Italia", 2000

[41] <http://www.energia-online.com/dossier/megas/retegas>.

[42] Staffetta quotidiana, Aprile 2003.

[43] Rivista CH4 Energia e Metano, Giugno 1989.

[44] Enea "Rapporto ENEA sullo stato di attuazione del Patto per l'Energia e l'Ambiente 2001".

[45] Unione Petrolifera "Statistiche economiche energetiche e petrolifere", Novembre 2002.

[46] Staffetta quotidiana petrolifera.

[47] [http://www.tradinglab.com/pdf/general/IT/Petrolio21\\_02\\_03.pdf](http://www.tradinglab.com/pdf/general/IT/Petrolio21_02_03.pdf).

[48] ENEA [http://micadgfe.casaccia.enea.it/Mensile\\_news/COSTL\\_gREG-GI.HTML](http://micadgfe.casaccia.enea.it/Mensile_news/COSTL_gREG-GI.HTML).

[49] Spina, rivista combustibili vol. 52 1998.

[50] <http://www.edai.it/forums/difesa/messages/918.html>.

[51] Notiziario dell'ENEA e di Renagri Gennaio-Marzo 1992 21 "Agricoltura e Innovazione Nuove Tecnologie Energia Biotecnologie".

[52] Baldassari L., Terminali grandi rinfuse: studi di fattibilità in Italia, Atti convegno ATI-ANI-MA "il ritorno del carbone", Milano, ottobre 1980.

[53] CTE, Coal Technology Europe 1981, Colonia, giugno 1981.

[54] Meazzini V., Il gas naturale nell'Europa meridionale: opportunità e problemi, Energia e materie prime n. 97, settembre 1994.

[55] <http://www.uic.it/it/statistiche/pubblicazioni/trasporti/indagine-trasporti-2003.htm>.

[56] Autorità per l'energia elettrica e il gas.

[57] [www.autorita.energia.it](http://www.autorita.energia.it).

[58] Eni tecnologie.

[59] Istituto Superiore Piero della Francesca (San Donato Milanese).

[60] S.Simonetti, Rischio Ambientale, Il rischio della civiltà ambientale, 2002.

[61] DPCM 31/3/1989: "applicazione dell'art. 12 del n. 175 del 17/5/88, concernente rischi rilevanti connessi a determinate attività industriali".

[62] L. Ceniccola, Mediterraneo e petroliere, Una convivenza ad alto rischio da estrazioni off shore.

[63] Western European cross-country oil pipelines 30-year, Performance statistics Prepared on behalf of CONCAWE oil pipelines Management Group, Febbraio 2002.

[64] Petroleum in the Marine Environment, documento n mepc 30 /inf,13 del Settembre 1990.

[65] Dossier: WWF/Legambiente "I traffici marittimi petroliferi: regole, strumenti, soluzioni" riflessioni a dieci anni dall'incidente Haven", 2001.

[66] CONCAWE, European downstream oil industry safety performance - Statistical summary of reported incidents - 2001, Report n. 2/03.

[67] La Rivista dei Combustibili n.7 1997.

[68] OMI, International Maritime Organization, ITOPI, Associazione di categoria dei trasportatori di idrocarburi, Study of Greenhouse Gas Emissions from Ships, Marzo 2000.

[69] U.Bilardo, G.Mureddu, Traffico nel Mediterraneo, Aspetti ambientali e implicazioni, Unione petrolifera.

[70] Y. Barton, 2003 Per lo sviluppo del mercato del GNL, Gas & Metano, la Termotecnica, anno LVII n 4, pagg. 49-52.

[71] Pètr. Informations, Marzo 1996 pag 34-35.

[72] Unione Petrolifera, statistiche economiche energetiche e petrolifere, Novembre 2002.

[73] C. Gerondeau - "I trasporti in Europa", 1996.

[74] R. Pagnotta, G. Barbiero, Stima dei carichi inquinanti nell'ambiente marino costiero, IRSA (Istituto di Ricerca sulle Acque), Anno I, Super Sanità, 2003, pag. 3 -10.

## Riferimenti legislativi in materia di sicurezza

- Direttiva CEE n. 82/501 (direttiva Seveso): Rischio di incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali.
- DPR n. 175 17/5/1988: Attuazione della direttiva CEE n. 82/501, relativa ai rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali, ai sensi della legge 16 aprile 1987, n. 183.
- DPCM 31/3/1989: Applicazione dell'art. 12 del DPR n. 175 del 17/5/88, concernente rischi rilevanti connessi a determinate attività industriali.
- Direttiva CEE n. 82, 19/12/96: (direttiva Seveso bis) Controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose.
- DLGS 334/99: Attuazione della direttiva CEE 96/82 relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose.
- DLGS n. 626/94: Miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
- DMA 16/3/1998: Modalità con le quali i gestori per le attività industriali a rischio di incidente rilevante devono procedere all'informazione, all'addestramento, e all'equipaggiamento di coloro che lavorano in situ.
- DMLP 9/5/2001: Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante.
- DM 05/11/1997: Modalità di presentazione e di valutazione dei rapporti di sicurezza degli scali merci terminali di ferrovia. ■