

# **Gli impatti energetici e ambientali dei combustibili nel settore residenziale**

## **Executive Summary**

*A cura di  
Maria Rosa Virdis, Maria Gaeta, Umberto Ciorba e Ilaria D'Elia  
ENEA - Unità Centrale Studi e Strategie*

Si ringraziano i colleghi enea Tiziano Pignatelli per l'importante sostegno nelle analisi ambientali con il modello GAINS\_IT e Giacobbe Braccio per il quadro attuale e le utili informazioni sulle tecnologie a biomasse; e i colleghi dell'unità STUDI, Bruno Baldissara, Andrea Fianza e Marco Rao, per il loro importante contributo alla realizzazione del lavoro.

## Sommario

Sommario .....	3
Executive Summary .....	5
1 Introduzione .....	5
1.1. Obiettivi .....	5
1.2. Problematiche sollevate .....	5
1.3. Indicazioni preliminari .....	7
2 Analisi .....	8
2.1 Il contesto politico .....	8
2.2 Formulazione del problema. ....	9
2.3 Metodologia .....	10
2.4 Impatti energetici degli scenari. ....	11
2.4.1 Evoluzione dei principali indicatori energetici e delle emissioni di CO <sub>2</sub> .....	12
2.4.2 Focus sul settore Civile .....	13
2.5 Impatti ambientali .....	15
2.5.1 Confronto scenari emissivi. ....	16
2.5.2 Confronto mappe di concentrazione.....	18
2.6 Impatti economici.....	22
3 Conclusioni e raccomandazioni .....	25
Appendice.....	27
Il modello TIMES_Italia.....	27
Il modello GAINS_Italia.....	28



## Executive Summary

### 1 Introduzione

#### 1.1. Obiettivi

Le politiche nazionali ed europee degli ultimi anni sono orientate ad una progressiva decarbonizzazione del sistema energetico. Negli usi termici un sostituto dei combustibili fossili è costituito dalla biomassa la cui combustione convenzionalmente è considerata *carbon neutral*.

Di recente una revisione delle statistiche sui consumi di alcune fonti energetiche, riconsiderate sulla base di indagini campionarie (come l'indagine sui consumi delle famiglie) effettuate dall'ISTAT (2014)<sup>1</sup> ha rivelato un consumo molto più cospicuo di biomasse legnose per uso riscaldamento di quanto precedentemente stimato.

Il presente studio si prefigge di valutare l'impatto sul sistema energetico, e in particolare sul settore del riscaldamento civile, di politiche di decarbonizzazione e di sostegno alle fonti rinnovabili come quelle sulle biomasse e i prodotti derivanti da biomasse previste dalla Strategia Energetica Nazionale (SEN). Poiché le politiche energetiche hanno spesso profonde ricadute non solo in termini energetici si rende necessario accompagnare lo studio con valutazioni preliminari di impatto in termini ambientali ed economici.

Nello specifico delle politiche di sostegno all'uso di biomasse, l'analisi deve necessariamente guardare, oltre che alle emissioni di CO<sub>2</sub>, anche agli apporti di altri inquinanti come il particolato (PM), gli ossidi di azoto (NOx), i composti organici volatili (VOC), e dunque agli effetti sulla qualità dell'aria.

Questo studio dunque analizza in maniera approfondita gli aspetti tecnologici e ambientali delle suddette politiche, mediante l'utilizzo di strumenti modellistici per la simulazione di scenari energetico ambientali. Lo studio esamina anche le ricadute economiche delle politiche di sostegno alla biomassa soprattutto in relazione al trattamento fiscale ad esse accordato e gli impatti sugli introiti dello Stato.

#### 1.2. Problematiche sollevate.

##### Impatto sulla qualità dell'aria

Studi recenti e rilevazioni sulla qualità dell'aria a livello locale hanno evidenziato una presenza di inquinanti atmosferici e composti tossici (fra cui il particolato ma anche idrocarburi policiclici aromatici ed in particolare il benzo(a)pirene, che risultano anche dalla combustione di biomasse legnose), ancora troppo elevata in alcune zone del paese, nonostante l'approvazione e attuazione di norme nazionali ed europee abbastanza stringenti sulle emissioni sia degli impianti industriali che del parco autoveicoli.

L'incidenza delle concentrazioni di alcuni inquinanti atmosferici, fra cui il particolato, nella diffusione di patologie dell'apparato respiratorio negli esseri umani è un fatto assodato e riconosciuto da numerose indagini epidemiologiche a livello mondiale. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), in un

---

<sup>1</sup> ISTAT: "I consumi energetici delle famiglie – Anno 2013". Report, 14 dicembre 2014. <http://www.istat.it/it/archivio/142173>

rapporto del 2014<sup>2</sup>, stimava che nel 2012 l'inquinamento dell'aria sia stato responsabile nel mondo di circa 7 milioni di decessi, il che lo confermerebbe come il principale rischio ambientale per la salute. Nell'ottobre 2013 la International Agency for Research on Cancer (IARC) del OMS, stimava che nel 2010 223000 morti di cancro ai polmoni in tutto il mondo fossero ascrivibili agli inquinanti atmosferici, fra cui il particolato.<sup>3</sup>

Sulla base di quelle analisi la OMS riconosce effetti patogeni a concentrazioni di particolato nell'aria ben inferiori a quelli considerati dagli standard di qualità dell'aria attualmente vigenti in Europa (>10µg/m<sup>3</sup> contro >25 µg/m<sup>3</sup>).

Il progetto VIIAS (Valutazione integrata dell'Impatto dell'Inquinamento atmosferico sull'Ambiente e sulla Salute) finanziato dal Centro Controllo Malattie del Ministero della Salute<sup>4</sup>, valuta per l'Italia in circa 30000 decessi l'anno l'impatto del solo particolato fine (PM<sub>2,5</sub>) sulla salute, pari al 7% di tutte le morti esclusi gli incidenti. Lo studio segnala che il 29% della popolazione vive in zone dove la concentrazione degli inquinanti è sopra la soglia di legge, e che l'inquinamento colpisce per il 65% del totale il Nord Italia (per la somma di inquinamento industriale, congestione del traffico urbano, ma anche dell'uso di biomasse per riscaldamento).

### Neutralità carbonica

La legna da ardere e i combustibili da biomassa vengono ritenuti neutrali dal punto di vista delle emissioni di CO<sub>2</sub> in quanto emettono l'anidride carbonica fissata con la fotosintesi nel ciclo vegetativo: si tratterebbe dunque di una sorta di ciclo chiuso, in cui la crescita delle piante semplicemente ricattura le emissioni di carbonio prodotte durante l'uso energetico della biomassa. Al contrario, per le fonti fossili si tratta di grandi masse di carbonio fissato in ere geologiche remote che vengono massicciamente reimmesse nel sistema.

Il principio viene in qualche modo accolto nella legislazione Comunitaria già nella Direttiva CE/87/2003 sull'Emission Trading Scheme, che a scopo di reporting delle emissioni attribuisce alla biomassa utilizzata per fini energetici nei settori soggetti all'Emission Trading Scheme (ETS) un fattore di emissione di CO<sub>2</sub> pari a zero<sup>5</sup>. In ambito ETS, però tale principio è stato di recente messo in discussione anche da varie organizzazioni non governative Europee che ne chiedono la revisione.

Tale principio è ad oggi ancora dibattuto<sup>6,7,8</sup> e va letto nel quadro delle regole di reporting adottate dall'UNFCCC per la preparazione dell'inventario delle emissioni nell'ambito del Protocollo di Kyoto, regole che mettono l'accento sulle variazioni negli stock di carbonio contenuto nella biomassa legnosa delle foreste, nel periodo considerato, e sulla sostenibilità del ciclo<sup>9</sup>.

<sup>2</sup> [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/FINAL\\_HAP\\_AAP\\_BoD\\_24March2014.pdf?ua=1](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/FINAL_HAP_AAP_BoD_24March2014.pdf?ua=1)

<sup>3</sup> IARC Scientific Publication No. 161: *Air Pollution and Cancer* Editors: Kurt Straif, Aaron Cohen, and Jonathan Samet, ISBN 978-92-832-2166-1. Il capitolo 7 di tale pubblicazione ricorda inoltre che la combustione di biomasse legnose produce composti tossici come gli idrocarburi policiclici aromatici ed in particolare il benzo(a)pirene.

<sup>4</sup> Progetto VIIAS, comunicato stampa.

<sup>5</sup> Vedasi l'Annex IV della direttiva.

<sup>6</sup> Eric Johnson "Goodbye to carbon neutral: Getting biomass footprints right" – Environmental Impact Assessment Review, 29(2009) 165-168.

<sup>7</sup> Kelsi Bracmort, "Is Biopower Carbon Neutral?" Congressional Research service 19 febbraio 2015.

<sup>8</sup> JRC – "Carbon accounting of forest bioenergy", 2013

<sup>9</sup> L'articolo 3.3 del Protocollo di Kyoto infatti recita "Le variazioni nette di gas ad effetto serra, relative alle emissioni dalle fonti e all'assorbimento dei pozzi risultanti da attività umane direttamente legate alla variazione nella destinazione d'uso dei terreni e delle foreste, limitatamente alla forestazione, riforestazione e alla deforestazione dopo il 1990, calcolate come variazioni verificabili delle quantità di carbonio nel corso di ogni periodo di adempimento, sono utilizzate dalle Parti incluse nell'Allegato I per adempiere agli impegni assunti ai sensi del presente articolo".

Il problema della neutralità carbonica si pone qualora la biomassa legnosa utilizzata sia ottenuta dal taglio di alberi a ciclo di crescita lungo invece che dall'utilizzo di materiali di scarto o rami secchi che emetterebbero comunque anidride carbonica nei naturali processi di decadimento. Lo stesso avviene nel caso in cui la CO<sub>2</sub> emessa sia molto di più di quella fissata nello stesso periodo, cioè nel caso in cui il tasso di prelievo di risorsa biomassa sia superiore al suo tasso di rinnovo.

Inoltre l'assunto della neutralità carbonica, come per tutti gli altri combustibili, andrebbe qualificato sulla base di una analisi di ciclo di vita del prodotto o del suo "carbon footprint", che consideri non solo le emissioni dirette ma anche quelle effettuate per produrlo. Questa idea è accolta anche nei criteri di sostenibilità (ovvero di risparmio di emissioni) preconizzati dalle direttive Europee sulle rinnovabili per accordare sussidi o incentivi ai biocarburanti o all'uso di biomassa. Nel caso della legna da ardere la quota delle emissioni indirette è probabilmente molto bassa mentre per il pellet è più elevata dato che include le emissioni da processi energetici necessari per l'essiccamento della biomassa, per il trasporto, per il trattamento meccanico, ecc.

Di recente, la stessa Commissione Attività produttive della Camera, nell'ambito dell'**indagine conoscitiva sulla Strategia energetica nazionale (SEN)**, avviata il 31 luglio 2013 suggeriva che *"In relazione alle politiche di incentivo diretto o di natura fiscale fin qui adottate nel settore delle fonti rinnovabili termiche, risulta necessario procedere ad una attenta valutazione dei loro impatti con riferimento alle problematiche connesse alla sostenibilità ambientale ed economica relativa all'impiego della biomassa legnosa (in particolare, pellet e cippato) negli usi di riscaldamento"*.

