



Ricerca di Sistema elettrico

Metodologia per i bilanci energetici territoriali e la pianificazione delle politiche energetiche: uno strumento per la verifica del raggiungimento degli obiettivi strategici nazionali e comunitari

*A. Poggio, G. Cerino Abdin, A. Crocetta, L. Degiorgis, M. Noussan,
R. Roberto, M. Caldera, M. Gualtieri, F. Hugony*

METODOLOGIA PER I BILANCI ENERGETICI TERRITORIALI E LA PIANIFICAZIONE DELLE POLITICHE ENERGETICHE:
UNO STRUMENTO PER LA VERIFICA DEL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI STRATEGICI NAZIONALI E
COMUNITARI

A. Poggio, G. Cerino Abdin, A. Crocetta, L. Degiorgis, M. Noussan (Politecnico di Torino, Dipartimento Energia),
R. Roberto, M. Caldera, M. Gualtieri, F. Hugony (ENEA)

Settembre 2013

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2012

Area: Razionalizzazione e Risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico

Obiettivo: Metodologia per i bilanci energetici territoriali e la pianificazione delle politiche energetiche: uno strumento per la verifica del raggiungimento degli obiettivi strategici nazionali e comunitari

Responsabile del Progetto: arch. Gaetano Fasano, ENEA



Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico

Responsabile scientifico ENEA: Roberta Roberto

Responsabile scientifico Politecnico di Torino: Alberto Poggio

Indice

SOMMARIO.....	4
1 B.1 – SVILUPPO METODOLOGICO.....	6
2 B.1 – DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI.....	7
2.1 INQUADRAMENTO GENERALE E OBIETTIVI PRINCIPALI	7
2.2 STRUTTURA DELLO SCHEMA	8
2.2.1 <i>Flussi energetici</i>	10
2.2.2 <i>Processi</i>	11
2.2.3 <i>Contatori</i>	15
2.2.4 <i>Nodi di bilancio</i>	15
2.2.5 <i>Esempi di filiere</i>	16
2.3 METODOLOGIA DI CALCOLO	18
2.4 RISULTATI E DATI DI OUTPUT	20
3 B.1 – CONCLUSIONI.....	22
4 B.2 – INTEGRAZIONE DI SPECIFICO COMPONENTE TERZIARIO PUBBLICO	23
5 B.2 – DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI.....	24
5.1 INQUADRAMENTO GENERALE E OBIETTIVI PRINCIPALI	24
5.2 ELEMENTI DI ANALISI DEL SETTORE TERZIARIO PUBBLICO	24
5.2.1 <i>Obiettivi fissati dalla normativa vigente</i>	24
5.2.2 <i>Principali caratteristiche delle strutture pubbliche</i>	25
5.3 FLUSSI E PROCESSI CONSIDERATI	26
5.3.1 <i>Vettori energetici</i>	26
5.3.2 <i>Processi di conversione</i>	27
5.4 METODO DI ANALISI DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA.....	30
6 B.2 – CONCLUSIONI.....	32
7 B.3 – TEST DI APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA	33
8 B.3 – DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI.....	34
8.1 INQUADRAMENTO GENERALE E OBIETTIVI PRINCIPALI	34
8.2 FLUSSI ENERGETICI CONSIDERATI.....	34
8.2.1 <i>Vettori di energia primaria</i>	34
8.2.2 <i>Vettori di energia secondaria</i>	41
8.2.3 <i>Energia elettrica, termica e frigorifera</i>	50
8.3 SINTESI DELLE PRINCIPALI DIFFORMITÀ	55
8.4 CONFRONTO DEI DATI RELATIVI AL COMPONENTE AGGIUNTIVO DEL TERZIARIO PUBBLICO.....	56
9 B.3 – CONCLUSIONI.....	58
APPENDICE – CURRICULUM SCIENTIFICO DEL GRUPPO DI LAVORO	59

Sommario

Il potenziale di risparmio energetico presente nel comparto degli edifici pubblici ha un'importanza crescente nelle politiche comunitarie in materia di clima ed energia, come indica la recente direttiva 2012/27/EU. In un quadro più ampio di pianificazione energetica, tali potenzialità devono essere quantificabili a scala territoriale e misurabili in termini di contributo offerto al conseguimento degli obiettivi di riduzione dei consumi totali (contributo diretto) e di incremento della quota di energia da fonti rinnovabili per i consumi finali (contributo indiretto mediante riduzione del denominatore della frazione).

L'attività relativa al presente obiettivo di lavoro ha per oggetto lo sviluppo di una nuova metodologia per la redazione di bilanci energetici territoriali. La metodologia proposta è organizzata intorno ad uno schema rappresentativo caratterizzato da un elevato livello di dettaglio, ormai reso necessario per gli adempimenti relativi agli obiettivi 2020 (*EU climate and energy package*). All'interno di tale schema è stato integrato uno specifico componente dedicato al terziario pubblico, che mette in evidenza le grandezze coinvolte negli interventi di risparmio energetico attuati nel settore, con particolare riferimento al comparto immobiliare pubblico.

Nello sviluppo della metodologia sono stati implementati alcuni elementi derivanti dalle attività svolte dal Dipartimento Energia del Politecnico di Torino, in collaborazione con l'Unità Tecnica Tecnologie Saluggia di ENEA, nell'ambito del Progetto Strategico RENERFOR (*Iniziativa di cooperazione per lo sviluppo delle fonti di energia rinnovabili - bosco ed acqua - nelle Alpi Occidentali, il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra*) promosso all'interno del Programma di cooperazione transfrontaliera tra Italia e Francia Interreg ALCOTRA (Alpi Latine Cooperazione Transfrontaliera) 2007-2013. Tali attività hanno riguardato una fase di definizione preliminare della metodologia e una prima applicazione sperimentale ad alcuni territori dell'euro-regione ALPMED coinvolti nel progetto RENERFOR.

L'attività di ricerca svolta consta di tre parti riguardanti lo sviluppo metodologico, l'inserimento della componente aggiuntiva terziario pubblico e un test di applicazione.

La prima parte è dedicata allo sviluppo della metodologia LEB (*Local Energy Balance*) per la costruzione e l'analisi di bilanci energetici territoriali. Il sistema energetico del territorio in esame è rappresentato attraverso uno schema fisico dei flussi energetici e delle fasi di produzione, trasformazione, reti di trasporto e distribuzione, consumi dell'energia. Tutte le fonti e i vettori energetici sono singolarmente individuati da specifici flussi e nodi. Ciascun flusso è tracciato in termini di contenuto di energia rinnovabile e di emissioni di CO₂ originata dal suo processo di generazione (limitatamente ai processi di combustione). I consumi relativi ai principali aggregati sono evidenziati da specifici contatori.

Rispetto alle metodologie convenzionali, il LEB offre una serie di elementi innovativi quali una rappresentazione più esaustiva degli aspetti inerenti le energie rinnovabili, la cogenerazione e la trigenerazione, la produzione distribuita e gli scambi con le reti, il teleriscaldamento e il teleraffrescamento, l'immissione di biometano nelle reti di gas naturale. Inoltre, l'impostazione di calcolo consente analisi pluriennali combinando dati storici e scenari previsionali, con relative verifiche del posizionamento rispetto agli obiettivi 2020 (riduzione dei consumi complessivi di energia, quota di energia da fonti rinnovabili per usi finali, emissioni di gas serra).

La seconda parte riguarda l'inserimento, all'interno dello schema della metodologia LEB, di un nuovo componente in grado di tracciare gli usi energetici che avvengono in relazione alle attività e agli edifici del terziario pubblico. L'integrazione effettuata permette di analizzare sia i flussi di vettori energetici che le conversioni di energia locali, introducendo un livello di analisi ulteriore rispetto a quello dei consumi finali di energia individuato nelle metodologie convenzionali.

In particolare, tale approccio consente di distinguere gli effetti delle azioni di efficienza e risparmio energetico. Ad esempio è possibile studiare separatamente le variazioni della richiesta energetica diretta degli edifici (determinate da interventi sulle strutture e/o sugli utilizzatori), distinguendole dall'andamento dei consumi di vettori energetici (dove agiscono anche gli interventi sul parco impianti approvvigionamento energetico). Analogamente per quanto riguarda le variazioni nell'approvvigionamento di energia (ad esempio teleriscaldamento, teleraffrescamento) o l'inserimento di fonti rinnovabili (ad esempio solare, biomasse, geotermia).

La terza parte è relativa alla realizzazione di un test di applicazione della metodologia LEB (integrata con il nuovo componente) ad un contesto territoriale reale. Scopo del test è l'individuazione di criticità e potenzialità connesse con l'utilizzo della metodologia proposta. Tra queste, l'attenzione è focalizzata in particolare ai disallineamenti tra la base dati attuale, strutturata in funzione della metodologia convenzionale, e le ulteriori esigenze informative determinate dallo schema LEB.

Su indicazioni di Enea, il test è condotto in riferimento al territorio della Regione Piemonte, utilizzando le informazioni pubblicate nei Bilanci Energetici Regionali (BER). L'esito del test indica che una parte significativa dei dati è già estrapolabile dai BER. Un pieno utilizzo della metodologia LEB (e la conseguente valorizzazione delle sue potenzialità) richiede ulteriori integrazioni della base informativa attuale, peraltro necessarie per il riscontro degli obiettivi 2020. Ulteriori approfondimenti relativi alle effettive disponibilità di dati energetici di dettaglio potranno essere oggetto di eventuali lavori successivi.

Nel seguito vengono illustrate le tre parti distintamente, fornendo per ognuna una breve introduzione, una descrizione delle attività svolte e alcune considerazioni conclusive.

Il presente Report è quindi costituito dai 3 Report distinti:

- B.1 Sviluppo metodologico
- B.2 Integrazione di specifico componente terziario pubblico
- B.3 Test di applicazione della metodologia

1 B.1 – Sviluppo metodologico

Le tematiche trattate nel Progetto *Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico*, ricadono all'interno del quadro più ampio di pianificazione dettato dall'Unione Europea con l'Azione per il Clima (*Climate Action*) individuata dagli obiettivi 2020 (*climate and energy package*) e in corso di definizione negli obiettivi 2030 (*framework for climate and energy policies*) e 2050 (*roadmap for moving to a low-carbon economy*). Tale interesse è indicato anche dalla recente direttiva 2012/27/EU, la quale assegna al comparto degli edifici pubblici un ruolo importante per il conseguimento degli obiettivi di riduzione dei consumi energia al 2020.

Nell'ambito di questo Progetto, l'Obiettivo *Metodologia per i bilanci energetici territoriali e la pianificazione delle politiche energetiche: uno strumento per la verifica del raggiungimento degli obiettivi strategici nazionali e comunitari*, è finalizzato allo sviluppo di strumenti e metodologie utili all'identificazione del potenziale di risparmio energetico connesso con il settore pubblico, quantificandone i risultati all'interno di un bilancio energetico complessivo a scala territoriale.

A tale scopo, l'attività di ricerca ha riguardato in primo luogo lo sviluppo di una metodologia innovativa per la costruzione e l'analisi di bilanci energetici territoriali, denominata LEB (*Local Energy Balance*). Nel presente rapporto si descrive la metodologia sviluppata, indicando nel dettaglio l'approccio adottato, le modalità di rappresentazione ed elaborazione dei flussi e dei processi energetici, i risultati e le potenzialità rese possibili dal suo impiego.