#### Trattamento fiscale

Un altro aspetto importante del supporto accordato all'uso di biomasse riguarda il loro trattamento fiscale. Mentre i prodotti petroliferi, il gas naturale e la stessa energia elettrica sono soggette ad accise o imposte di fabbricazione e ad IVA (22%), le biomasse legnose non sono soggette ad accisa e fino a poco tempo fa quelle per uso domestico o in aziende agricole godevano di una aliquota IVA ridotta rispetto alle altre fonti energetiche. Infatti secondo il d.P.R. 633/1972 esse godono di una aliquota agevolata al 10%. Ciò vale naturalmente solo per le quantità di biomassa legnosa per riscaldamento che è oggetto di transazione di mercato "formale": secondo le recenti stime ISTAT tali quantità rappresentano circa la metà della biomassa utilizzata. Infatti il resto è costituito da residui di attività agricole o forestali, legna raccolta e autoconsumata, e pertanto è difficilmente assoggettabile ad imposte. Con la Legge di Stabilità 2015, tuttavia, l'IVA per la sola biomassa sotto forma di pellet è stata portata al 22%, mentre è rimasta invariata quella per la biomassa legnosa.

### **1.3. Indicazioni preliminari**

Sulla base dell'analisi di impatto svolta, il presente studio evidenzia l'esigenza di integrare i diversi aspetti conoscitivi e i possibili impatti anche ambientali delle politiche in tema energetico temperando varie legittime esigenze. È il caso delle incentivazione e sussidi alle biomasse per uso riscaldamento nell'ottica di riduzione delle emissioni climalteranti.

La cautela è motivata dal riconoscimento che il beneficio prodotto dall'uso di biomasse dal lato della riduzione delle emissioni di anidride carbonica è spesso in parte eroso dal lato delle emissioni di particolato. Il risultato è fortemente condizionato sia dal contesto micro-climatico in cui avviene l'uso delle biomasse, sia dalle tecnologie impiegate per il loro utilizzo nel riscaldamento domestico. Sembrano infatti da scoraggiare tecnologie di tipo tradizionale a camini aperti a favore di stufe chiuse e ad elevata efficienza, dotate di filtri e sistemi di abbattimento del particolato. In situazioni in cui le condizioni microclimatiche favoriscono la concentrazione locale di tale inquinante, la salvaguardia

della salute pubblica potrebbe addirittura richiedere il divieto di utilizzo di camini e stufe a biomassa a favore di tecnologie che utilizzino elettricità (pompe di calore) o gas.

## 2 Analisi

### 2.1 Il contesto politico

Le politiche Europee in ambito energetico perseguono contemporaneamente vari obiettivi: la riduzione della dipendenza energetica attraverso la diversificazione di fonti e fornitori; il contenimento della domanda tramite una maggiore efficienza energetica; il sostegno alla competitività delle economie dell'UE. Tali obiettivi sono inoltre inseriti anche nel contesto delle politiche ambientali, ed in particolare quelle legate al contrasto dei cambiamenti climatici.

Sui temi climatici l'Unione Europea ha fatto propria l'indicazione dell'IPCC secondo cui per stabilizzare il riscaldamento climatico ad un livello di non oltre 2° Celsius, le emissioni globali di gas-serra debbano ridursi di circa il 50% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2050, il che richiederebbe una riduzione delle emissioni intorno all'80% entro il 2050 per l'insieme dei paesi industrializzati ed uno sforzo di contenimento graduale ma significativo per i paesi in via di sviluppo.

Coerentemente con questa prospettiva il "Pacchetto Energia-Clima" adottato dall'UE nel 2009 include come obiettivi entro il 2020 la riduzione unilaterale e vincolante delle emissioni dei paesi UE del 20% rispetto al 1990; la produzione da rinnovabili del 20% del consumo finale di energia; il miglioramento dell'efficienza energetica dei paesi UE nella misura di 20%.

Nel Gennaio 2014 la Commissione Europea ha presentato la Comunicazione "*A policy framework for climate and energy in the period from 2020 up to 2030*" (COM(2014)15) che cerca di incanalare gli sforzi volti a realizzare un'economia a basso contenuto di carbonio e un sistema energetico competitivo e sicuro. La Comunicazione propone i seguenti obiettivi per il 2030:

1. ridurre le emissioni comunitarie di gas serra del 40% rispetto ai valori del 1990; questo obiettivo sarebbe in parte raggiunto attraverso il meccanismo europeo dello scambio delle quote di emissione di anidride carbonica, e in parte verrebbe ripartito in obiettivi specifici assegnati agli Stati membri; in particolare per ottenere tale risultato i settori coperti dal sistema ETS dovrebbero ridurre le proprie emissioni del 43% rispetto al 2005 mentre i settori non-ETS dovrebbero ridurle del 30% rispetto allo stesso anno.
2. coprire con fonti rinnovabili il 27% dei consumi totali dell'Unione; questo obiettivo sarebbe vincolante per l'Unione ma non sarebbe tradotto in obiettivi stringenti per gli Stati membri, tenuti tuttavia a continuare i propri sforzi per far sì che l'obiettivo comunitario sia raggiunto..

Le Conclusioni del Consiglio Europeo del 23-24 Ottobre 2014 raccolgono queste indicazioni e ai predetti target per il 2030 aggiungono un obiettivo di efficienza energetica del 27%.

Queste politiche costituiscono un quadro normativo abbastanza vincolante anche per l'Italia che ha provveduto, oltre che al recepimento della Direttiva 2009/28/CE sulle rinnovabili, alla preparazione di Piani d'Azione Nazionale per le Energie Rinnovabili (PAN) e per l'Efficienza Energetica (PAEE) e alla elaborazione di strategie e misure specifiche per il sostegno alle rinnovabili.

Nel marzo 2013 in Italia è stata approvata la Strategia Energetica Nazionale che al 2020 intende orientare gli sforzi del Paese verso un miglioramento sostanziale della competitività del sistema energetico ed una maggiore sostenibilità ambientale. Tra le priorità di azione, la SEN individua oltre

all'efficienza energetica, *le Fonti di Energia Rinnovabile (FER)*, ponendo per il settore elettrico obiettivi ancora più ambiziosi di quelli previsti dal (PAN), e promuovendo lo sviluppo delle rinnovabili termiche.

In termini di obiettivi quantitativi, la SEN si prefigge di soddisfare con FER una quota dei consumi finali lordi pari al 19-20% al 2020, corrispondente ad una riduzione delle emissioni fino a 50 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>. Una parte di questo contributo sarebbe fornito dalle rinnovabili per usi termici (pari a circa 11 Mtep/anno) che includerebbero, oltre al solare termico e alle pompe di calore, una quota fornita dalle caldaie, dai termo camini e dalle stufe a biomassa. Il Conto Termico introdotto nel Dicembre 2012 prevede risorse per incentivare interventi di piccole dimensioni sulle rinnovabili termiche pari a 900 milioni di € l'anno, che dovrebbero essere in grado di mobilitare investimenti per circa 15-20 miliardi di € al 2020.

I principali strumenti normativi di sostegno all'utilizzo delle biomasse includono: incentivi all'installazione di stufe, caminetti e caldaie a biomassa (DM 28 Dicembre 2012, o "Conto Termico"); Agevolazione fiscale in materia di efficienza energetica (detrazione pari al 65%); i certificati bianchi (o "Titoli di Efficienza Energetica" - DM 28 Dicembre 2012); Detrazione IRPEF pari al 50% in materia di ristrutturazione edilizia.

Alla base di queste misure, come rilevato nell'introduzione, è la considerazione che le biomasse siano una opzione essenziale per ridurre la dipendenza dai combustibili fossili e per mitigare l'effetto serra, in base all'ipotesi di neutralità carbonica. Questa si basa sull'ipotesi che la combustione della biomassa restituisca all'atmosfera la CO<sub>2</sub> assorbita in tempi più o meno recenti e, nel caso in cui il ciclo produttivo e l'uso delle risorse siano mantenuti inalterati nel tempo, non causino un aumento complessivo di CO<sub>2</sub>.

Tuttavia l'uso tradizionale delle biomasse (soprattutto) legnose per produzione di energia non è sempre stato sostenibile, ed ha spesso provocato deforestazione e conseguente erosione e impoverimento dei suoli. L'uso di biomasse dunque dovrebbe essere sottoposto al rispetto di criteri di sostenibilità ambientale, come già si comincia a fare per i biocombustibili nei trasporti.

## 2.2 Formulazione del problema.

La Direttiva 2009/28/CE fissa gli obiettivi per gli stati comunitari, e quindi anche per l'Italia, di produzione di energia da fonti rinnovabili, di risparmio energetico e di emissioni di anidride carbonica e la recente Strategia Energetica Nazionale rivede al rialzo questi obiettivi. Gli obiettivi europei al 2030 su energia e clima, già in larga misura definiti, porterebbero il sistema energetico ad un livello di decarbonizzazione ancora più importante. Per realizzarli, l'utilizzo della biomassa legnosa come fonte di energia ha assunto negli ultimi anni uno sviluppo e un'importanza sempre crescenti, grazie al presupposto di *carbon neutrality*. Recentemente poi la crisi economica che ha caratterizzato l'ultimo quinquennio, ha spostato le abitudini degli italiani in merito al riscaldamento domestico, in cui si è preferito ricorrere alla legna per il suo basso costo rispetto agli incrementi di prezzo registrati per il metano. Ciò ha di fatto portato ad una rapida diffusione e a un notevole incremento dei consumi di biomassa legnosa.

Le valutazioni di policy e gli obiettivi energetico-ambientali trascurano però gli apporti emissivi provenienti dalle biomasse solide di altri inquinanti oltre la CO<sub>2</sub> (come PM, NOX, VOC, benzopirene e diossina) e i conseguenti effetti sulla qualità dell'aria. Per di più queste politiche si sovrappongono ad una situazione in cui l'uso effettivo di biomasse tradizionali (e.g. i camini aperti) è maggiore di quello stimato fino a poco tempo fa, e riportato nelle statistiche ufficiali.

Gli usi energetici di residui legnosi (potature di alberi, legna raccolta nei boschi) sfuggono in gran parte alla rilevazione statistica perché spesso non sono il frutto di transazioni commerciali ma avvengono nell'ambito di una economia informale. Il problema, peraltro, non è esclusivamente italiano<sup>10</sup>. In Italia questa problematica ha stimolato la realizzazione di un'indagine da parte dell'ISTAT<sup>11</sup> e con il patrocinio del MiSE, sui Consumi Energetici delle Famiglie (2014), che ha permesso di stimare più accuratamente per il 2013 il volume degli usi di biomassa nel settore residenziale: circa 19 Mton (divise tra 17.5 Mton di legna e 1.5 Mton di pellets), di cui circa la metà sfuggirebbe al mercato formale.

In Italia negli ultimi anni si è riscontrato un aumento del contributo al particolato atmosferico associato alla combustione di biomassa per riscaldamento ad uso domestico. Questo ha spinto alcune regioni (per esempio Piemonte<sup>12</sup> e Lombardia<sup>13</sup>) ad adottare, durante i mesi invernali, provvedimenti per limitare e regolamentare l'utilizzo di sistemi di riscaldamento domestico a combustione di biomassa solida al fine di ridurre le emissioni di particolato e quindi il rischio di superare i limiti di qualità dell'aria fissati dall'Unione Europea.

Per questa ragione si è ritenuto particolarmente importante accompagnare le analisi di impatto delle policy energetiche sulle emissioni di CO<sub>2</sub> ad una analisi parallela delle emissioni di altri principali inquinanti atmosferici.

## 2.3 Metodologia

Per cercare di rispondere alle problematiche sollevate e dare una valutazione più ampia delle politiche energetiche di decarbonizzazione e sostegno alle biomasse sono stati realizzati degli scenari energetici al 2030 e per ognuno di essi si sono quantificati i corrispondenti scenari emissivi.

Gli scenari non sono previsioni di come il sistema energetico evolverà nel futuro bensì immagini alternative ma intrinsecamente coerenti del modo in cui un sistema può svilupparsi (senza entrare nel merito della probabilità che esso si verifichi) sulla base di un insieme di ipotesi verosimili. Esplorare il futuro può essere estremamente utile per anticipare sviluppi del sistema che siano indirizzati lungo sentieri di non sostenibilità, e avere quindi il tempo di elaborare strategie per correggere traiettorie indesiderate.

Gli scenari energetici, analizzati in questo studio, sono elaborati tramite il modello del sistema energetico TIMES – Italia<sup>14</sup>, sviluppato dall'UC-Studi e Strategie dell'ENEA a partire dal generatore di modelli TIMES messo a punto nell'ambito dell'Implementing Agreement della IEA "Energy Technology Systems Analysis Program (ETSAP)<sup>15</sup>". Tale strumento garantisce al tempo stesso coerenza, riproducibilità e trasparenza degli scenari prodotti. Gli scenari realizzati quantificano le ricadute di una determinata politica energetica, in termini di tecnologie, mix, dipendenza energetica, secondo l'evoluzione di alcune variabili chiave che guidano l'evoluzione del sistema energetico: lo sviluppo economico; la dinamica demografica; il costo dell'energia; le politiche energetiche e ambientali (in

<sup>10</sup> EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013, pag. 60.

<sup>11</sup> L'indagine è stata condotta con il supporto tecnico dell'ENEA.

<sup>12</sup> [http://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2015/26/attach/dgr\\_01624\\_930\\_23062015.pdf](http://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2015/26/attach/dgr_01624_930_23062015.pdf)

<sup>13</sup>

[http://www.reti.regione.lombardia.it/cs/Satellite?c=Redazionale\\_P&childpagename=DG\\_Reti%2FDetail&cid=1213538141708&pageName=DG\\_RSSWrapper](http://www.reti.regione.lombardia.it/cs/Satellite?c=Redazionale_P&childpagename=DG_Reti%2FDetail&cid=1213538141708&pageName=DG_RSSWrapper)

<sup>14</sup> Gaeta, M., Baldissara, B., 2011. Il modello energetico Times-Italia: struttura e dati versione 2010. RT/ENEA/2011/09.

<sup>15</sup> <http://www.iea-etsap.org/web/index.asp> e <http://www.iea-etsap.org/web/Docs/TIMESDoc-Intro.pdf>

particolare le misure di incentivazione, e quelle per la mitigazione del cambiamento climatico); l'intensità energetica degli stili di vita.

Gli scenari emissivi sono elaborati con il modello GAINS-Italia (Greenhouse and Air Pollution Interaction and Synergies), un modello di valutazione integrata, parte del progetto MINNI (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'inquinamento atmosferico)<sup>16,17,18</sup>, una suite modellistica sviluppata per conto del Ministero dell'Ambiente, del Territorio e del Mare, da ENEA in collaborazione con ARIANET s.r.l. e IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis). Il modello stima possibili traiettorie di riduzione delle emissioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMCOV, PM2.5, NH<sub>3</sub> e attraverso le matrici di trasferimento elaborate dal sistema SMA-Italia per l'anno meteorologico medio, mappe di concentrazione dei valori medi annuali degli inquinanti PM2.5 e NO<sub>2</sub> con una risoluzione spaziale di 20 kmx20 km. Naturalmente la realizzazione di mappe di concentrazione a scala 20x20km<sup>2</sup> costituisce una prima analisi preliminare degli effetti di uno scenario energetico. Analisi approfondite devono essere realizzate con strumenti appropriati a scala locale.

Per completezza di trattazione sono elaborate analisi di impatto per le entrate dello Stato sulla fiscalità nel settore riscaldamento civile.

## 2.4 Impatti energetici degli scenari.

Gli elementi caratterizzanti di tre scenari energetici sono così descritti:

- Lo **scenario di Riferimento (RIF)** che proietta l'evoluzione del sistema energetico a partire dalla legislazione vigente e dalle tendenze in atto in ambito demografico, tecnologico ed economico. Esso descrive uno sviluppo neutrale senza nuove politiche oltre quelle già implementate, ma accogliendo gli obiettivi europei al 2020, i vincoli per il settore ETS<sup>19</sup>, i Piani di azione per l'efficienza energetica (PAEE) e per le FER (PAN) e soprattutto gli obiettivi (in termini %) della Strategia Energetica Nazionale o SEN al 2020. Per l'orizzonte temporale 2030 non sono prese in considerazione ulteriori politiche e/o misure.
- Lo scenario a **Biomassa costante (BIOcost)**. Sostanzialmente questo scenario permette di raggiungere la stessa riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> dello scenario di Riferimento, ma con un mix leggermente diverso da quest'ultimo, imponendo un consumo di biomasse non superiore a quello delle ultime stime ISTAT sui *Consumi energetici delle famiglie, 2014* (circa 19 Mton di biomasse). Per tutto il resto lo scenario BIOcost segue le indicazioni della Strategia Energetica Nazionale (SEN).
- Lo scenario **Decarbonizzazione 2030 (DEC)**. Si è scelto di realizzare uno scenario di riduzione delle emissioni basato sul recente Impact Assessment della Comunicazione "*A policy framework for climate and energy in the period from 2020 up to 2030*" (SWD(2014)15 final) poiché è al centro di molteplici approfondimenti a livello nazionale. È stato pertanto realizzato uno scenario che quantifica l'impatto sul sistema energetico di una riduzione di circa il 36% rispetto ai livelli del 2005 delle emissioni di CO<sub>2</sub> e che ingloba un insieme di obiettivi, politiche e misure

<sup>16</sup> Mircea et al., 2014. "Assessment of the AMS-MINNI system capabilities to simulate air quality over Italy for the calendar year 2005". Atmospheric Environment, 84, 178-188.

<sup>17</sup> D'Elia et al., 2009. "Technical and Non-Technical Measures for air pollution emission reduction: The integrated assessment of the regional Air Quality Management Plans through the Italian national model". Atmospheric Environment, 43, 6182-6189.

<sup>18</sup> [www.minni.org](http://www.minni.org)

<sup>19</sup> ETS: Emission Trading Scheme

paragonabile al quadro energetico delineato dalla Strategia Energetica Nazionale secondo l'evoluzione della situazione normativa, economica ed energetica italiana attuale.

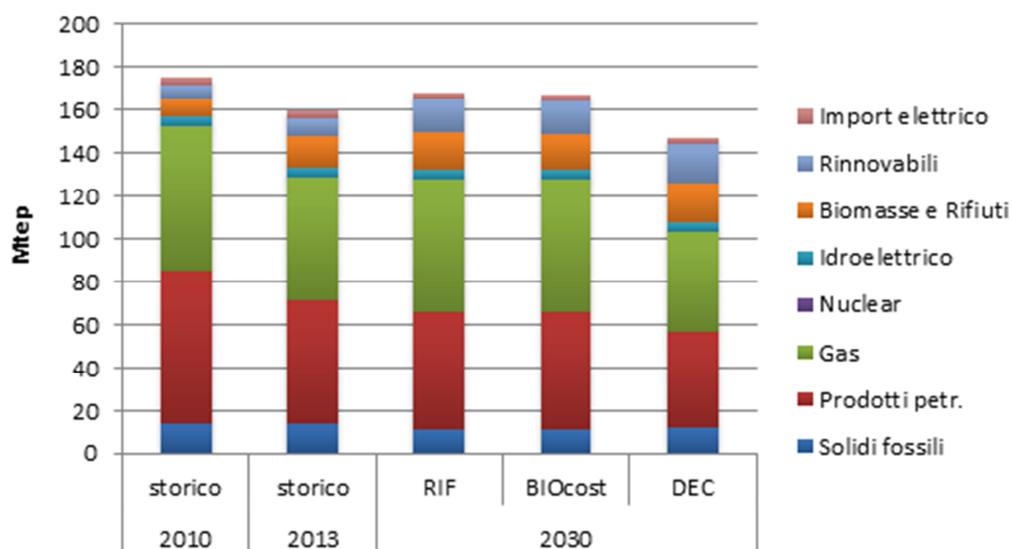
In tutti gli scenari sono stati inclusi i risultati in termini di quantità e tipologia delle biomasse consumate nel settore residenziale pubblicati da ISTAT nel 2014.

### 2.4.1 Evoluzione dei principali indicatori energetici e delle emissioni di CO<sub>2</sub>

L'azione combinata di misure, politiche e obiettivi analizzati negli scenari, insieme alle politiche energetiche ed ambientali vigenti, determinano un differente modo di produrre ed utilizzare energia sia in termini quantitativi che in diversificazione delle fonti. In tutti gli scenari, nonostante la prevista ripresa economica, si osserva una riduzione dei consumi primari di energia rispetto ai valori del 2010 e soprattutto un forte incremento del contributo delle fonti rinnovabili.

Il fabbisogno energetico nazionale continuerà ad essere soddisfatto principalmente da combustibili fossili (al 2030 dal 70% nello scenario DEC fino al 77% nello scenario BIOcost) anche se nel lungo periodo l'uso di tali fonti è sempre più contenuto (figura 1). Aumenta per contro l'aliquota di fabbisogno energetico soddisfatto da fonte rinnovabile, passando dai circa 19 Mtep del 2010 a quasi 40 al 2030 nel DEC. In particolare al 2030 le biomasse arrivano a soddisfare una quota del fabbisogno primario variabile tra il 10 e il 13%. Gli scenari prospettano un quadro del Paese in grado di condurre il sistema energetico verso una traiettoria di decarbonizzazione ambientalmente più sostenibile in termini di CO<sub>2</sub> con un trend emissivo in decrescita per i prossimi anni. Lo sforzo aggiuntivo richiesto nello scenario DEC all'Italia per conseguire le emissioni di CO<sub>2</sub> previste è pari ad una riduzione ulteriore del 10% rispetto allo scenario di riferimento ENEA.