2 B.1 – Descrizione delle attività svolte e risultati

2.1 *Inquadramento generale e obiettivi principali*

La metodologia descritta nel seguito è stata sviluppata per la realizzazione di bilanci energetici a scala territoriale funzionali all'analisi degli obiettivi del Pacchetto Clima ed Energia dell'Unione Europea. In particolare lo sviluppo è stato svolto in conformità alle specifiche previste nel Regolamento Europeo n. 1099/2008, in materia di statistiche energetiche. Le scelte effettuate per lo sviluppo della metodologia di analisi sono volte ad ottimizzare le scelte di pianificazione, e favorire il confronto tra i risultati ottenibili da differenti scenari.

L'aspetto principale alla base della metodologia proposta è la scelta di una rappresentazione dei flussi fisici di energia legati alla produzione, alla trasformazione e al consumo di vettori energetici sul territorio oggetto di analisi. Questo approccio permette un'analisi più completa e dettagliata rispetto alla più classica impostazione tabulare, in quanto ogni flusso energetico è descritto, oltre che dal valore della quantità che rappresenta, dai punti di connessione con gli altri elementi del sistema.

Lo schema si sviluppa suddividendo le tipologie di vettori energetici nella direzione verticale, mentre la direzione orizzontale ripercorre nell'ordine i processi di produzione, conversione e utilizzo dell'energia presso gli utenti finali. Questa rappresentazione, sebbene possa risultare abbastanza complessa, ha l'obiettivo di fornire un'immagine di insieme di tutti i flussi energetici che caratterizzano il territorio di interesse, localizzando ognuno di essi in funzione della tipologia di vettore e della fase in cui quell'energia viene utilizzata. Inoltre essa facilita le scelte di pianificazione poiché è possibile evidenziare in ogni fase quali sono i flussi di energia di maggiore interesse e le loro caratteristiche.

Ad ogni flusso energetico rappresentato nello schema è inoltre associata la quota di energia rinnovabile imputabile alla sua produzione. Questo aspetto risulta particolarmente utile nei casi in cui solamente una parte del flusso energetico è originato da fonti rinnovabili, come è il caso ad esempio per l'energia elettrica. Il vettore "energia elettrica" è quindi associato ad una differente quota di energia rinnovabile in funzione della fonte che è all'origine della sua produzione. La quota di fonte rinnovabile assume particolare importanza soprattutto in quanto una sua corretta quantificazione è alla base della verifica del raggiungimento degli obiettivi.

Lo schema proposto permette inoltre di considerare le trasformazioni energetiche che avvengono presso gli utenti finali, e conseguentemente non ci si limita a considerare il combustibile consumato ma si ritiene opportuno stimare la quantità di energia elettrica, termica oppure frigorifera prodotta presso gli utenti finali. La conoscenza di questi flussi risulta indispensabile in fase di pianificazione energetica, in quanto la sostituzione di fonti energetiche o tecnologie presso gli utenti finali è strettamente correlata con l'effetto utile che esse comportano. Inoltre le valutazioni di riduzione di fabbisogno degli utenti finali (ad esempio nel caso di interventi di miglioramento dell'involucro edilizio) si rispecchiano automaticamente in una diminuzione del fabbisogno di combustibili.

All'interno della metodologia proposta sono inoltre implementate alcune soluzioni di carattere innovativo, che sebbene non siano ancora diffuse sul territorio presentano aspetti di interesse per la redazione di scenari energetici. Si è predisposta la possibilità di considerare reti di teleraffrescamento a servizio degli utenti finali, con le stesse modalità con cui sono trattate le reti di teleriscaldamento. Inoltre è presente la possibilità di immettere in rete bio-metano, prodotto dall'upgrading di biogas ottenuto da digestione anaerobica. La quota di metano così prodotto è inserita all'interno del bilancio del gas naturale, e pertanto concorre alla definizione della quota rinnovabile di tale vettore energetico. Infine è stata inserita la possibilità di considerare le cosiddette smart-grids: in alcuni casi l'utente finale può produrre energia (elettrica, termica o frigorifera) che viene reimpressa in rete e partecipa al bilancio energetico relativo a quel vettore.

Nel seguito sono descritte in maniera più dettagliata le diverse sezioni e peculiarità dello schema, e particolare attenzione è posta sugli aspetti più caratterizzanti della metodologia sviluppata.

2.2 Struttura dello schema

In Figura 1 è illustrata una rappresentazione concettuale dello schema. I processi energetici sono rappresentati con colorazione differente in funzione della loro posizione all'interno del sistema.

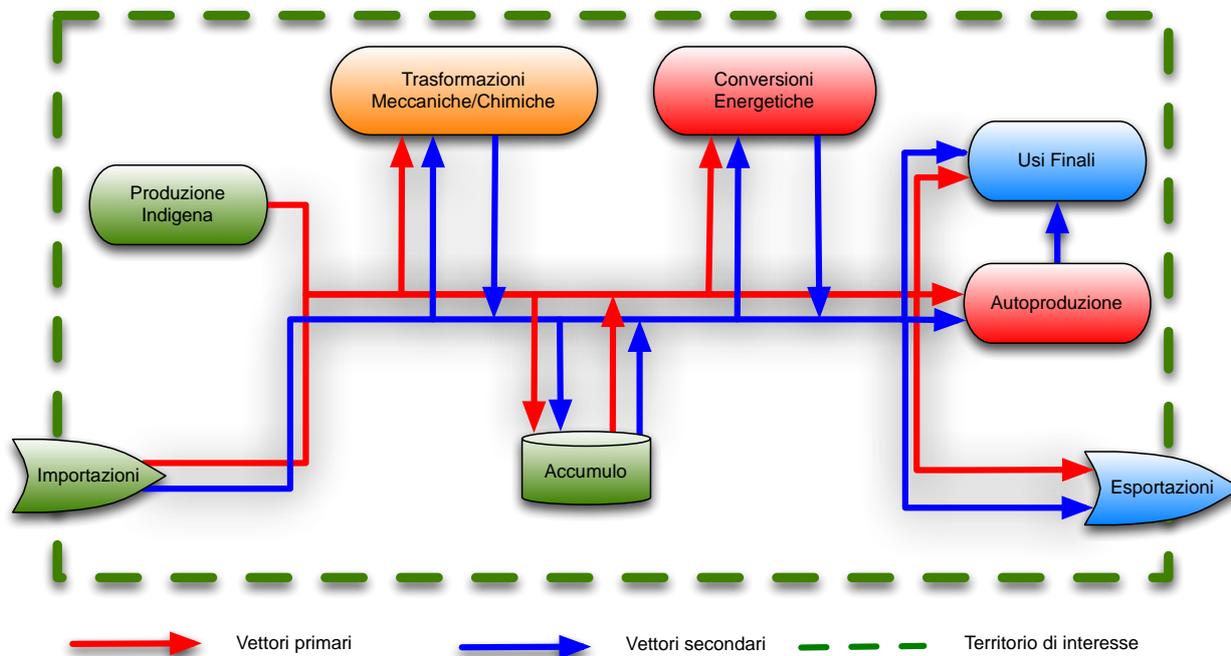


Figura 1: Rappresentazione dello schema di analisi

Gli elementi indicati in verde si riferiscono alle componenti “di bilancio”, che per ogni singolo vettore energetico indicano la quantità annua che è stata prodotta sul territorio, le importazioni, le esportazioni e le variazioni delle scorte. Seguono le trasformazioni fisiche, chimiche e meccaniche per la produzione di vettori energetici secondari. All'interno del blocco “Conversioni Energetiche” sono invece considerate le tecnologie per la produzione di energia elettrica, termica e frigorifera. Questi processi sono stati differenziati dai precedenti in quanto a queste tre tipologie di vettore energetico possono essere ricondotti gli effettivi fabbisogni finali degli utenti, nel seguito definiti come fabbisogni *ultimativi*. Fa eccezione il settore dei trasporti, per il quale i fabbisogni ultimativi sono principalmente costituiti da carburanti per trazione.

Infine il settore degli usi finali è differenziato in “Usi Finali”, che include tutti i consumi di energia presso gli utenti finali, e “Produzione presso gli Utenti Finali”, che indica le conversioni energetiche che avvengono presso gli utenti finali. Questa distinzione è stata inserita per considerare la generazione distribuita e permettere di suddividere alcuni interventi di pianificazione in funzione della tipologia di utente finale oggetto di interesse.

La stessa figura illustra le differenze che emergono nel caso di fonti primarie di energia e fonti secondarie. Le prime possono essere originate da una produzione interna dal territorio (ad esempio estrazione di petrolio, o uso di energia solare), mentre le seconde sono sempre risultato di una trasformazione o conversione oppure possono essere importate sul territorio. Questa distinzione risulta fondamentale per il calcolo del fabbisogno energetico totale lordo, in quanto tutti i consumi vanno ovviamente riportati a energie primarie oppure energie secondarie oggetto di importazione nel territorio oggetto di analisi.

Si rileva l'importanza di definire i confini del sistema di riferimento oggetto di analisi (rappresentati dalla linea verde tratteggiata in figura), in quanto i processi e i flussi da considerare sono quelli che ricadono al suo interno. Inoltre è importante valutare tutti i vettori energetici che possono essere oggetto di

importazione o esportazione tra il territorio di riferimento e quelli limitrofi. Una vista d'insieme dello schema è riportata in Figura 2.