Figura 1: Fabbisogno di energia primaria<sup>20</sup> per fonte nei tre scenari ENEA -2010, 2013<sup>21</sup> e 2030, Mtep



Fonte: Elaborazione ENEA<sup>22</sup>

Lo scenario DEC indica per il 2030 un valore delle emissioni per il sistema energetico pari a 320 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> mentre nello scenario di Riferimento le emissioni sfiorano le 370 MtCO<sub>2</sub>. Il

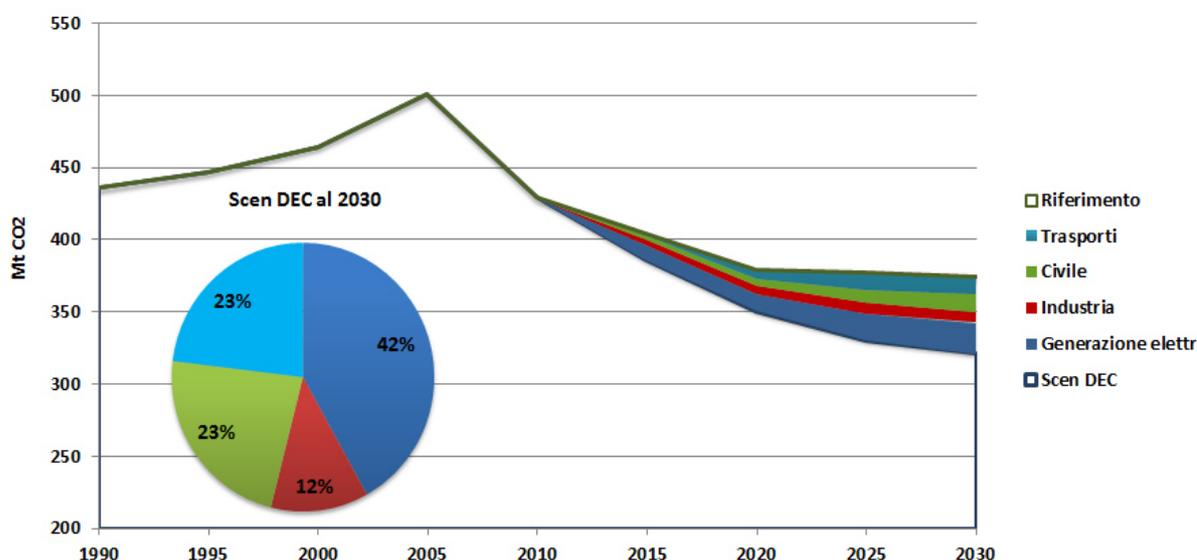
<sup>20</sup> Nella contabilizzazione in energia primaria, le fonti non fossili e l'elettricità non proveniente da biomasse sono convertite utilizzando la metodologia del "Contenuto di energia fisica" [IEA Key World Energy Statistics].

<sup>21</sup> A differenza del 2010, nel 2013 è contabilizzato l'apporto dei consumi di biomassa derivanti dall'indagine ISTAT

<sup>22</sup> Negli scenari sono contabilizzate le "biomasse emergenti nel settore residenziale" come da indagine ISTAT 2014 a partire dal 2013.

contributo alle riduzioni nello scenario DEC viene principalmente dalla generazione elettrica (-51% rispetto al 2005), e dal terziario (-42% rispetto al 2005).

**Figura 2 – Contributo dei settori alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> nello Scenario DEC rispetto allo scenario RIF<sup>23</sup>**



Fonte: Elaborazione ENEA

I settori di domanda tendono perciò a ridurre i propri consumi energetici (efficientamento) e a sostituire i combustibili fossili con fonti rinnovabili e energia elettrica (crescita dell'elettrificazione). Di contro la disponibilità e i costi connessi alle fonti rinnovabili guidano la decarbonizzazione del settore elettrico. La disponibilità delle fonti rinnovabili diventa, quindi, fondamentale sia per il settore elettrico che per l'elettrificazione dei settori di uso finale.

Un ulteriore elemento caratterizzante tutti gli scenari analizzati è la forte presenza di fonti rinnovabili non solo elettriche ma anche per usi termici e trasporti nei settori di uso finale. Negli scenari il consumo di energie rinnovabili nel 2030 raggiunge un minimo di 22% nello scenario BIOcost fino al 26% dei consumi finali lordi<sup>24</sup> nello scenario DEC. Il maggiore contributo aggiuntivo rispetto agli obiettivi del PAN viene dal settore elettrico che nello scenario analizzato raggiunge i 15 Mtep di FER.

Anche le rinnovabili termiche presentano una crescita significativa: in termini assoluti al 2030 si registrano quasi 12 Mtep nello scenario RIF e il raggiungimento di oltre 13 Mtep di FER nel settore di riscaldamento e raffrescamento.

### 2.4.2 Focus sul settore Civile

Secondo le elaborazioni svolte, per effetto dell'implementazione della politiche SEN e della decarbonizzazione, i consumi finali di energia nel settore Civile potrebbero attestarsi nel medio – lungo periodo tra i 44 Mtep (DEC) e i 50 Mtep (RIF) grazie a interventi di riqualificazione degli edifici, installazione di dispositivi a fonti rinnovabili termiche, pompe di calore ed efficientamento degli usi elettrici obbligati, della produzione di ACS e per il raffrescamento. Si ricorda che nei consumi energetici a partire dal 2013 sono incluse anche le biomasse non contabilizzate precedentemente all'indagine sui consumi del residenziale effettuata da ISTAT a fine 2014.

<sup>23</sup> Lo scenario BIOcost presenta per costruzione gli stessi livelli emissivi dello scenario RIF

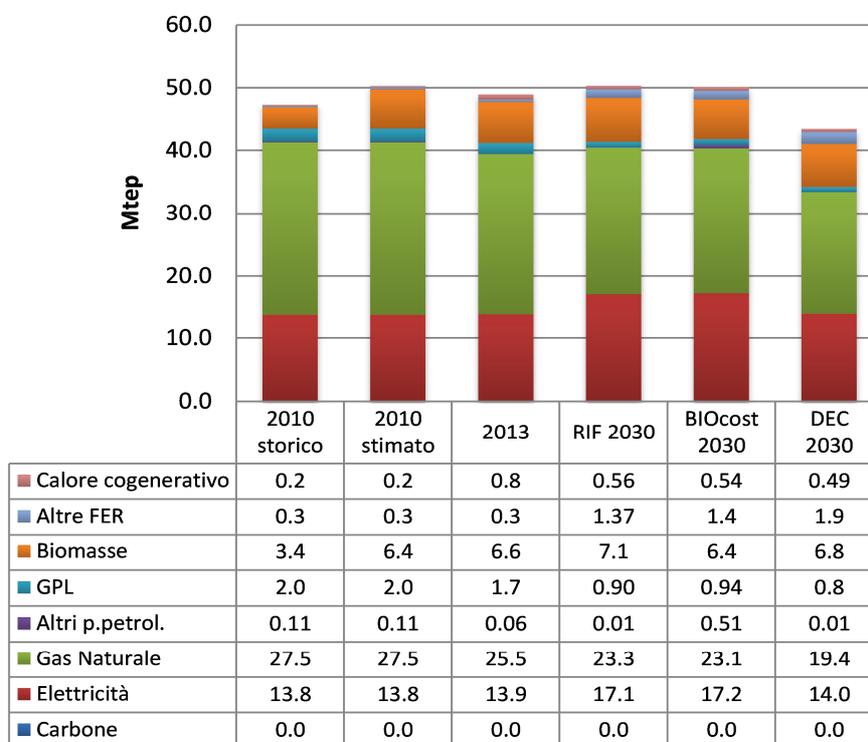
<sup>24</sup> Si ricorda che il target PAN prevede una quota del 17% al 2020.

Nel momento in cui il presente lavoro è stato realizzato, la revisione della serie storica dei consumi di legna da ardere non era stata ancora pubblicata, pertanto, a partire da questo paragrafo, per la stima del dato di attività 2010 propedeutico per le analisi ambientali si è applicato al consumo storico 2010 di biomassa legnosa un incremento proporzionale all'incremento osservato per il 2012 (ottenuto dalla comparazione tra il bilancio energetico nazionale Eurostat 2012 aggiornato all'aprile 2015 e quello precedente l'aggiornamento<sup>25</sup>)

In particolare, dagli scenari si stima che circa 2,7 milioni di abitazioni possano essere interessate da interventi di riqualificazione completa edificio-impianto, e che vengano installate circa 2 milioni di nuove caldaie a condensazione e a biomasse e quasi 1 milione di pompe di calore aggiuntive rispetto allo scenario di riferimento al 2030. Contrariamente all'aumento dei consumi registrato fino al decennio scorso (+20% tra il 1990 e il 2010), sotto politiche di contenimento delle emissioni e di promozione delle fonti rinnovabili e dell'efficienza il tasso di crescita dei consumi nel prossimo ventennio potrebbe risultare negativo (fino ad un -0,8% medio annuo per il periodo 2030-2010). Il modesto aumento della popolazione (+0,3% m.a.) risulterebbe infatti più che compensato dal miglioramento delle prestazioni medie di dispositivi finali e prestazioni degli edifici.

Lo scenario DEC delinea una riduzione dei consumi finali di questo settore grazie ad una maggiore diffusione, rispetto allo scenario di riferimento, di tecnologie e apparecchiature più performanti, il significativo affermarsi di interventi di riqualificazione energetica degli edifici e il sempre più forte ricorso all'energia elettrica e alle fonti rinnovabili. La combinazione di questi fattori riesce a contenere la crescente richiesta di servizi energetici, imputabile a stili di vita sempre più energivori, oltre che all'aumento della popolazione.

Figura 3: Consumi finali per fonte negli scenari ENEA, settore Civile<sup>26</sup>, 2010-2030 – Mtep



Elaborazione ENEA

<sup>25</sup> <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> del 27/04/2015

<sup>26</sup> Sono esclusi i consumi dei prodotti petroliferi del settore agricoltura

In termini di mix energetico i consumi elettrici crescono per l'intero orizzonte di indagine negli scenari RIF e BIOcost grazie anche alla terziarizzazione del Paese e aumenta l'elettrificazione del settore soprattutto per il ricorso a pompe di calore a ciclo annuale. Nello scenario DEC invece predomina la diffusione di apparecchiature elettriche ancora più efficienti.

Accanto al contenimento dei consumi energetici, si fanno sentire le politiche, adottate dal Governo Italiano, di ricorso a fonti energetiche rinnovabili riportate nel Piano d'Azione Nazionale per le Fonti Rinnovabili 2010 e nella più recente Strategia Energetica Nazionale. Nel settore Residenziale il raggiungimento dei target di FER è affidato da un lato alla promozione all'acquisto di impianti solari termici, di tecnologie a biomassa e di pompe di calore con il Conto Energia, dall'altro all'obbligo di integrazione di rinnovabili negli edifici di nuova costruzione o in caso di ristrutturazione integrale.

Per effetto di queste azioni, il mix energetico del settore si è andato modificando negli ultimi anni: alla crescita delle rinnovabili, triplicate rispetto ad appena dieci anni fa, è corrisposta una riduzione di prodotti fossili. Dall'analisi dei dati storici e di studi di settore<sup>27</sup>, la diffusione di tecnologie che fanno ricorso alle fonti rinnovabili termiche, così come quelle a pompe di calore, fino ad oggi sembra abbiano influito maggiormente sul mercato dei prodotti petroliferi quali kerosene, gasolio, etc, intaccando anche parte del mercato del GPL.

Il maggior ricorso a tecnologie a fonti rinnovabili, in particolare biomasse, richieste al 2030 dagli Scenari ENEA, e la continua elettrificazione del settore, prospettano, oltre che una continuazione del trend negativo sui prodotti petroliferi, anche una forte riduzione dei consumi di gas (che però continua a rappresentare la principale fonte), utilizzato in primo luogo per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria (complessivamente circa il 55% dei consumi del settore).

Dalla recente indagine sui consumi delle famiglie pubblicata da ISTAT nel 2014 emerge una grande quantità di biomassa per lo più legnosa precedentemente non contabilizzata nelle statistiche ufficiali. Le proiezioni tengono conto di queste biomasse mediante una revisione al rialzo della domanda di riscaldamento del settore residenziale. Per poter correttamente confrontare i dati di proiezione degli scenari andrebbe rivisto il dato storico 2010 sul consumo di biomasse nel settore civile.

## 2.5 Impatti ambientali

Come precedentemente rilevato, le politiche in atto e i prossimi obiettivi al 2030 sono orientati alla decarbonizzazione del sistema energetico. Questo comporta un maggiore orientamento dei consumi verso elettricità e rinnovabili termiche, in particolare verso la biomassa solida. Per contro, infatti, negli ultimi anni si è riscontrato un aumento del contributo al particolato atmosferico associato alla combustione di biomassa per riscaldamento ad uso domestico. Risulta quindi molto importante analizzare gli scenari realizzati non solo relativamente alle emissioni di CO<sub>2</sub> ma anche alle emissioni di altri principali inquinanti atmosferici.

Le analisi sono state realizzate con il modello GAINS-Italia, utilizzato in ENEA per analisi di Valutazione Modellistica Integrata dell'Inquinamento Atmosferico. Definito lo scenario energetico di input, lo scenario delle attività produttive, la strategia di controllo e armonizzata la stima delle emissioni ad un anno base<sup>28</sup>, il modello GAINS-Italia elabora uno scenario delle emissioni per i principali inquinanti atmosferici. Gli inquinanti considerati nel presente lavoro sono SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM2.5 e COV nel periodo dal 2010 al 2030 con cadenza quinquennale. Per quanto riguarda l'anno base 2010, è stata recentemente

<sup>27</sup> REF "Monitoraggio del mercato della climatizzazione nel settore residenziale -2012" Febbraio 2014

<sup>28</sup> D'Elia, I., Peschi, E., 2013. Lo scenario emissivo nazionale nella negoziazione internazionale. Rapporto Tecnico ENEA, RT/2013/10.

pubblicata una revisione della serie storica dei consumi di legna da ardere<sup>29</sup>. Le conseguenze di tale revisione in termini emissivi sono in corso di elaborazione da parte di ISPRA, pertanto, per le finalità di questo studio, le emissioni di PM2.5 relative alla combustione della legna da ardere nel settore residenziale sono state calcolate da ENEA. Nel momento in cui il presente lavoro è stato realizzato, la revisione della serie storica dei consumi di legna da ardere non era stata ancora pubblicata, pertanto per la stima del dato di attività 2010 si è applicato al consumo 2010 storico un incremento proporzionale all'incremento osservato per il 2012 (ottenuto dalla comparazione tra il Bilancio Energetico Nazionale di Eurostat 2012 aggiornato nell'aprile 2015 e precedente l'aggiornamento<sup>30</sup>) e considerando fattori di emissione e tecnologie attualmente adottati nell'inventario nazionale elaborato da ISPRA<sup>31,32</sup>. Per l'elaborazione degli scenari emissivi, nel settore residenziale si è considerata una diffusione delle tecnologie di abbattimento CLE (*Current LEgislation*), riportata nelle seguenti tabelle, e relativa allo scenario GAINS-It elaborato per la revisione del protocollo di Goteborg<sup>29</sup>.

**Tabella 1: Ripartizione dei consumi di legna da ardere nel settore residenziale (%).**

Settore residenziale	2010	2015	2020	2025	2030
Camini	63	63	63	63	63
Stufe	37	37	37	37	37

Fonte: GAINS\_IT ENEA

**Tabella 2: Strategia di controllo CLE per la combustione di legna da ardere nel settore residenziale (%).**

Tecnologia	2010	2015	2020	2025	2030
Camino aperto	68	53	45	42	39
Camino chiuso	32	47	55	58	61
Stufa tradizionale	76	60	50	43	36
Stufa innovativa	10	18	21	24	27
Stufa pellet	14	22	29	33	37

Fonte: GAINS\_IT ENEA

In questo studio è stato realizzato un focus sul settore civile e la discussione dell'analisi dei risultati verrà limitata al 2030 come già fatto per lo scenario energetico. Per brevità di esposizione, in questo executive summary verranno mostrati solo i principali risultati relativi al PM2.5.

### 2.5.1 Confronto scenari emissivi.

In tutti gli scenari analizzati, il settore Civile presenta una riduzione dei combustibili fossili e un forte contributo delle biomasse solide ai consumi del settore. Dati gli alti fattori di emissione di PM2.5<sup>33</sup> delle biomasse, una tale evoluzione merita sicuramente almeno un'analisi preliminare per capire come le politiche in atto possano influenzare non solo gli aspetti energetici ma anche quelli ambientali.

Per tener conto dei risultati della recente indagine ISTAT sui consumi delle famiglie (2014) in cui la stima del consumo di biomassa al 2013 viene rivalutata a circa 6.6 Mtep, mentre nell'ultimo Bilancio

<sup>29</sup> <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances>

<sup>30</sup> <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

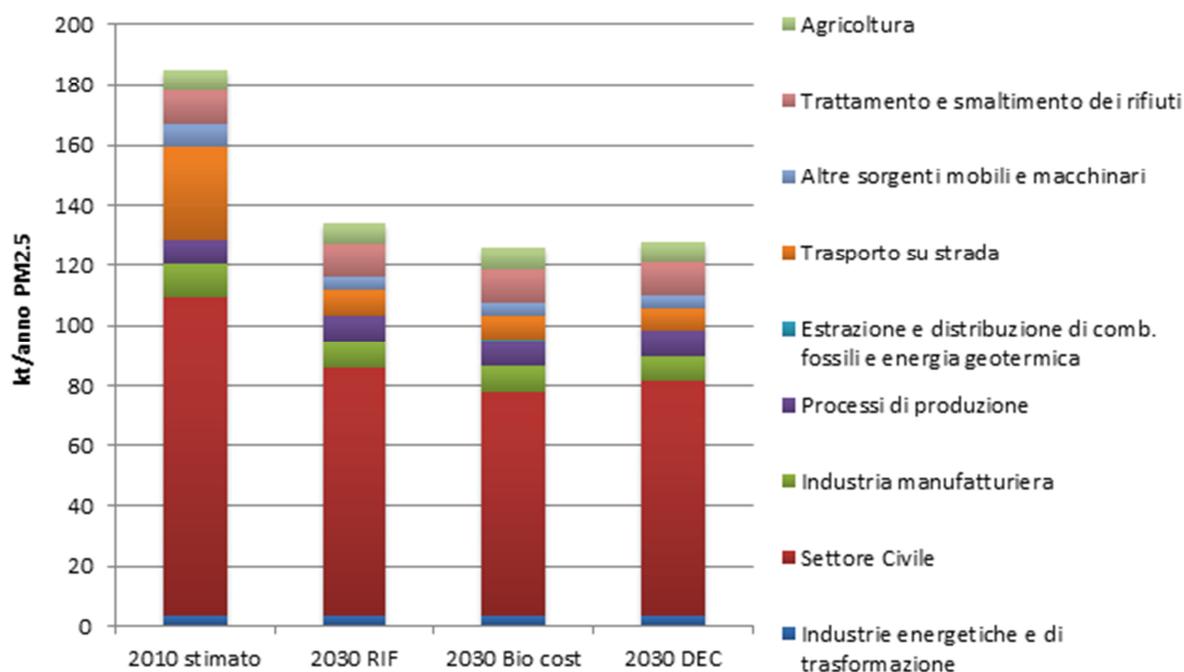
<sup>31</sup> ISPRA, 2015. Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera 1990-2013. Informativo inventory report 2015

<sup>32</sup> [http://tfeip-secretariat.org/assets/Combustion\\_Industry/EP2015\\_Milan/TaurinoWoodCombustion.pdf](http://tfeip-secretariat.org/assets/Combustion_Industry/EP2015_Milan/TaurinoWoodCombustion.pdf)

<sup>33</sup> ISPRA 2011, Fattore di emissione medio per la biomassa legnosa utilizzata nel settore residenziale = 400.2 g di PM2.5/GJ

Energetico Nazionale 2012 aveva un valore di circa 3.4 Mtep, e poter correttamente confrontare i dati di proiezione degli scenari anche in termini emissivi, è stato stimato il dato storico 2010 sul consumo di biomasse nel settore civile includendo anche le biomasse non contabilizzate (e dando luogo ad una ipotesi di consumo biomasse di circa 6.4 Mtep).

Figura 4: Emissioni di PM2.5 per settore negli scenari considerati, classificazione SNAP, 2010<sup>34</sup> - 2030



Elaborazione ENEA

Le emissioni di PM2.5 sono dominate principalmente dal settore civile il cui contributo percentuale è previsto in forte espansione nello scenario esaminato fino al 62% del totale nel 2030 per lo scenario RIF, mentre il BIOcost e il DEC raggiungono rispettivamente il 59% e il 61%. Per il forte ricorso alle biomasse, anche se con tecnologie più efficienti delle attuali, il settore civile presenta emissioni di particolato che non seguono i trend di riduzione rilevati negli altri settori, in particolare nel trasporto su strada.

Le biomasse sono la quasi totalità delle fonti di emissioni di PM2.5 nel settore civile (oltre il 99% in tutto il periodo considerato) mentre le altre fonti danno un contributo del tutto trascurabile.

Tabella 3: Emissioni di PM2.5 nel settore civile, scenari ENEA 2010-2030, kt

kt PM2.5	2010 stimato	RIF 2030	BIOcost 2030	DEC 2030
Solidi fossili	0.22	0.20	0.20	0.18
Gas Naturale	0.11	0.10	0.10	0.08
Altri prodotti petroliferi	0.07	0.01	0.01	0.01
GPL	0.03	0.01	0.01	0.00
Biomassa	103.57	82.30	74.28	77.69

Elaborazione ENEA

<sup>34</sup> Dato emissivo 2010 stimato da modello, secondo ipotesi di consumo biomassa in linea con l'indagine ISTAT 2014

## 2.5.2 Confronto mappe di concentrazione

La normativa di riferimento per la qualità dell'aria europea e italiana (Direttiva 2008/50/CE recepita in Italia con il Dlgs. 13 agosto 2010, n.155) prevede per il PM2.5 due fasi di attuazione: una prima fase con valore limite annuale di 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dal 1 gennaio 2015 e una seconda fase con valore limite annuale di 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dal 1 gennaio 2020.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità propone dei valori guida per l'esposizione della popolazione a PM2.5 pari a 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  su base annuale. Dai dati delle stazioni di rilevamento si evince che nel 2012 solo il 6% delle 144 stazioni presenti sul territorio ha rispettato il valore di concentrazione di riferimento dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>35</sup> mentre circa l'82% rispetta il valore limite di 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per capire come la configurazione del sistema energetico futuro, evidenziata dagli scenari esaminati, influenzi il livello di concentrazione di questo inquinante sono state realizzate delle mappe di concentrazione a scala 20kmx20km con il modello GAINS-Italia, scalando a livello regionale<sup>36</sup> i dati energetici di input.

E' importante sottolineare che le mappe di concentrazione restituiscono un valore medio annuale dell'inquinante in esame (senza mostrare i picchi e/o le variazioni giornaliere) e sono il risultato delle emissioni e delle interazioni di tutti i settori energetici, nonché delle condizioni meteo climatiche che influenzano la dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Nel presente studio, le mappe di concentrazione sono state calcolate per gli anni 2020 e 2030 considerando l'anno meteorologico medio (fig. 5).