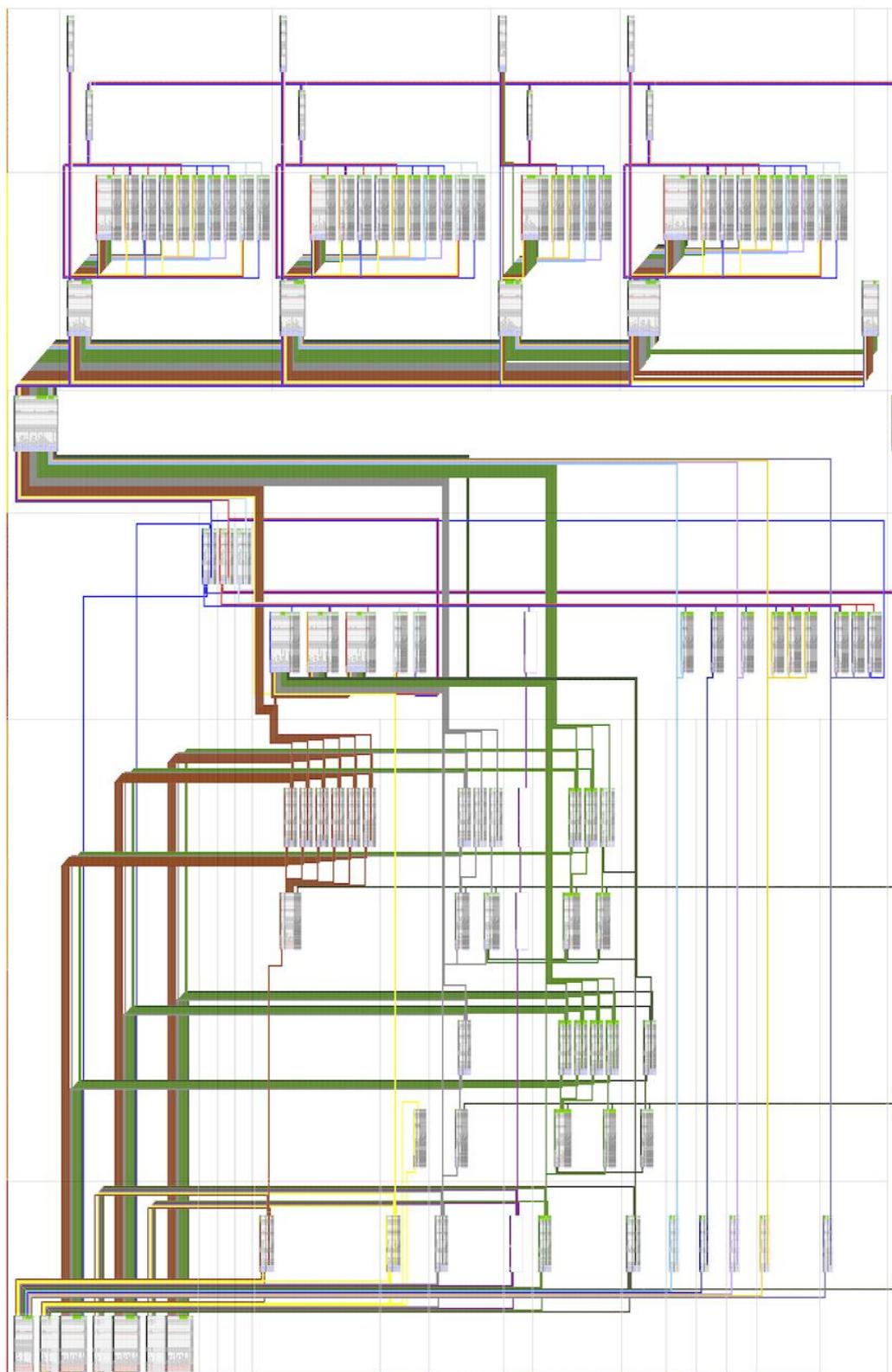


Figura 2: Vista d'insieme dello schema di analisi

2.2.1 Flussi energetici

Ognuno dei flussi energetici riportati all'interno del modello è rappresentato in termini di unità caratteristiche e in termini di energia. I valori di energia sono stati espressi in migliaia di tonnellate equivalenti di petrolio (ktep), in linea con la metodologia tradizionale di redazione di bilanci energetici. Ad ogni flusso è inoltre associata un'unità caratteristica che rappresenta la modalità in cui viene generalmente misurato e quantificato: si hanno ad esempio le tonnellate per i prodotti petroliferi o il carbone, i milioni di standard metri cubi per il gas naturale e i GWh per l'energia elettrica, termica e frigorifera. Le conversioni tra unità caratteristiche e ktep sono effettuate grazie ad un'apposita tabella in cui sono indicati i poteri calorifici di riferimento, che possono eventualmente essere modificati in funzione di alcune esigenze specifiche (ad esempio per i vettori energetici che possono essere oggetto di variazioni locali, come il gas naturale o i rifiuti solidi urbani).

In Tabella 2-1 sono riportati tutti i vettori energetici oggetto di analisi, con le relative unità di misura caratteristiche considerate.

Tabella 2-1 – Vettori energetici considerati nello schema

energy carrier	unit
crude oil	kt
natural gas	M Sm^3
natural gas liquids	M Sm^3
liquefied natural gas	M Sm^3
coal	kt
nuclear	kt
energy crops & forestry	kt
waste	kt
hydro	GWh
sea	GWh
wind	GWh
sun	GWh
geo/aero/hydro-thermal	GWh
electricity	GWh
heat	GWh
cool	GWh
motor gasoline	kt
aviation fuels	kt
kerosene	kt
gas/diesel oil	kt
fuel oil	kt
liquefied petroleum gas	kt
patent fuel	kt
coke oven coke	kt
coke oven gas	M Sm^3
syngas	kt
nuclear fuel	kt
log wood	kt
compressed wood	kt
chipped wood	kt
cold extracted bio-oil	kt

biogasoline	kt
biodiesel	kt
sewage sludge & other biogas	M Sm^3
landfill biogas	M Sm^3
biogas	M Sm^3
bio-methane	M Sm^3
refuse derived fuel	kt
other energy	GWh

Lo schema di analisi è predisposto per considerare i principali vettori energetici, che sono stati suddivisi in base ad una colorazione che ne rappresenta la tipologia. I vettori energetici considerati e i relativi colori sono elencati in Tabella 2-2. La rappresentazione contemporanea dei diversi flussi permette di osservare qual è la loro distribuzione all'interno dell'organizzazione del sistema energetico considerato.

Tabella 2-2 – Colorazione associata ai vettori energetici

	electricity		hydro
	heat		sea
	cool		wind
	natural gas		sun
	oil		geo/aero/hydro-thermal
	coal		waste
	biomass		nuclear

Ognuno dei flussi inseriti nel modello è trattato una codifica da cui è possibile desumerne la posizione all'interno dello schema e le principali caratteristiche. Questa codifica permette di associare ad ogni flusso un codice univoco, da utilizzare per automatizzare le fasi di calcolo e di aggregazione dei valori all'interno del modello.

Tutti i flussi rappresentati nel modello sono generati e confluiscono in processi, che rappresentano processi di trasformazione o conversione, contatori di energia o nodi di bilancio. Tali elementi si differenziano per le caratteristiche con cui sono definiti e per il ruolo che ricoprono all'interno del modello.

2.2.2 Processi

I processi di trasformazione e conversione hanno generalmente il ruolo di trasformare i vettori energetici in input in diverse forme, dando origine ad altri vettori di output. In Tabella 2-3 sono elencate tutte le tipologie di processo considerate all'interno del modello. Essi sono suddivisi in base alla loro collocazione, tra processi di trasformazione meccanica, fisica o chimica, processi di conversione energetica e processi presso gli utenti finali.

Tabella 2-3 – Tipologie processi di trasformazione e conversione

mechanical, physical or chemical transformations	energy conversions	final users energy conversions
crude oil refinery	thermoelectric	--
regasification	cogeneration	cogeneration
patent fuel production	thermal	thermal
coke ovens	absorption refrigeration	absorption refrigeration
gasification	compression refrigeration	compression refrigeration
nuclear fuel production	nuclear-thermoelectric	--
wood transformation	hydroelectric	hydroelectric
bio-oil cold extraction	sea turbines	--
bio-refinery	wind turbines	wind turbines
anaerobic digestion	photovoltaic	photovoltaic
refuse derived fuel production	solar thermodynamic	--
landfill biogas production	solar	solar
	geo-thermoelectric	--
	geothermal	--
	compression heat pumps	compression heat pumps
	--	absorption heat pumps

Ognuno di questi processi richiede dei vettori specifici in *input* e produce dei vettori di *output*. In Tabella 2-4 sono riportati tutti i processi relativi ai settori della trasformazione meccanica, fisica e chimica dei vettori energetici.

Tabella 2-4 – Processi di trasformazione meccanica, chimica e fisica

transformation	input energy	output energy
crude oil refinery	crude oil	motor gasoline aviation fuels kerosene gas/diesel oil fuel oil liquefied petroleum gas
regasification	liquefied natural gas	natural gas
patent fuel production	coal	patent fuel
coke ovens	coal	coke oven coke coke oven gas
gasification	coal energy crops & forestry waste	syngas
nuclear fuel production	nuclear	nuclear fuel
wood transformation	energy crops and forestry waste	log wood compressed wood chipped wood
bio-oil cold extraction	energy crops and forestry	cold extracted bio-oil
bio-refinery	cold extracted bio-oil	biogasoline

	energy crops & forestry waste	biodiesel
anaerobic digestion	energy crops and forestry waste	sewage sludge & other biogas bio-methane
refuse derived fuel production	waste	refuse derived fuel
landfill biogas production	landfill biogas	landfill biogas

In Tabella 2-5 sono riportati tutti i vettori energetici relativi alle diverse tecnologie di conversione energetica per la produzione di energia elettrica, energia termica ed energia frigorifera.

Tabella 2-5 – Processi di conversione energetica

energy conversion	input energy	output energy
thermoelectric	gas/diesel oil fuel oil natural gas coal coke oven coke coke oven gas syngas energy crops & forestry chipped wood cold extracted bio-oil biogas waste refuse derived fuel	electricity
cogeneration	gas/diesel oil fuel oil natural gas coal coke oven coke coke oven gas syngas energy crops & forestry chipped wood cold extracted biooil biogas waste refuse derived fuel	electricity heat
thermal	gas/diesel oil fuel oil natural gas coal coke oven coke coke oven gas syngas energy crops & forestry chipped wood	heat

	cold extracted biooil biogas waste refuse derived fuel	
absorption refrigeration	natural gas heat	cool
compression refrigeration	electricity	cool
nuclear-thermoelectric	nuclear fuel	electricity
hydroelectric	hydro electricity (pumping consumption)	electricity electricity (pumping production)
sea turbines	sea	electricity
wind turbines	wind	electricity
photovoltaic	sun	electricity
solar thermodynamic	sun	electricity heat
solar	sun	heat
geo-thermoelectric	geo/aero/hydro-thermal	electricity heat
geothermal	geo/aero/hydro-thermal	heat
compression heat pumps	geo/aero/hydro-thermal electricity	heat

Per quanto riguarda i processi di conversione energetica presso gli usi finali, sono state selezionate le tecnologie applicabili ad ogni settore in funzione della loro attuale diffusione e di quella prevista in futuro. Le maggiori differenziazioni sono legate ai processi di conversione termica e agli impianti di cogenerazione. Nel settore industriale è previsto il possibile utilizzo di tutti i combustibili, mentre per gli altri settori sono stati esclusi quelli di più bassa qualità (derivati del carbone, combustibile da rifiuto, olio combustibile, etc.). Inoltre nel settore residenziale gli impianti di cogenerazione considerati sono solo quelli alimentati a gas naturale, con l'aggiunta di unità alimentate a biomassa legnosa nel caso del settore terziario.

Ogni processo è definito, oltre da input e output, anche attraverso perdite e consumi di processo (ovvero dovuti allo suo svolgimento) e generazione di prodotti ad uso non energetico. Allo stato attuale la metodologia prende in considerazione perdite e consumi di processo esclusivamente in termini di valore energetico complessivo. Con ulteriori attività di sviluppo, sarà possibile imputare tali entità agli specifici vettori cui si riferiscono.

Infine, per il settore dei trasporti non sono stati analizzati processi di trasformazione, conteggiando il consumo finale di carburanti divisi per tipologia. I carburanti considerati sono i seguenti:

- electricity
- natural gas
- motor gasoline
- aviation fuels
- gas/diesel oil
- fuel oil
- liquefied petroleum gas
- biodiesel
- biogasoline
- biogas

2.2.3 Contatori

I contatori che sono stati inseriti nel modello hanno il compito di rappresentare il valore del flusso energetico in oggetto, sia in unità caratteristiche che in ktep. Inoltre vengono rappresentate la quota di energia rinnovabile associata al flusso di energia e la quota di emissione di CO₂ ad esso riconducibile. La loro funzione è soprattutto quella di fornire un confronto quantitativo tra i diversi vettori coinvolti, aggregandoli in energia primaria ed energia secondaria. I contatori presenti nel modello sono relativi alle seguenti sezioni:

- produzione interna sul territorio ("*indigenous production*");
- importazione ("*import*");
- esportazioni ("*export*");
- variazioni delle scorte ("*storage*");
- consumi finali ("*final meter*");
- consumi del settore residenziale ("*domestic*");
- consumi del settore terziario ("*commercial and public services*");
- consumi del settore agricoltura e pesca ("*agriculture and fishing*");
- consumi del settore industriale ("*industry*");
- consumi del settore trasporti ("*transport*").