Una prima analisi delle mappe di concentrazione di PM2.5 (fig. 5) mostra una significativa riduzione dei valori medi annuali già a partire dal 2020, **riduzione che però anche al 2030 non consente sempre il rispetto del valore limite annuale previsto dalla Direttiva e presenta estese zone di superamento in molte aree della Pianura Padana, dell'area di Roma e Napoli.** Tali valori sono molto probabilmente influenzati dalla lieve riduzione delle emissioni di PM2.5 primario i cui valori sono fortemente legati agli elevati quantitativi di biomassa previsti cui non segue un adeguato rinnovamento del parco tecnologico.

Nella figura 6 è evidenziata la differente concentrazione dei PM 2.5 al 2030 per i tre scenari elaborati: lo scenario BIOcost, caratterizzato da un livello di consumi di biomasse pari ai livelli attuali, presenta le migliori condizioni in termini di concentrazione di particolato sottile. Gli altri due scenari, nonostante il rinnovamento del parco tecnologico ipotizzato per il CLE, scontano l'incremento dei consumi di biomasse legnose e presentano perciò un numero maggiore di zone caratterizzate da uno sfioramento dei valori limite previsti dalla normativa europea per il PM2.5.

Il miglioramento della situazione evidenziato non è, inoltre, indicativo di una riduzione emissiva coerente in tutti i settori sorgente di tale inquinante. Il settore civile, infatti, passa dal contribuire al 57% delle emissioni totali di PM 2.5 nel 2010<sup>37</sup> al 62% dello scenario REF nel 2030 (con lo scenario BIOcost il contributo si attesta al 59%) presentando una riduzione emissiva meno accentuata rispetto agli altri settori dovuta al largo ricorso a tecnologie a biomassa. Le misure attuate e il ricorso a nuove tecnologie

<sup>35</sup> [http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/statoambiente/tematiche2013/3\\_Qualitdellaria.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/statoambiente/tematiche2013/3_Qualitdellaria.pdf)

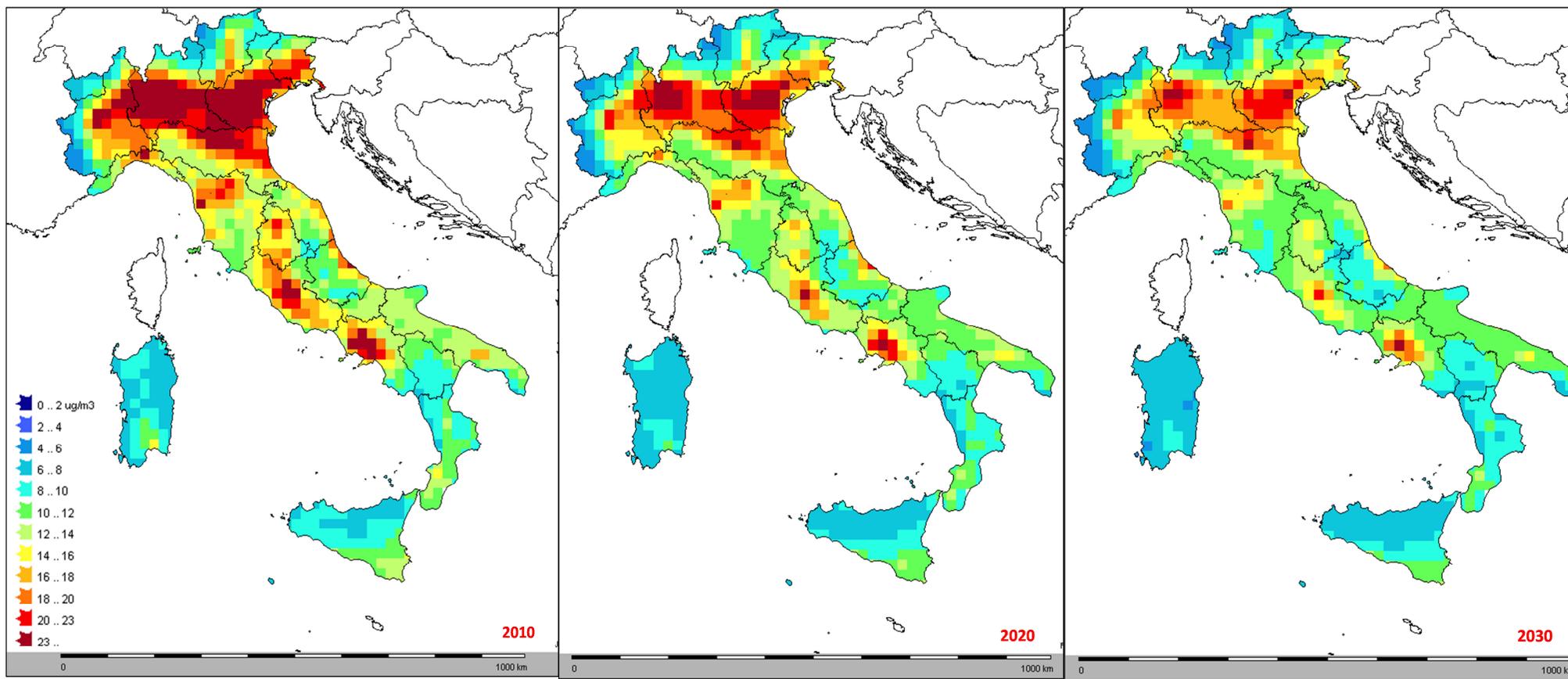
<sup>36</sup>

[http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ambient\\_library/l=notifications\\_extensions\\_it\\_notification\\_20092011\\_official\\_notification\\_n\\_\\_doc\\_nazionali\\_pianificazionepdf\\_\\_EN\\_1](http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ambient_library/l=notifications_extensions_it_notification_20092011_official_notification_n__doc_nazionali_pianificazionepdf__EN_1). Tale regionalizzazione è stata aggiornata per i consumi di biomassa utilizzando i dati dell'indagine ISTAT 2014

<sup>37</sup> Stima delle emissioni derivanti dall'inclusione delle biomasse non contabilizzate dalle statistiche ufficiali

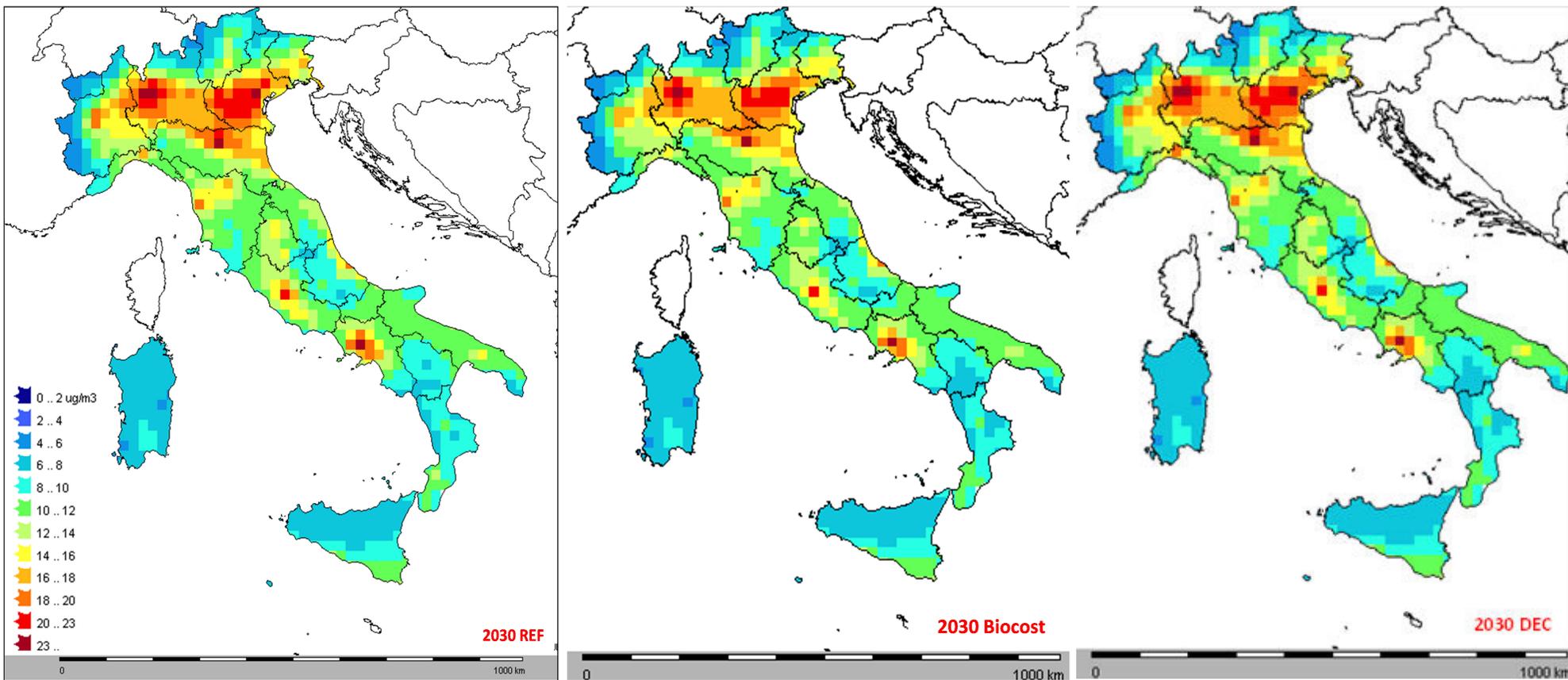
più efficienti negli altri settori di uso finale contribuiscono a ridurre maggiormente le emissioni puntuali soprattutto nel trasporto stradale. I risultati sul particolato ottenuti negli altri settori potrebbero essere in parte vanificati, soprattutto in zone sensibili, dall'utilizzo di tecnologie a biomassa nel settore civile.

Figura 5: Concentrazioni di PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dello scenario RIF\_CLE al 2010, 2020 e 2030



Elaborazione ENEA

Figura 6: Concentrazioni di PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) al 2030 negli scenari BIOcost e DEC



Elaborazione ENEA

Il GAINS-Italia restituisce mappe di concentrazione degli inquinanti con scala 20km x 20km per un totale di 1248 celle analizzate nel dominio di calcolo. La tabella seguente mostra la percentuale di celle 20x20 ricadenti in intervalli di concentrazione fissati al 2020 e al 2030 per gli scenari elaborati nel presente lavoro. Il valore limite previsto dalla Direttiva europea è superato nel 2.9% delle celle al 2030 nello scenario RIF, percentuale che si riduce alla metà nel caso dello scenario BIOcost, mentre oltre il 57% delle celle al 2030 nello scenario RIF eccede il valore dall'OMS di 10 µg/m<sup>3</sup>. La percentuale considerata risulta di poco inferiore nello scenario Decarb e BIOcost, rispettivamente 55.8% e 54.5%. Questa distribuzione dei gradienti di concentrazione è molto interessante nello studio in corso perché mostra come politiche di contenimento di inquinanti, come il particolato, agenti su un solo settore possano influenzare la qualità dell'aria, a parità di tutte le altre condizioni a contorno.