Ciascun contatore effettua un'aggregazione es dei flussi di interesse specifico. Per alcuni vettori energetici non è prevista la possibilità di stoccaggio annuale (ad esempio nel caso dell'energia elettrica); inoltre l'impiego dei vettori energetici è differenziato in funzione del settore (ad esempio i derivati del carbone non sono utilizzati nel settore residenziale). Ciascun settore degli usi finali (ad eccezione dei trasporti) è dotato di contatori di energia elettrica, termica e frigorifera che misurano i consumi ultimativi ovvero i servizi forniti a valle delle conversioni energetiche presso gli utenti finali.

2.2.4 Nodi di bilancio

Infine ad ogni vettore energetico considerato è associato un nodo di bilancio, in cui confluiscono le principali grandezze ad esso relative. Nei nodi di bilancio sono generalmente rappresentati:

- produzione interna o produzione da processi di trasformazione ("*indigenous production/production*");
- importazioni ("*import*");
- esportazioni ("*export*");
- variazione delle scorte ("*storage*");
- consumo lordo ("*gross consumption*");
- perdite di rete ("*grid losses*");
- autoconsumi di rete ("*grid consumptions*").

Le ultime due voci sono legate alle perdite e ai consumi per il trasporto del combustibile, sia che questo avvenga attraverso reti fisiche (quali oleodotti, gasdotti, reti elettriche o di teleriscaldamento), sia che si tratti di reti logistiche realizzate mediante altre modalità di trasporto. Allo stato attuale la metodologia prende in considerazione esclusivamente consumi di trasporto inerenti lo stesso vettore energetico trasportato. Con ulteriori attività di sviluppo, sarà possibile tenere conto anche di consumi di trasporto da imputare a vettori differenti da quelli relativi alla rete rappresentata.

Nel caso dei flussi di energia elettrica, termica e frigorifera, è inserita nel nodo di bilancio anche la produzione da utenti finali (denominata "*final production*"), che è stata tenuta distinta per valutarne in modo più immediato il contributo all'interno del bilancio globale del vettore.

2.2.5 Esempi di filiere

Si descrivono nel seguito alcune filiere energetiche: il gas naturale, il cippato di legna e l'energia elettrica. Scopo della trattazione è quello di esemplificare l'approccio generale seguito nello sviluppo della metodologia, evidenziando le particolarità relative al singolo vettore energetico.

Il *gas naturale* è un vettore primario, che può derivare da estrazione all'interno del territorio considerato oppure importazione. In questo ultimo caso vanno considerati anche i flussi di gas naturale liquefatto (GNL), che richiedono la presenza di impianti di rigassificazione sul territorio. Inoltre occorre prevedere la possibilità di produzione di bio-metano da upgrading di biogas, contribuendo ad associare al gas naturale una quota di energia rinnovabile. Il flusso totale di gas naturale disponibile per il consumo è dato dalla somma tra i flussi prodotti e importati sul territorio, a cui vanno integrate le informazioni relative alle esportazioni e alle variazioni annuali delle scorte. Confrontando il risultato con il consumo finale lordo, si ottengono per differenza le perdite e gli autoconsumi di rete. Le perdite in questo caso rappresentano le fughe di gas che avvengono sulla rete di trasporto e distribuzione, mentre gli autoconsumi si riferiscono ad eventuali consumi di gas naturale relativi all'esercizio delle reti di trasporto e distribuzione.

I consumi di gas naturale sul territorio sono imputabili a molteplici processi. All'interno del settore della trasformazione esso è utilizzato per la produzione di energia elettrica, per la produzione di energia in cogenerazione, per la produzione di energia termica a servizio di reti di teleriscaldamento o per la produzione (mediante gruppi ad assorbimento) di energia frigorifera per teleraffrescamento. La quota restante è destinata ai consumi degli usi finali, divisi per settori. Nel caso di residenziale, terziario, agricoltura e industria il combustibile viene ulteriormente utilizzato in processi di trasformazione per ottenere energia elettrica, termica e frigorifera, identificati come consumi ultimativi. Per quanto concerne i trasporti, il consumo viene rappresentato come impiego diretto come carburante (la versione attuale del modello non prevede un'unità funzionale per valutare il servizio reso di trasporto)..

In Figura 3 è illustrato uno schema dei flussi inerenti il gas naturale, come rappresentati nello schema metodologico descritto.

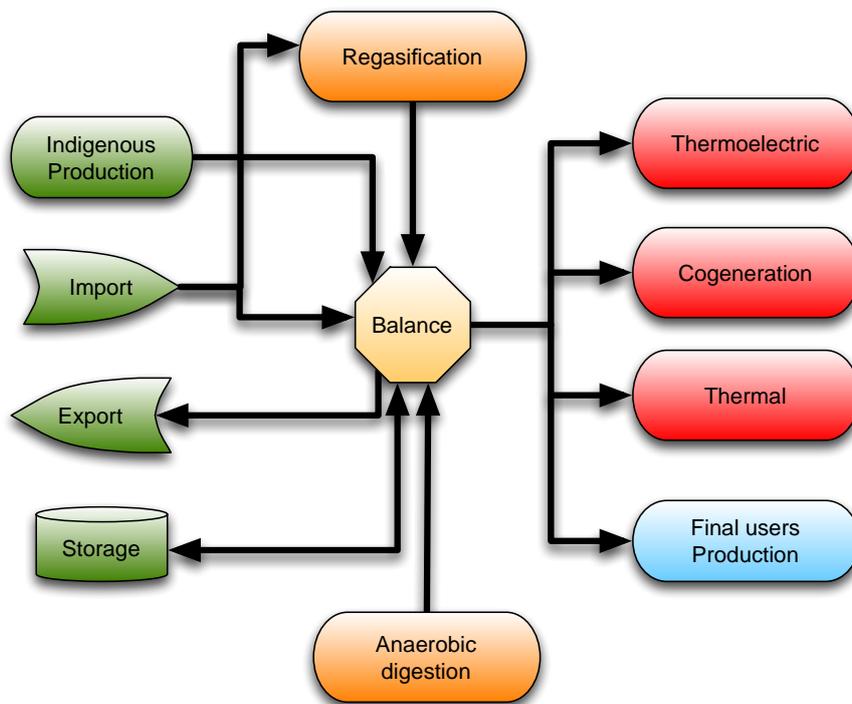


Figura 3: Flussi di gas naturale

Il *cippato di legna* è un vettore secondario, originato dalla lavorazione di legname proveniente da attività forestale o arboricoltura, residui di trattamento del verde urbano, scarti di segheria, etc.

Analogamente al gas naturale, devono essere valutati i flussi di importazione ed esportazione. Alla rete logistica di distribuzione sul territorio sono associabili eventuali perdite di prodotto e consumi di trasporto. Il cippato di legna viene consumato sia nel settore della trasformazione (per produzione di energia elettrica, termica e in cogenerazione) che nei vari settori degli usi finali. In base al settore il cippato può essere utilizzato per la semplice produzione di energia termica o in impianti termoelettrici di piccola e media dimensione.

In Figura 4 è illustrato uno schema dei flussi inerenti il cippato di legna, come rappresentati nello schema metodologico descritto.

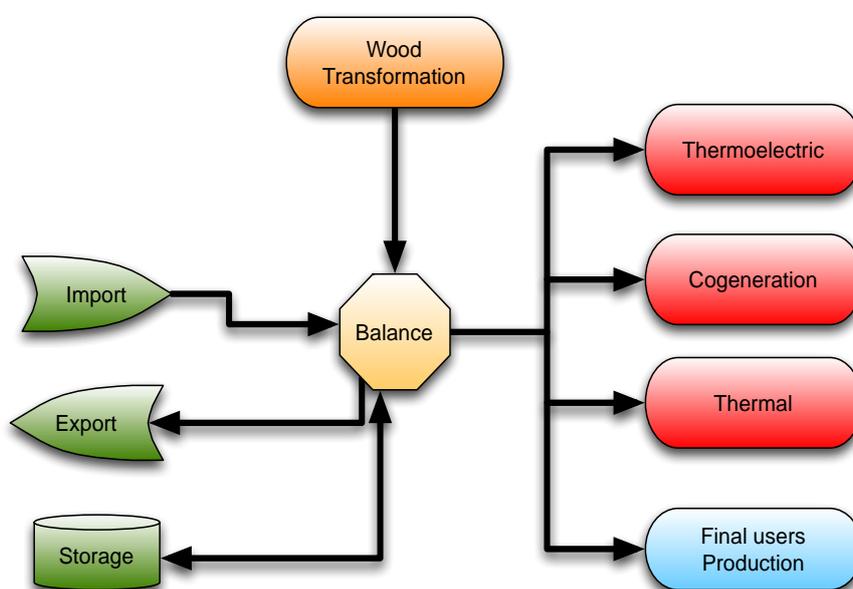


Figura 4: Flussi di cippato di legna

La presentazione del vettore *energia elettrica* presenta alcune particolarità che lo differenziano dai casi precedenti.

L'energia elettrica è un vettore secondario, prodotta sul territorio a partire da processi termoelettrici o di cogenerazione alimentati da diverse tipologie di combustibile fossili o rinnovabili (si rimanda al punto 2.2.2), oppure da processi di conversione energetica alimentati con altre fonti rinnovabili. Non sono presenti funzioni di stoccaggio diretto ma è interessata da attività di accumulo indiretto, tramite gli impianti idroelettrici di pompaggio.

La quota di energia rinnovabile associata all'energia elettrica è ampiamente variabile in funzione della sua origine. Risulta quindi evidente la rilevanza di una sua corretta imputazione, sia per le quote di importazione che per quelle di produzione interna, ai fini del bilancio globale relativo all'energia da fonti rinnovabili.

A tale scopo, è necessario tenere conto dell'importanza crescente assunta dalla produzione elettrica che avviene presso gli utenti finali. Parte di questa "produzione finale" può essere oggetto di immissione in rete e pertanto deve essere considerata all'interno del bilancio elettrico, sia in termini complessivi che di quota rinnovabile.

L'energia elettrica è utilizzata in tutti gli usi finali, sia direttamente sia per la produzione di energia termica o frigorifera all'interno di diversi processi (boiler elettrici, pompe di calore, gruppi frigoriferi, etc.). Inoltre

devono essere considerati i consumi di energia elettrica per trasporti, in particolare in relazione al potenziale incremento dell'alimentazione di veicoli elettrici.

Uno schema dei flussi inerenti l'energia elettrica, come rappresentati nello schema metodologico descritto, è illustrato in Figura 5.

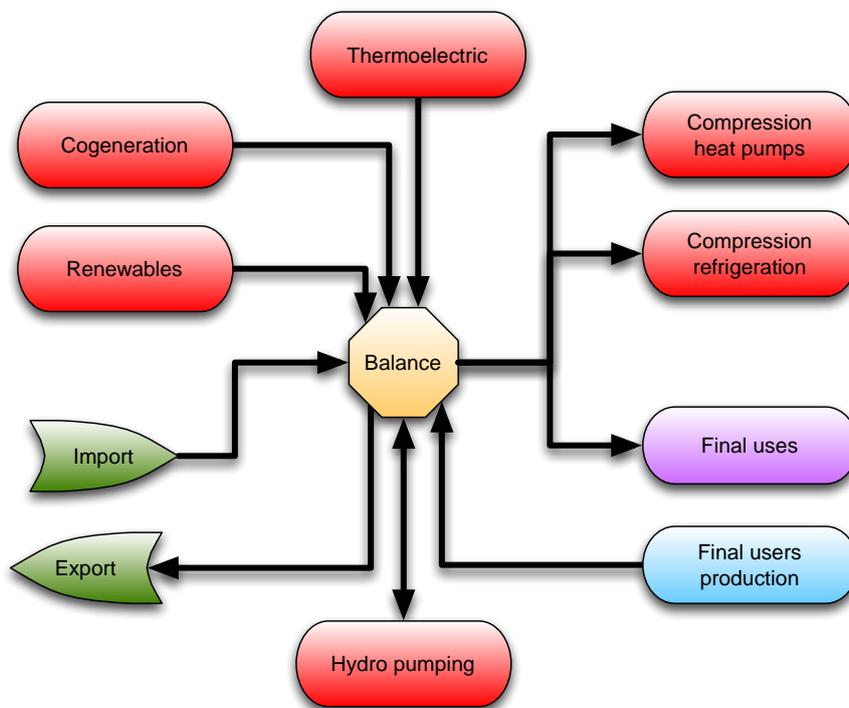


Figura 5: Flussi di energia elettrica

2.3 Metodologia di calcolo

I flussi energetici analizzati sono in alcuni casi definiti da dati di input, mentre in altri casi sono frutto di calcoli o di stime. Nel seguito sono descritte le principali scelte alla base dei calcoli effettuati.

Il modello è sviluppato per un inserimento dei dati multiannuale, pertanto ad ogni flusso è associato un vettore di valori in funzione dei dati disponibili. I tre ambiti di valori considerati sono i flussi di energia, la quota di rinnovabili e le emissioni di CO₂. Ad ognuno di essi è associata una matrice composta da tutti i vettori relativi ad ogni singolo flusso. Il flusso di calcolo del modello differisce tra il caso di bilancio a consuntivo e quello di scenario previsionale, con un'inversione tra input e output.

Nel calcolo a consuntivo il modello utilizza come input i dati relativi alle produzioni di vettori energetici, le importazioni, le esportazioni e i valori di consumi finali. Il flusso di calcolo è quindi idealmente rappresentabile dalle fonti primarie agli usi finali, fino a calcolare gli effettivi fabbisogni di energia elettrica, termica e frigorifera, detti consumi ultimativi.

Questi ultimi sono invece alla base del modello previsionale, in quanto tali fabbisogni devono essere assunti conformemente agli scenari di previsione formulati dal pianificatore energetico locale. Quindi, a partire dai valori ipotizzati per i consumi ultimativi di energia, il flusso di calcolo risale verso le fonti primarie per determinarne i fabbisogni necessari a soddisfare gli usi richiesti.

In Figura 6 e in Figura 7 sono rappresentati i flussi di calcolo nei casi di simulazione a consuntivo e di simulazione previsionale.

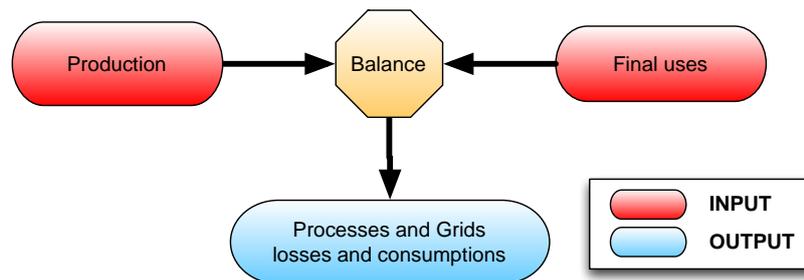


Figura 6: Flusso di calcolo a consuntivo

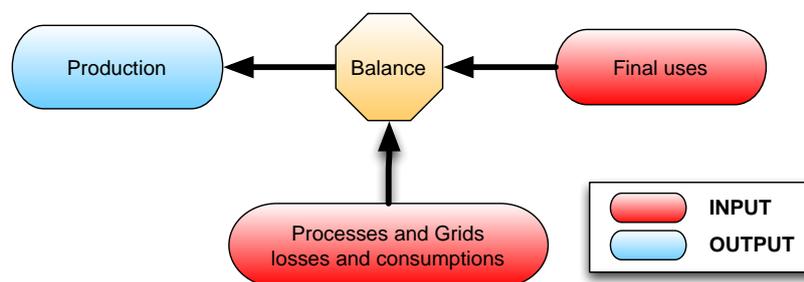


Figura 7: Flusso di calcolo previsionale

Specifiche logiche di calcolo sono implementate per ciascun processo in esame, in funzione dei dati disponibili e misurabili.

Nel settore delle conversioni energetiche vengono forniti dati relativi al consumo di vettori energetici, alla produzione lorda e netta di energia elettrica, nonché alla produzione di energia termica e frigorifera per reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento. All'interno di ogni processo vengono quindi calcolate le efficienze medie di conversione relative al parco centrali, tenendo in considerazione i consumi degli ausiliari di impianto.

Nel settore delle produzioni presso gli utenti finali la situazione è differente, a causa dell'ampia diffusione e delle ridotte dimensioni medie degli impianti. Inoltre non sono disponibili dati esaustivi inerenti l'entità delle energie prodotte dagli impianti presso gli utenti. Risulta quindi necessario adottare modalità di stima di tali produzioni, attraverso l'indicazione di valori medi delle efficienze di generazione energetica, differenziati in base alla tipologia di processo e vettore utilizzato. Tali ipotesi sono richieste come dati di input, in modo da consentirne l'adattamento alla situazione dello specifico territorio considerato.

Nel caso di scenari previsionali, i parametri delle efficienze di generazione sono invece il risultato di ipotesi di evoluzione del parco impianti installati sul territorio formulate dal pianificatore energetico locale.

La quota di energia rinnovabile associata ad un vettore energetico è rappresentata all'interno del modello per ognuno dei flussi considerati. Per alcuni vettori la quota è fissata pari a zero (nel caso dei combustibili fossili) o a uno (nel caso delle fonti rinnovabili). Come si è visto, per alcuni vettori energetici detta quota dipende fortemente dalla loro origine; in questi casi la quota rinnovabile deve essere calcolata all'interno del modello per ciascun dei flussi in questione. Pertanto lo stesso vettore può avere quote di rinnovabili differenti a seconda della posizione in cui si trova all'interno dello schema. Talvolta la quota di energia rinnovabile è necessaria come dato di input, in quanto definita da elementi esterni all'analisi (ad esempio per la parte biodegradabile dei rifiuti solidi urbani o per la quota di energia rinnovabile associata alle importazioni di energia elettrica).

La versione attuale del modello permette inoltre di associare ai flussi energetici le emissioni di anidride carbonica originate dai processi di combustione effettuati nella loro generazione. Sono impiegati i fattori di

emissione IPCC per correlare l'emissione di CO₂ al consumo di combustibile. Tali emissioni sono successivamente allocate sui vettori energetici prodotti, fino ad arrivare agli usi finali.

Nei processi in cui si hanno più flussi di output è necessario effettuare un'allocazione delle emissioni su ognuno dei flussi. L'applicazione dove più frequentemente si verifica questo problema è la produzione in cogenerazione di energia elettrica e termica. Vi sono molteplici criteri possibili per effettuare tale allocazione rispetto alle dimensioni dei flussi in uscita (valori energetici, exergetici, economici, etc.). Non sono disponibili indicazioni specifiche, né nel Regolamento Europeo n. 1099/2008, né in altri documenti ufficiali comunitari in materia. Allo stato attuale, la metodologia adotta un criterio basato sulla ripartizione delle emissioni in proporzione al valore energetico dei flussi in uscita. Con ulteriori attività di sviluppo, sarà possibile tenere conto anche di scelte alternative, in funzione della disponibilità dei dati necessari per effettuare tali calcoli.

L'allocazione su tutti i flussi permette di osservare, ad ogni livello del sistema energetico analizzato, l'entità delle emissioni associate a ciascun vettore, processo e uso energetico. Inoltre è possibile il calcolo dei fattori di emissione medi per i flussi energetici relativi ai consumi ultimativi (energia elettrica, termica e frigorifera), ottenendo così un indicatore prestazionale di sintesi da impiegare nella costruzione di scenari di pianificazione.

2.4 Risultati e dati di output

La metodologia descritta permette di ottenere molteplici risultati e dati di output, in funzione delle specifiche necessità. La struttura con cui è descritto il sistema permette di interrogare il database al fine di aggregare i flussi di energia e confrontare diversi anni, così come le informazioni calcolate in fase consuntiva e previsionale. A partire dalla definizione di bilanci energetici a consuntivo multiannuali e scenari previsionali, è possibile verificare il raggiungimento degli obiettivi previsti dal pacchetto Clima e Energia dell'Unione Europea. La metodologia permette inoltre di confrontare i risultati di diverse scelte di pianificazione su tutti e tre gli obiettivi oggetto di indagine. La possibilità di valutare contemporaneamente gli effetti di diverse soluzioni su tutti gli obiettivi di interesse permette di confrontare le diverse strategie di pianificazione in modo completo e coerente.

La metodologia proposta permette di:

- analizzare nel dettaglio le quote di energia primaria ripartite sui diversi vettori e le loro variazioni, ai fini della verifica dell'obiettivo comunitario sull'efficienza energetica (riduzione del 20% dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario tendenziale)
- confrontare differenti scenari e configurazioni di produzione, distinguendo gli effetti prodotti dalle modificazioni indotte nel mix energetico da quelli dovuti alle variazioni di fabbisogno degli usi finali, ai fini della verifica dell'obiettivo comunitario sull'energia da fonte rinnovabile (quota pari al 20% dei consumi finali)
- analizzare quali siano i settori maggiormente responsabili di emissioni di CO₂ e confrontare gli effetti ottenibili con diverse azioni, ai fini della verifica dell'obiettivo comunitario sulle emissioni climalteranti (riduzione di emissione di gas climalteranti del 20% rispetto ai livelli del 1990)

La Figura 8 rappresenta uno dei risultati di calcolo producibili attraverso l'impiego della metodologia proposta: un confronto tra diversi scenari previsionali per quanto riguarda la quota di energia rinnovabile nei consumi finali di energia.