**Tabella 2: Distribuzione delle concentrazioni nei cluster delle mappe di impatto di PM 2.5**

	2010	2020			2030		
		RIF	Biocost	Decarb	RIF	Biocost	Decarb
>5 µg/m <sup>3</sup>	100.0%	99.8%	99.6%	99.6%	99.5%	99.5%	99.5%
>10 µg/m <sup>3</sup>	69.8%	62.9%	61.5%	61.5%	57.3%	54.5%	55.8%
>15 µg/m <sup>3</sup>	31.2%	21.0%	19.1%	19.3%	15.5%	13.0%	14.9%
>20 µg/m <sup>3</sup>	13.3%	8.0%	4.0%	5.8%	2.9%	1.4%	2.4%
>25 µg/m <sup>3</sup>	6.0%	1.0%	0.6%	0.7%	0.3%	0.1%	0.2%

Fonte: Elaborazione ENEA

## 2.6 Impatti economici

Un aspetto ulteriore di cui si è voluto tener conto in questa indagine è quello degli impatti degli scenari considerati sulle entrate dello Stato. Infatti i combustibili fossili, solidi (carbone), liquidi o gassosi utilizzati nel settore domestico sono soggetti sia ad accise che alle imposte sul valore aggiunto, mentre le biomasse sono unicamente sottoposte all'IVA che, inoltre, fino al 31 dicembre 2014 era fissata al 10% sia per la legna che per il pellet. Dopo questa data l'IVA sul solo pellet è stata incrementata al 22%. In considerazione anche del fatto che gran parte della biomassa passa per circuiti commerciali informali o viene autoprodotta ci si può attendere che a parità di altre condizioni, ogni spostamento di consumi energetici per riscaldamento delle abitazioni da fonti fossili a biomasse comporti una corrispondente perdita di gettito fiscale.

Nell'ambito di questo studio però si sono considerati degli scenari in cui le "altre condizioni" mutano anche esse nel tempo: in particolare mutano le tecnologie, le normative e le politiche perseguono obiettivi ambientali stringenti. Dunque i risultati di questa analisi rifletteranno simultaneamente gli impatti di tutte queste variabili.

Le previsioni di entrate fiscali dovute ai consumi di combustibili nel settore residenziale sono state stimate secondo la seguente procedura:

- 1) Conversione dei consumi energetici di ciascuno dei tre scenari in quantità fisiche sulla base dei parametri di densità e potere calorifico riportati nelle tabelle che seguono.
- 2) Calcolo del gettito dell'accisa
- 3) Calcolo del prezzo senza tasse a partire dal prezzo finale.

## 4) Calcolo del gettito dell'IVA.

Per il gettito derivante dalla vendita di legna da ardere, si è ipotizzato che il 50% dei consumi non passi per il mercato e non produca gettito fiscale, concordemente con le anticipazioni dell'indagine sui consumi di biomasse nel settore residenziale effettuata dall'ISTAT.

Sulla base di queste ipotesi i risultati sul gettito indicano che l'effetto di un incremento dell'efficienza negli usi finali determina una tendenza alla riduzione delle entrate fiscali nel tempo in tutti e tre gli Scenari. La tendenza è ovviamente più marcata nello scenario DEC.

Una valutazione complessiva delle previsioni di entrata è stata effettuata sommando le entrate previste nel periodo 2015-2030 in ciascuno degli scenari (Tabella 3).

**Tabella 3 Entrate fiscali per scenario e combustibile, 2015-2030 (M€)**

	RIF	BIOCost	DEC
<b>Carbone</b>	30	25	23
<b>Pellets</b>	3138	2720	2676
<b>Legna</b>	1443	1318	1342
<b>Olio combustibile</b>	17	17	12
<b>Gasolio riscaldamento</b>	7482	7328	7064
<b>Benzina e altre frazioni leggere di petrolio<sup>38</sup></b>	18	18	24
<b>GPL</b>	7331	7516	7490
<b>Gas Naturale</b>	112897	113630	102915
<b>Energia Elettrica</b>	28601	28792	25696
<b>Totale</b>	160958	161365	147241

La somma delle entrate fiscali per il periodo 2015-2030 ammonta a circa 160-161 miliardi per gli Scenari RIF e BIOCost e cala a 147 miliardi per lo Scenario DEC.

Il calo di gettito nello scenario DEC (-13,7 miliardi) è da imputare essenzialmente al calo dei consumi di gas naturale ed energia elettrica. Il gettito procurato dalle vendite di gas ed energia elettrica copre l'88% delle entrate in tutti e tre gli scenari. Tutti gli altri combustibili apportano un gettito minore e presentano piccole variazioni tra uno scenario e l'altro.

Le biomasse legnose contribuiscono al gettito complessivo per quasi 4.6 miliardi nello scenario di Riferimento e per circa 4 miliardi negli altri due scenari: ossia circa il 3% in tutti gli scenari.

La tabella 4 mostra come i prodotti petroliferi forniscono un gettito più elevato a parità di energia finale fornita. Il dato relativo alle biomasse considera anche i consumi di biomassa legnosa autoprodotta. L'indicatore è calcolato dal rapporto tra le stime del gettito per fonte basate sulla procedura descritta in appendice e consumi per fonte (risultati del modello Times).

<sup>38</sup> Trattasi prevalentemente di kerosene.

**Tabella 4 Entrate fiscali per unità di energia finale consumata (€/GJ)**

	€/GJ
<b>Carbone</b>	4.1
<b>Pellets</b>	3.1
<b>Legna</b>	0.4
<b>Olio combustibile</b>	7.0
<b>Gasolio</b>	17.5
<b>Benzina e altre frazioni leggere di petrolio</b>	19.4
<b>GPL</b>	13.3
<b>Gas</b>	9.2
<b>Consumi elettrici</b>	6.9

A questo punto sono possibili delle considerazioni più specifiche sul tema della fiscalità energetica. Appare chiaro come il criterio del decisore pubblico nel definire le aliquote di prelievo fiscale (soprattutto delle accise) sui vari combustibili sia soprattutto legato all'obiettivo di massimizzare gli introiti. Pertanto la maggior pressione fiscale si esercita sui combustibili o sulle fonti meno sostituibili (come i derivati del petrolio nei trasporti). Infatti l'impianto attuale non appare coerente ad esempio con un intento di condizionare tramite la fiscalità le scelte dei consumatori in una direzione più ambientalmente compatibile o con minori impatti sul clima.

Se la fiscalità sui prodotti energetici avesse anche la finalità di scoraggiare le fonti più inquinanti occorrerebbe tener conto delle cosiddette esternalità ambientali provocate da ciascuna fonte energetica in una prospettiva di analisi del ciclo di vita. Alla luce dei risultati di questo studio riguardo agli impatti sulla qualità dell'aria anche il trattamento preferenziale accordato alle biomasse dovrebbe essere riequilibrato per tenere conto degli impatti negativi sulla salute umana che il suo uso comporta.

### 3 Conclusioni e raccomandazioni

A conclusione di questo studio appare chiaro come le politiche di sostegno all'uso di biomasse, anche nel settore residenziale, potrebbero essere rese più robuste da un approccio multidisciplinare ed integrato anche nella valutazione preliminare di costi e benefici che tengano conto degli aspetti sia ambientali che economici. Lo stesso aspetto ambientale dovrebbe essere visto in un'ottica di sostenibilità complessiva, che non persegua solamente la mitigazione del cambiamento climatico ma consideri anche gli effetti sulla qualità dell'aria e sulla salute umana, sul patrimonio forestale, oltre che gli aspetti legati all'innovazione tecnologica e alla competitività più generale del sistema paese.

Questo studio ha messo in luce alcuni rischi presenti nelle attuali politiche di sostegno all'uso di biomasse, che non possono essere trascurati.

Tali rischi includono quello di ridurre in parte i risultati positivi sulla qualità dell'aria ottenuti tramite costose politiche di contenimento delle emissioni atmosferiche nei trasporti, negli impianti di generazione elettrica e negli usi energetici dell'industria. Se infatti tutti gli scenari esaminati mostrano che le emissioni complessive di inquinanti come il particolato primario si riducono all'orizzonte del 2030 per effetto del miglioramento delle tecnologie adottate, le riduzioni sono minori laddove si ha un aumento dell'utilizzo di biomassa nel settore residenziale. Il settore infatti gioca ormai un ruolo preponderante e crescente nel totale delle emissioni di particolato. Tale effetto è particolarmente evidente nel confronto fra lo scenario di riferimento (RIF) e quello a biomassa costante (BIO cost).

L'esame delle mappe di concentrazione rivela che pur in una situazione di generale miglioramento del quadro emissivo, in tutti gli scenari permangono in Italia alcune zone sensibili per le quali le concentrazioni di particolato resterebbero superiori non solo ai 10 µg/m<sup>3</sup> considerati dall'OMS ma anche ai più elevati limiti europei. Per tali aree sensibili un'ulteriore riduzione delle concentrazioni, finalizzata al contenimento dei rischi per la salute, richiederebbe l'imposizione di standard emissivi molto più stringenti sui piccoli impianti a biomasse nel residenziale oppure misure atte a scoraggiare l'uso stesso delle biomasse nel residenziale e a favorire la sostituzione di camini aperti/chiusi con tecnologie a gas o con produzione di calore tramite altre rinnovabili (elettriche o termiche).

Mentre è competenza del governo centrale l'adozione di standard generali sulle caratteristiche degli impianti, rimane dunque giustificato da parte delle amministrazioni locali (regioni e comuni) l'imposizione di normative e standard più stringenti in merito all'uso di biomasse per riscaldamento e alle caratteristiche degli impianti, sulla base delle indicazioni delle Agenzie Regionali di Protezione Ambientale e dei piani di qualità dell'aria vigenti.

In un'ottica di sostenibilità più ampia, le politiche di sostegno alle biomasse in funzione di decarbonizzazione andrebbero meglio qualificate: in primis la concessione di incentivi alle biomasse dovrebbe essere condizionata all'uso delle migliori tecnologie disponibili e di quelle più efficienti. Nel tempo, gli standard emissivi delle tecnologie incentivabili dovrebbero diventare più rigorosi. Ciò potrebbe costituire una ulteriore spinta all'accelerazione tecnologica necessaria per la transizione verso sistemi energetici meno carbon intensive. A tal fine potrebbero essere più utili incentivi indiretti come quelli per la ricerca e innovazione su sistemi di abbattimento del particolato (filtri o altro) più efficaci e a basso costo.

Per quanto riguarda gli impatti delle attuali politiche di sostegno alle biomasse sulla fiscalità generale, lo studio rileva che data la fiscalità di favore accordata alle biomasse (niente accise, IVA al 10% sulla legna), e nonostante le correzioni recentemente applicate per l'IVA sul pellet, un aumento dell'uso di biomasse nel riscaldamento domestico a spese di gas o altri prodotti petroliferi avrebbe, *caeteris paribus*, un effetto negativo sul gettito fiscale.

Più in generale occorre rilevare che qualora si adottasse un'ottica di tasse ambientali per compensare le esternalità prodotte dalle varie fonti energetiche, le tasse dovrebbero essere rimodulate tenendo conto anche degli impatti negativi sulla salute provocati dalle emissioni di inquinanti atmosferici come il particolato, oltre che degli impatti sul clima prodotti dalle emissioni di anidride carbonica.

Infine, studi più sistematici, con un approccio di analisi del ciclo di vita, sarebbero auspicabili per misurare il "carbon footprint" delle biomasse utilizzate per riscaldamento, in maniera non diversa da quanto si comincia a fare per i biocarburanti. Particolare cura, inoltre sarebbe necessaria, secondo le raccomandazioni dell'**European Environment Agency**, per verificare che **il prelievo di biomassa per combustione non sia accompagnato da una riduzione dello stock di carbonio nella biomassa e nel suolo, dando luogo ad un bilancio negativo fra carbonio assorbito ed emesso**, e causando una riduzione della risorsa. Per quanto la valorizzazione di una risorsa rinnovabile come le biomasse sia coerente con gli obiettivi di sviluppo economico, esiste anche a livello di paese l'esigenza e l'interesse di non intaccare (e se possibile di accrescere) il patrimonio forestale con la sua capacità di funzionare da pozzo di carbonio e di mantenere la fertilità dei suoli, riducendo l'erosione.