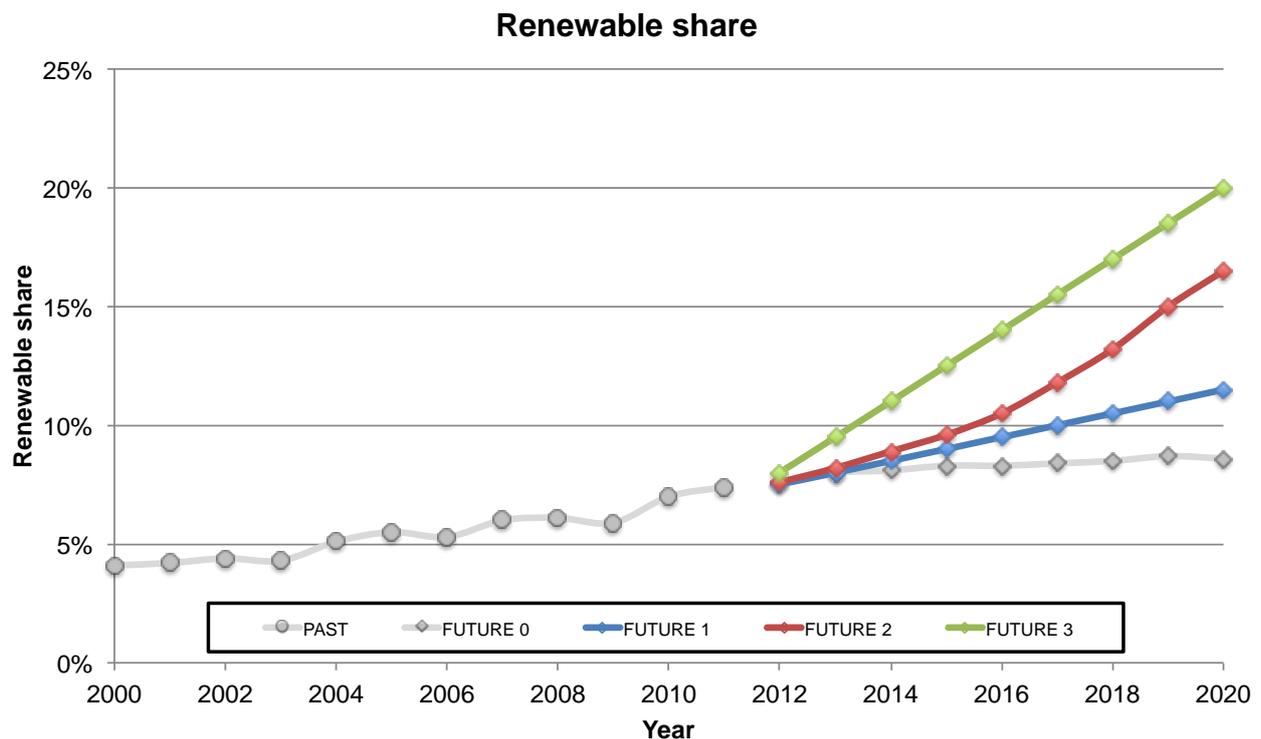


Figura 8: Esempio di confronto tra diversi scenari di sviluppo

L'analisi coerente di tutti gli obiettivi è uno strumento importante che permette di non tralasciare eventuali effetti secondari insiti nelle scelte di pianificazione.

Un esempio tipico è la sostituzione di generatori di calore presso gli utenti finali alimentate da fonti fossili con generatori alimentati a biomasse. I vantaggi derivanti dall'aumento della quota di produzione da fonte rinnovabile sono da confrontare con il rendimento medio tipicamente inferiore rispetto alla soluzione precedente, per cui risulta necessario considerare con cautela interventi di questo tipo. Essi dovranno essere affiancati da ulteriori interventi atti a mitigare gli effetti secondari negativi della scelta.

Inoltre lo stesso intervento può fornire effetti differenti in funzione del settore in cui è applicato, e una conoscenza precisa e dettagliata della situazione attuale del territorio di interesse è un prerequisito imprescindibile per la definizione di una strategia efficace di interventi nel settore energetico.

3 B.1 – Conclusioni

Nel presente rapporto sono descritti i presupposti e l'organizzazione della metodologia sviluppata, esaminando in dettaglio i principali procedimenti di calcolo adottati. La metodologia proposta risulta di interesse per la redazione di bilanci energetici con una struttura conforme per la verifica degli obiettivi previsti dal pacchetto Clima ed Energia dell'Unione Europea. La rappresentazione dei flussi fisici associati ai diversi vettori energetici permette di analizzare tutte le fasi di produzione, trasformazione e uso dell'energia. Inoltre la metodologia rende possibile il confronto tra scenari differenti, analizzando nello specifico le quote di energia ottenuta da fonti rinnovabili, l'effetto di interventi di efficienza energetica e riduzione dei consumi, le produzioni di energia presso gli utenti finali e il ruolo delle reti energetiche.

L'articolata struttura del modello proposto è costruita in modo da rispondere alle stringenti esigenze di statistica e pianificazione energetica locale, di crescente rilevanza per effetto delle politiche comunitarie. Il suo impiego richiede un grado di dettaglio significativamente più elevato rispetto a quello attualmente offerto dalla statistiche energetica convenzionale. Le ulteriori fasi di sviluppo metodologico dovranno pertanto essere svolte in parallelo ad un approfondimento sulle basi dati attualmente disponibili e sulle eventuali esigenze di una loro ulteriore implementazione.

4 B.2 – Integrazione di specifico componente terziario pubblico

L'Unione Europea assegna alle amministrazioni pubbliche un ruolo centrale nell'ambito degli obiettivi di riduzione dei consumi di energia e di promozione dell'uso delle fonti rinnovabili. Gli edifici pubblici devono infatti attenersi ai nuovi standard di efficienza energetica ad energia quasi zero con due anni di anticipo rispetto agli altri edifici (Direttiva 2010/31/UE): è richiesta una riqualificazione energetica, a partire da un minimo del 3% annuo di edifici con una superficie maggiore di 500 m² (che scenderà a 250 m² da luglio 2015). Inoltre gli Stati membri dovranno dotarsi di un inventario delle prestazioni energetiche degli edifici pubblici entro il 31 dicembre 2013.

La metodologia LEB (presentata nel rapporto B.1) consente la quantificazione degli effetti attesi dagli interventi di efficienza energetica e verificarne le prestazioni a posteriori. Inoltre è possibile confrontare diverse opzioni di intervento sul patrimonio pubblico, analizzando la variazione di consumi di energia finale, di efficienza di conversione presso gli utenti finali, di uso di energia da fonti rinnovabili e di emissione di gas ad effetto serra.

Il presente rapporto riguarda l'inserimento, all'interno dello schema della metodologia LEB, di un nuovo componente in grado di tracciare gli usi energetici che avvengono in relazione al complesso delle attività e degli edifici del terziario pubblico. L'integrazione effettuata permette di analizzare sia i flussi di vettori energetici che le conversioni di energia locali, introducendo un livello di analisi ulteriore rispetto a quello dei consumi finali di energia individuato nelle metodologie convenzionali.

In particolare, tale approccio consente di distinguere gli effetti delle azioni di efficienza e risparmio energetico. Ad esempio è possibile studiare separatamente le variazioni della richiesta energetica diretta degli edifici (determinate da azioni sull'involucro edilizio, sugli apparecchi utilizzatori o sulle dinamiche di consumo), distinguendole dalle variazioni dei consumi di vettori energetici (dove intervengono anche gli interventi sugli impianti energetici di utenza). Analogamente per quanto riguarda le variazioni nelle modalità di approvvigionamento energetico (ad esempio teleriscaldamento, teleraffrescamento) o l'inserimento di fonti rinnovabili (ad esempio solare, biomasse, geotermia).

5 B.2 – Descrizione delle attività svolte e risultati

5.1 Inquadramento generale e obiettivi principali

Oggetto del presente rapporto è la definizione di uno specifico componente relativo al comparto del terziario pubblico all'interno della metodologia di redazione di bilanci energetici territoriali.

L'obiettivo principale di questo componente è la possibilità di tracciare in maniera accurata tutti i relativi flussi energetici, per fornire dati utili al monitoraggio, a scala territoriale, dei consumi di energia e delle prestazioni energetiche medie del parco di edifici e impianti del settore in esame.

Un ulteriore obiettivo è relativo al monitoraggio dei dati inerenti il parco impianti alimentati a fonti rinnovabili installato presso strutture del terziario pubblico di un territorio, considerando l'energia prodotta e la quota di copertura del fabbisogno annuo complessivo degli edifici.

Le azioni di efficienza energetica possono essere analizzate con lo stesso approccio, sia in termini di scenari previsionali che di verifica a consuntivo dei risultati complessivi ottenuti. La possibilità di sviluppare un'analisi multi-annuale permette inoltre di monitorare gli interventi effettuati nell'arco del tempo, pianificando diversi interventi in funzione degli obiettivi desiderati.

L'analisi delle strutture del settore terziario è suddivisa in due principali questioni. Anzitutto è necessario descrivere in maniera accurata la strutturazione del settore terziario, individuandone le principali caratteristiche edilizie e le soluzioni impiantistiche attualmente esistenti. In secondo luogo si procede a quantificare i fabbisogni energetici dei diversi vettori in funzione delle caratteristiche evidenziate in precedenza. Si vedrà nel seguito la differenza tra interventi che possono modificare le caratteristiche di fabbisogno degli edifici (ad esempio interventi sull'involucro edilizio) da interventi che aumentano l'efficienza di conversione energetica presso l'utente finale (ad esempio la sostituzione di generatori di calore esistenti con soluzioni più efficienti).

5.2 Elementi di analisi del settore terziario pubblico

5.2.1 Obiettivi fissati dalla normativa vigente

La normativa europea negli ultimi anni ha affrontato il tema delle prestazioni energetiche negli edifici, con alcuni obiettivi specifici attribuiti agli edifici di proprietà delle Amministrazioni Pubbliche. I due provvedimenti che descrivono questi obiettivi sono la Direttiva 2010/31 UE e la Direttiva 2012/27/UE.

La Direttiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla prestazione energetica nell'edilizia contiene alcuni obiettivi specifici per gli edifici di proprietà di amministrazioni pubbliche. La Direttiva è stata recepita a livello nazionale con il decreto legge del Consiglio dei Ministri del 31/05/2013, dal titolo: *"Disposizioni urgenti per il recepimento della direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale."*

In particolare tale Direttiva prevede l'obbligo di produzione di un attestato di prestazione energetica per tutti gli edifici di proprietà di enti pubblici con metratura utile superiore a 500 m² (tale limite è ridotto a 250 m² a partire dal 9 luglio 2015). Questo obbligo è reso effettivo a partire da 120 giorni dalla pubblicazione del decreto attuativo da parte del Consiglio dei Ministri.

Inoltre tutti gli edifici di nuova costruzione di proprietà di un ente pubblico a partire dal 31 dicembre 2018 dovranno essere conformi allo standard di edifici a energia quasi zero (definiti con l'acronimo inglese NZEB). Il limite per tutti gli altri edifici è invece in vigore a partire dal 1° gennaio 2021.

Oltre alla definizione di questi obiettivi specifici, la Direttiva sottolinea il ruolo di esempio che dovrebbero avere le Amministrazioni Pubbliche nella promozione degli interventi di efficienza energetica. Essa infatti ribadisce il ruolo guida del settore pubblico nell'ambito della prestazione energetica degli edifici e della sua attestazione.

La Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio sull'efficienza energetica impone agli Stati membri la riqualificazione annua dal 2014, del 3% della superficie utile degli edifici di proprietà del *governo centrale*¹. La direttiva ad oggi non è ancora stata recepita a livello nazionale.