Per una migliore integrazione delle politiche qui esaminate, in un'ottica di sostenibilità, è cruciale non solo il miglioramento dei metodi e degli strumenti di analisi integrata ma un migliore coordinamento dei processi decisionali a livello di istituzioni pubbliche e di Ministeri in considerazione del fatto che esistono sovrapposizioni fra diverse aree di policy, come nel caso fra le politiche energetiche, quelle climatiche e quelle ambientali. Parimenti gli impatti potenziali delle politiche agricole e forestali sul raggiungimento di obiettivi climatici possono essere tanto importanti quanto quelli delle politiche industriali. Nel definire nuovi obiettivi a lungo termine su energia e clima è utile tener presenti obiettivi e impegni sulla qualità dell'aria o sulle politiche agroforestali: verificare la coerenza fra le varie politiche permette di evitare risultati contraddittori e costi addizionali.

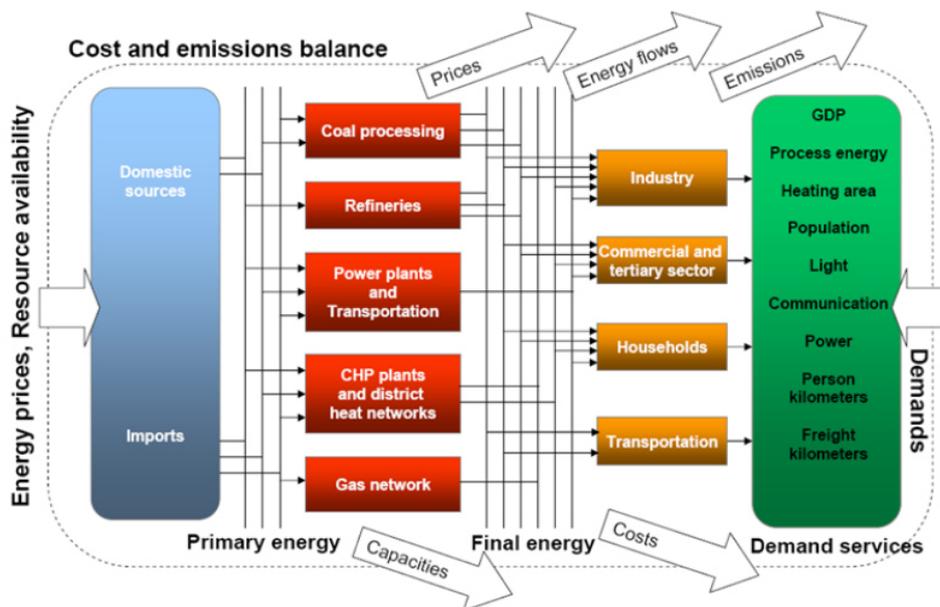
## Appendice

### Il modello TIMES\_Italia

Il modello TIMES-Italia<sup>39</sup> è un modello tecnico-economico sviluppato dall’Unità Studi e Strategie dell’ENEA a partire dal generatore di modelli TIMES messo a punto nell’Implementing Agreement ETSAP dell’Agenzia Internazionale per l’Energia di Parigi. Questo modello fornisce una rappresentazione matematicamente formalizzata, ma necessariamente semplificata, del sistema energetico italiano inteso come l’insieme dei flussi di risorse energetiche (commodities), di tecnologie e della rete di connessioni (fisiche e non) che le mette in relazione. Si noti che, nell’approccio sistemico, nessuna tecnologia lavora “in isolamento”, ovvero in maniera del tutto indipendente dalle altre. In tale modello ogni tecnologia viene caratterizzata da parametri di tipo tecnologico (efficienza, vita utile, potenza), economico (costi fissi e variabili, tassi di ammortamento) ed ambientale (emissioni da combustione, emissioni di processo).

Il modello, a partire da input esogeni sull’evoluzione della popolazione, del reddito (PIL), dei prezzi energetici e degli stili di vita, è in grado di determinare la combinazione ottimale (ovvero di minimo costo) di fonti e tecnologie energetiche che possono soddisfare una domanda prefissata di servizi energetici (riscaldamento/raffrescamento, calore di processo, forza motrice, illuminazione, etc.). L’ottimizzazione è, naturalmente, vincolata dalla disponibilità di alcune risorse (potenziali tecnici, capacità delle infrastrutture di importazione, risorse naturali, etc.) i cui limiti (superiori o inferiori) vengono specificati ex-ante. Inoltre il processo di ottimizzazione è effettuato a livello intertemporale, e definisce la traiettoria ottimale di sviluppo del sistema su un arco di tempo che può variare da 10 a 50 anni o più. Queste però restano delle traiettorie possibili del sistema, coerenti con i vincoli e le premesse date, non delle previsioni di ciò che accadrà.

Figura 7: Reference Energy System del TIMES



Source: Remme U., 2007

Il Modello TIMES-Italia elabora per input ed obiettivi una soluzione di ottimo vincolato, assicurandone la coerenza nelle varie parti del sistema. Gli scenari realizzati esplorano e quantificano, quindi, gli impatti di prefissati obiettivi strategici in termini energetici ed ambientali fornendo una

<sup>39</sup> L’appendice sono tratte dal Rapporto: Gaeta, M., Baldissara, B., 2011. Il modello energetico Times-Italia: struttura e dati versione 2010. RT/ENEA/2011/09

rappresentazione coerente dal punto di vista dei flussi energetici all'interno del sistema. Dunque tali scenari non rappresentano una *predizione di come si configurerà* il sistema energetico italiano né di come è *più probabile* che evolva sulla base dei trend attualmente in atto.

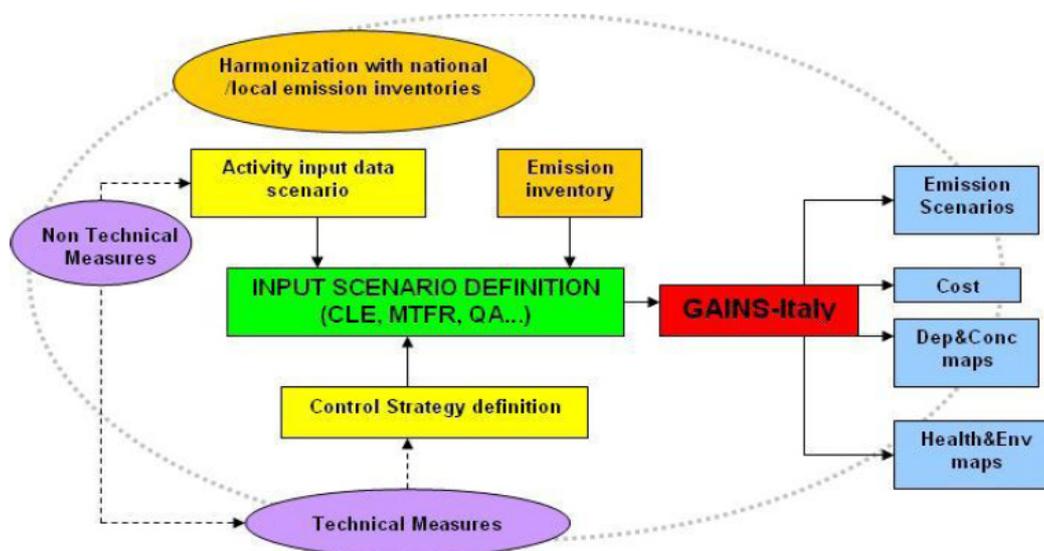
### Il modello GAINS\_Italia<sup>40</sup>

Il modello GAINS-Italia (Greenhouse and Air Pollution Interaction and Synergies) è un modello di valutazione integrata, parte del progetto MINNI (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'inquinamento atmosferico, (Zanini et al., 2005), una suite modellistica sviluppata per conto del Ministero dell'Ambiente, del Territorio e del Mare, da ENEA in collaborazione con ARIANET s.r.l. e IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) e comprendente, oltre GAINS-Italia (D'Elia et al., 2009), il Sistema Modellistico Atmosferico, SMA-Italia, (Mircea et al., 2014), composto a sua volta da un modello meteorologico e da un modello di trasporto chimico con alcuni pre e post processori dei dati meteorologici ed emissivi.

Il modello GAINS-Italia elabora, a livello nazionale e regionale, possibili scenari di riduzione delle emissioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMCOV, PM (totale, PM10 e PM2.5) e dei sei gas ad effetto serra (GHGs) previsti dal protocollo di Kyoto, così da considerare anche le interazioni tra inquinamento atmosferico e cambiamenti climatici. Attraverso le matrici di trasferimento elaborate dal sistema SMA-Italia e con una risoluzione spaziale di 20 km x 20 km, il modello stima gli effetti di acidificazione ed eutrofizzazione, i danni da ozono troposferico alla vegetazione e alla salute umana, nonché il danno alla salute umana da esposizione della popolazione alle concentrazioni di PM2.5.

Lo sviluppo di uno scenario emissivo, elaborato con il modello GAINS-Italia, richiede preliminarmente la quantificazione delle attività antropogeniche e la definizione di una strategia di controllo ad intervalli quinquennali per il periodo temporale 1990-2050. Per quanto riguarda le attività antropogeniche è necessario definire uno scenario energetico per stimare le emissioni provenienti da sorgenti energetiche, ed uno scenario relativo alle attività produttive, industriali e non, per stimare le emissioni provenienti dai processi produttivi (numero di capi allevati, quantità di fertilizzanti, quantità di vernici, quantità di solventi, produzione di cemento, acciaio, ecc.). La strategia di controllo rappresenta l'insieme delle misure tecnologiche che si prevede saranno introdotte entro l'orizzonte temporale di riferimento, e si esprime in termini di percentuale di applicazione per settore, combustibile e tecnologia.

Figura 8 – Il modello GAINS-Italia



<sup>40</sup> L'appendice è tratta dal Rapporto D'Elia, I., Peschi, E., 2013. Lo scenario emissivo nazionale nella negoziazione internazionale. Rapporto Tecnico ENEA, RT/2013/10.

In questo rapporto, le analisi delle emissioni sono realizzate secondo la diffusione delle tecnologie di abbattimento CLE (*Current Legislation*). Il modello può essere utilizzato per integrare la descrizione del contesto energetico-ambientale di valutazione delle politiche di mitigazione, definire il mix tecnologico ottimale anche in relazione alle altre politiche ambientali, evidenziare eventuali incompatibilità tra politiche di mitigazione e altre tipologie di politiche energetico-ambientali.

Il modello GAINS-Italia integra quindi le informazioni provenienti da diversi modelli quali modelli emissivi, di qualità dell'aria, di ottimizzazione dei costi ed energetici, come per esempio il TIMES-Italia. Lo strumento GAINS-Italia consente quindi di ampliare i risultati prodotti da TIMES-Italia anche in termini di variazioni di emissioni e di impatti ambientali.

Il modello può essere utilizzato per integrare la descrizione del contesto energetico-ambientale di valutazione delle politiche di mitigazione, definire il mix tecnologico ottimale anche in relazione alle altre politiche ambientali, evidenziare eventuali incompatibilità tra politiche di mitigazione e altre tipologie di politiche ambientali.