I campi di intervento interessano l'efficienza energetica per il riscaldamento nella stagione invernale, l'efficienza energetica negli impianti di climatizzazione nella stagione estiva, i problemi termigrometrici legati al comfort e alla salubrità ambientale, e sono inoltre previste azioni di intervento alternative atte a operare sul comportamento dell'utenza degli edifici oggetto di analisi.

La quota del 3% è calcolata sulla superficie coperta totale degli edifici oltre i 500 m²; tale soglia scenderà a 250 m² a partire dal 9 luglio 2015.

Dovrà essere data priorità agli edifici con la più bassa prestazione energetica, laddove ciò è efficiente in termini di costi e tecnicamente possibile, mentre potranno essere esclusi gli immobili di valore architettonico o storico - qualora la riqualificazione dovesse compromettere il loro aspetto - e gli edifici destinati alla difesa (esclusi gli edifici ad uso uffici e amministrativi) e al culto.

La Direttiva prevede che *“Entro il 31 dicembre 2013 gli Stati membri stabiliscono e rendono pubblico un inventario degli edifici riscaldati e/o raffreddati del governo centrale con una superficie coperta utile totale superiore a 500 m² e, a partire dal 9 luglio 2015, superiore a 250 m², ad eccezione degli edifici esentati a norma del paragrafo 2. L'inventario comprende i seguenti dati:*

1. *la superficie coperta in m²;*
2. *la prestazione energetica di ciascun edificio o dati energetici pertinenti.”*

Inoltre, *“Gli Stati membri possono optare per un approccio alternativo ai paragrafi da 1 a 5 del presente articolo, adottando altre misure efficaci in termini di costi, comprese ristrutturazioni profonde e misure intese a modificare il comportamento degli occupanti, al fine di conseguire entro il 2020 un volume di risparmio energetico negli edifici ammissibili di proprietà del loro governo centrale o da esso occupati almeno equivalente a quello richiesto”*

5.2.2 Principali caratteristiche delle strutture pubbliche

Il settore terziario pubblico contiene al suo interno una varietà di edifici, che possono avere caratteristiche energetiche differenti in funzione della destinazione d'uso.

Le principali tipologie in cui possono essere raggruppati gli edifici pubblici presenti sul territorio nazionale sono le seguenti:

- strutture adibite ad uso uffici o similari;
- strutture scolastiche;
- strutture ospedaliere.

I principali fabbisogni energetici sono riconducibili all'energia elettrica, al calore e al raffrescamento. L'energia elettrica è utilizzata per l'illuminazione e per i servizi connessi alla particolare tipologia di edificio (utilizzo di computer, macchinari di laboratorio, strumentazioni mediche, etc.). Il calore è richiesto principalmente per il riscaldamento degli edifici, e in parte per la generazione di acqua calda sanitaria.

¹ Nella definizione di *governo centrale* sono ricompresi tutti i servizi amministrativi la cui competenza si estende su tutto il territorio di uno Stato membro. Se in un determinato Stato membro e per una determinata competenza non esiste un servizio amministrativo che copre tutto il territorio, l'obbligo dovrebbe applicarsi ai servizi amministrativi le cui competenze coprono congiuntamente tutto il territorio.

Inoltre in alcune applicazioni specifiche può esserci richiesta di calore per altri usi (ad esempio l'utilizzo di vapore in alcuni ospedali). Infine il raffrescamento degli edifici dipende dalla destinazione d'uso, e può essere assente nel caso di strutture scolastiche o presente (e in alcuni casi fondamentale) nel caso di strutture ospedaliere o ad uso uffici.

Nel seguito verranno approfondite le modalità di produzione di questi vettori energetici presso gli utenti finali, considerando i principali processi caratterizzanti il settore terziario.

5.3 Flussi e processi considerati

Nella metodologia proposta, il settore terziario pubblico è definito da flussi di vettori energetici e da processi di conversione presso le utenze finali. L'analisi dei flussi energetici in ingresso e le caratteristiche di efficienza delle differenti tecnologie di conversione impiegate, consente il calcolo dei fabbisogni di energia elettrica, calore e raffrescamento degli edifici.

Tale approccio permette di apprezzare distintamente gli effetti prodotti, alla scala del territorio in esame, dei vari interventi di efficienza energetica attuati.

Ad esempio è possibile rappresentare separatamente i risultati ottenuti da azioni complessive sugli involucri edilizi da quelli dovuti ad interventi sul parco impianti di riscaldamento e di climatizzazione. Nel primo caso l'effetto è riscontrabile in termini di diminuzione dei consumi energetici ultimativi, come evidenziati dalla metodologia LEB (energia elettrica, calore e freddo); nel secondo caso, la diminuzione dei consumi di vettori energetici in ingresso (ad esempio gas naturale, gasolio, cippato, etc.) è interamente correlabile all'incremento dell'efficienza di conversione, senza variazioni dei consumi energetici ultimativi.

Nel seguito sono descritti nel dettaglio i vettori energetici considerati, e i processi di conversione energetica ad essi associati per il settore terziario pubblico. La scelta è effettuata considerando i flussi di maggior interesse e diffusione, in analogia ai criteri seguiti per lo sviluppo del modello LEB (come descritto nel rapporto B.1).

5.3.1 Vettori energetici

In Tabella 5-1 sono riportati i vettori energetici selezionati per il settore del terziario pubblico. Essi rappresentano le tipologie di energia in ingresso, passibili di ulteriore conversione in energia elettrica, calore e freddo attraverso gli impianti presenti presso le strutture stesse.

Tabella 5-1 – Vettori energetici considerati per il settore del terziario pubblico

Color	Energy vector	Unit
	electricity	GWh
	heat	GWh
	cool	GWh
	natural gas	MSm ³
	kerosene	kt
	gas/diesel oil	kt
	fuel oil	kt
	liquefied petroleum gas	kt
	patent fuel	kt
	log wood	kt
	compressed wood	kt
	chipped wood	kt
	hydro	GWh

	wind	GWh
	solar	GWh
	geo/aero/hydro-thermal	GWh

L'energia elettrica in ingresso indica la quantità totale prelevata dalla rete elettrica, che si suddivide tra la quota di consumo per la produzione di calore e/o freddo e la quota rimanente destinata ad altri servizi (illuminazione, apparecchiature, etc.).

I flussi di calore e freddo considerati in ingresso sono quelli riconducibili alla connessione a reti di teleriscaldamento o di teleraffrescamento, in quanto è l'unico caso in cui tali vettori energetici non sono prodotti presso l'utenza ma derivano dal prelievo diretto da una fonte esterna.

I combustibili considerati, di origine fossile e rinnovabile, rappresentano quelli in uso nel settore terziario per la produzione di energia.

Le modalità di espressione dei flussi energetici (in particolare per le energie rinnovabili) sono conformi a quanto previsto dal Regolamento Europeo n. 1099/2008, in materia di statistiche energetiche.

5.3.2 Processi di conversione

In Tabella 5-2 sono rappresentati i processi di conversione considerati all'interno del settore terziario pubblico.

Tabella 5-2 – Vettori energetici considerati per il settore del terziario pubblico

Conversion Process	INPUT vectors	OUTPUT vectors
Thermal	electricity natural gas kerosene gas/diesel oil fuel oil liquefied petroleum gas patent fuel log wood compressed wood chipped wood	heat
Cogeneration	natural gas chipped wood	electricity heat
Compression Heat Pumps	geo/aero/hydro-thermal electricity	heat
Absorption Heat Pumps	geo/aero/hydro-thermal natural gas	heat
Solar thermal	solar	heat
Photovoltaic	solar	electricity
Wind turbines	wind	electricity
Hydroelectric	hydro	electricity
Compression refrigeration	electricity	cool
Absorption refrigeration	natural gas heat	cool

Gli impianti termici rappresentano tutte le caldaie per la produzione di calore per riscaldamento e acqua calda sanitaria. Il consumo di energia elettrica per la produzione di calore è principalmente associato alla presenza di bollitori elettrici per la produzione di acqua calda sanitaria, che sono diffusi prevalentemente in caso di uffici o scuole che non hanno un circuito di distribuzione dell'acqua calda.

Il calore prodotto dagli impianti termici presso il settore terziario non viene generalmente misurato, ad eccezione di impianti di taglia più grande, generalmente a servizio di ospedali e inseriti in contratti di gestione calore. In questi casi non è inusuale la presenza di contacalorie che misurano la quantità di calore effettivamente erogata all'utenza, che può essere utilizzata come parametro per calcolare il costo di gestione dell'impianto. Nella maggioranza dei casi questa misura non è disponibile, a causa del costo dello strumento e della mancanza di interesse per questo tipo di dato. Tuttavia esso risulta fondamentale per l'analisi di interventi di efficienza energetica dell'edificio combinati ad interventi sulla centrale di produzione, per poter ripartire i benefici ottenuti dalle diverse azioni.

Per il calcolo del calore prodotto, quando non disponibili dati diretti, è quindi necessario ipotizzare valori medi dell'efficienza di conversione. Tali valori sono correlabili molteplici aspetti (ad esempio la tipologia di generatore di calore, di combustibile utilizzato, l'anno di installazione, le temperature di esercizio, etc...). Allo stato attuale la metodologia introduce una differenziazione in funzione della tipologia di combustibile utilizzato. Ulteriori attività di sviluppo potranno prevedere ulteriori livelli di dettaglio, anche in funzione di verifiche sulla disponibilità di informazioni, da parte delle amministrazioni pubbliche, sui propri parchi impianti.

Gli impianti di cogenerazione nel terziario pubblico sono in larga prevalenza presenti a servizio di ospedali, le cui dimensioni e le caratteristiche dei fabbisogni ne rendono conveniente l'installazione.

La numerosità inferiore di questa tipologia di impianti, oltre alla loro collocazione in strutture pubbliche, consente l'ottenimento di informazioni dirette attraverso lo svolgimento di censimenti territoriali dei sistemi di cogenerazione esistenti. In questo modo possono essere resi disponibili i dati di consumo di combustibile e di energia elettrica e termica prodotti, senza la necessità di ricorrere a stime sulle efficienze di conversione.

Malgrado la prevalenza di tali impianti sia alimentata a gas naturale, la metodologia sviluppata contempla ulteriori alimentazioni (ad esempio il cippato di legna), mantenendo distinti per combustibile i dati di efficienza. Questo aspetto riveste particolare rilevanza nel caso di unità alimentate a biomassa legnosa, le quali presentano tipicamente rendimenti sensibilmente differenti rispetto a quelle alimentate a gas naturale.

Negli ultimi anni è in aumento l'impiego di pompe di calore a compressione e ad assorbimento, con l'utilizzo di fonte aerotermica, geotermica o idrotermica per produrre calore utile da fornire all'utenza. Le prestazioni di queste macchine sono dipendenti dalla taglia, dalla tipologia di fonte e dalle condizioni di temperatura del calore fornito all'utenza. Allo stato attuale la metodologia introduce una differenziazione tra unità a compressione di vapore e unità ad assorbimento. Per le due tipologie si definiscono l'energia in ingresso (energia elettrica o gas naturale) e l'efficienza (COP medio annuo di esercizio), da cui è possibile imputare sia l'energia utile prodotta sia quella ricavata dalla fonte utilizzata (aria, terreno o acqua di falda). La quota di energia rinnovabile associata alla produzione di energia termica da pompe di calore è valutata coerentemente con quanto indicato nell'Allegato VII della Direttiva Europea 2009/28/CE.

Le informazioni di esercizio sono disponibili attraverso le statistiche curate dagli enti di gestione dei programmi di incentivazione e finanziamento (in particolare GSE ed ENEA). Sono però necessari approfondimenti relativi alla possibilità di estrarre, a scala territoriale, il dato specifico relativo alle proprietà pubbliche, all'interno del complessivo.

Gli impianti solari termici sono generalmente utilizzati per la produzione di acqua calda sanitaria, ma in alcuni casi essi possono fornire anche un'integrazione agli impianti di riscaldamento. I fabbisogni di acqua calda sanitaria sono più alti per le strutture ospedaliere, mentre nei casi di scuole o uffici i consumi sono generalmente ridotti, a meno di presenza di palestre o laboratori con la presenza di docce.

La stima dell'energia termica prodotta da sistemi solari è generalmente correlata con la superficie installata e le caratteristiche climatiche del territorio in esame. In alcuni casi questa approssimazione può discostarsi significativamente dal reale esercizio dell'impianto; raramente sono disponibili misure dirette del calore prodotto da questi sistemi. I dati inerenti le superfici installate sono in larga parte desumibili da informazioni inerenti programmi di incentivazione e finanziamento.

Ulteriori informazioni di esercizio possono essere disponibili attraverso le statistiche curate dagli enti di gestione dei programmi di incentivazione e finanziamento (in particolare GSE ed ENEA). Sono però necessari approfondimenti relativi alla possibilità di estrarre, a scala territoriale, il dato specifico relativo alle proprietà pubbliche, all'interno del complessivo. Inoltre le potenziali evoluzioni dei programmi di incentivazione e finanziamento, indicano la necessità di procedere in ogni caso a censimenti territoriali dei sistemi esistenti presso la pubblica amministrazione.

Gli impianti fotovoltaici installati sugli edifici pubblici sono in larga prevalenza correlati a programmi di incentivazione e finanziamento.

Gli impianti inseriti presso gli utenti finali aderiscono al regime di scambio sul posto, in quanto una quota dell'energia prodotta è destinata all'autoconsumo presso l'utente finale. Viceversa, nella metodologia LEB gli impianti operanti in ritiro dedicato non sono ricompresi nel perimetro degli usi finali in quanto operano a tutti gli effetti come una centrale di produzione di energia elettrica; pertanto sono considerati nel settore della trasformazione.

Le informazioni di esercizio sono disponibili attraverso le statistiche curate dagli enti di gestione dei programmi di incentivazione e finanziamento (in particolare GSE ed ENEA). Sono però necessari approfondimenti relativi alla possibilità di estrarre, a scala territoriale, il dato specifico relativo alle proprietà pubbliche, all'interno del complessivo. Inoltre le potenziali evoluzioni dei programmi di incentivazione e finanziamento, indicano la necessità di procedere in ogni caso a censimenti territoriali dei sistemi esistenti presso la pubblica amministrazione.

Per completare il quadro relativo alle fonti rinnovabili, la metodologia sviluppata contempla anche la presenza, presso le strutture pubbliche di impianti idroelettrici di piccola taglia e mini-eolici. Analogamente a quanto osservato in precedenza, il reperimento di dati relativi a queste ulteriori tipologie richiede sia approfondimenti sui database a disposizione degli enti di gestione di programmi di incentivazione e finanziamento (in particolare GSE ed ENEA) che censimenti territoriali mirati alla pubblica amministrazione.

I gruppi frigoriferi considerati nella metodologia appartengono alle tipologie a compressione e ad assorbimento, con differenziazione delle relative efficienze di conversione.

I gruppi a compressione rappresentano la tecnologia più diffusa per la produzione di freddo e per la climatizzazione degli edifici. Nel caso di terziario pubblico essi sono associati a uffici e strutture ospedaliere, mentre le scuole ne sono generalmente sprovviste.

I gruppi frigoriferi ad assorbimento (che sono alimentati da calore anziché da energia elettrica) sono meno diffusi, e sono spesso inseriti all'interno di sistemi di trigenerazione, che possono essere alimentati a fonti fossili o a fonti rinnovabili. Nell'ambito del settore terziario pubblico essi possono essere previsti principalmente per le utenze ospedaliere, in cui sono spesso già presenti gruppi di cogenerazione a cui possono essere abbinati per recuperare il calore prodotto durante la stagione estiva.

Le informazioni relative all'esercizio dei gruppi frigoriferi sono generalmente molto scarse. Raramente sono presenti monitoraggi dei loro consumi, ancor meno per quanto concerne la misura della loro produzione. La valutazione di tali flussi necessita pertanto stime dedicate che sono implementate all'interno del componente sviluppato, attraverso l'imputazione di valori medi per le quote di consumo ed efficienze di conversione.

La metodologia proposta permette infine di considerare la presenza, presso le strutture del terziario pubblico, di generazione distribuita con scambio bidirezionale con le reti esterne (funzionalità in genere associate al concetto di "smart grid"). Per l'energia elettrica, termica e frigorifera prodotta dai processi

descritti, è possibile indicare una quota di produzione in eccesso che viene immessa in rete. Attualmente i casi più diffusi sono legati all'immissione in rete di energia elettrica; in prospettiva sono però prevedibili sviluppi ulteriori, ad esempio con immissione di energia termica in reti di teleriscaldamento, in particolare quando prodotta da fonti rinnovabili.

5.4 Metodo di analisi degli interventi di efficienza energetica

Come illustrato in precedenza la fornitura di energia in forma di energia elettrica, termica e frigorifera (denominati, nella metodologia LEB, consumi *ultimativi*) può avvenire direttamente attraverso il prelievo da reti di distribuzione oppure può essere ottenuta tramite trasformazioni presso gli usi finali (vedi Figura 9). Spesso si hanno soluzioni ibride, in cui la produzione presso l'utente è affiancata da una connessione alla rete con funzione di integrazione e/o riserva (si pensi ad esempio alla produzione di energia elettrica da un impianto fotovoltaico).

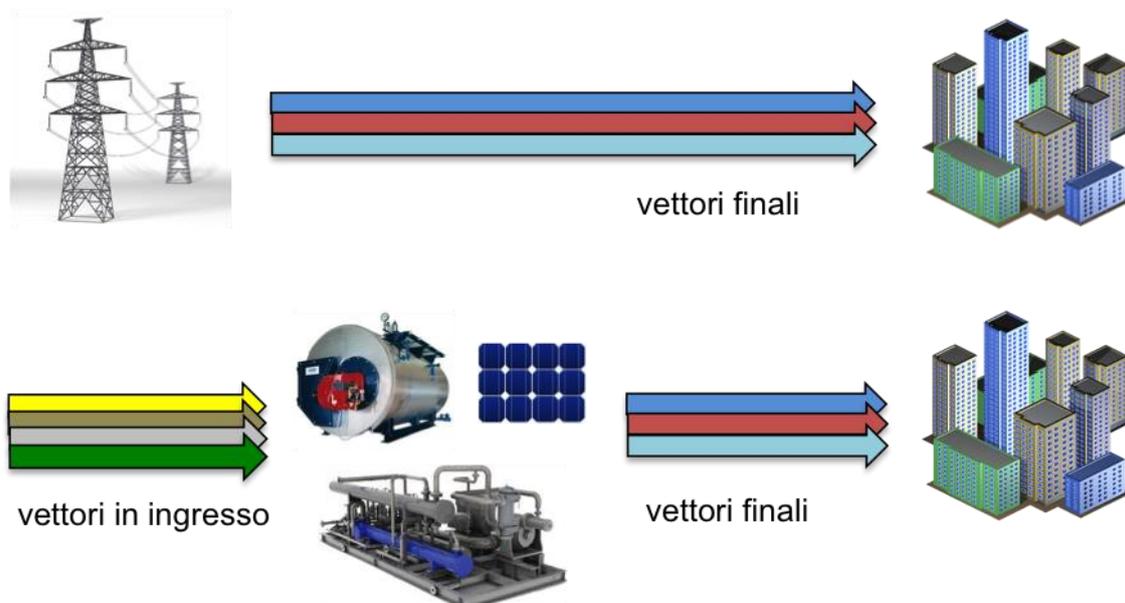


Figura 9 – Schema delle trasformazioni presso gli utenti finali

Gli interventi di efficienza energetica effettuati su edifici del settore terziario pubblico possono quindi essere scomposti in due differenti categorie:

- interventi sull'edificio o sue componenti, che portano ad una riduzione dei fabbisogni ultimi degli utenti finali (consumi ultimativi) e, a cascata, dei consumi di vettori energetici per usi finali;
- interventi sugli impianti di conversione dell'energia, che portano ad una riduzione dei consumi di vettori energetici per usi finali o ad una sostituzione della tipologia di fonte energetica, a parità di fabbisogni ultimi degli utenti finali (consumi ultimativi).

Nella prima categoria ricadono tutti gli interventi di riduzione del fabbisogno dell'edificio (come l'aumento dell'isolamento delle superfici disperdenti, la sostituzione di serramenti, la rimozione di ponti termici, etc.) ma anche la sensibilizzazione degli utenti, che porta ad una riduzione degli sprechi e ad un miglioramento dell'uso dell'energia, e gli interventi di ottimizzazione dell'esercizio degli impianti.

Gli effetti ottenuti da questi interventi sono misurabili sia quantificando la diminuzione di consumi ultimativi degli utenti che valutando la conseguente diminuzione dei fabbisogni di combustibile in ingresso ai sistemi di conversione dell'energia.

Nella seconda categoria ricadono invece gli interventi che hanno un effetto sulle fonti di energia in ingresso ai processi di trasformazione, sia da un punto di vista quantitativo (aumento dell'efficienza di trasformazione) che qualitativo (cambio della fonte di approvvigionamento). Gli interventi più frequenti sono la sostituzione di generatori di calore o gruppi frigoriferi con impianti più moderni ed efficienti, la sostituzione di altri componenti di sistema che portano ad un aumento globale dell'efficienza, la connessione a reti di teleriscaldamento o teleraffrescamento e l'integrazione di impianti a fonte rinnovabile (fotovoltaico, solare termico, biomasse, pompe di calore, etc.).

Gli effetti di questi interventi non consistono in una variazione dei consumi ultimativi, in quanto agiscono solo sulla modalità di produzione di quest'ultimi. Pertanto la valutazione degli interventi può essere effettuata considerando la variazione di consumo di energia primaria, e al tempo stesso la quota di fonti rinnovabili associata a questa quantità di energia in ingresso.

In alcuni casi si osserva come il ricorso a fonti rinnovabili possa portare ad una diminuzione dell'efficienza di conversione energetica (si pensi ad esempio alla sostituzione di una caldaia a gas naturale con una a cippato di legna, tipicamente con rendimento inferiore); azioni di questo genere, seppur contribuendo ad incrementare l'energia per usi finali da fonte rinnovabile, causano aumenti di energia primaria in ingresso.

L'effetto globale di tutti gli interventi di efficienza e risparmio energetico nel settore terziario può essere valutato in forma aggregata su tutto il parco edifici oppure (qualora disponibili informazioni di dettaglio) per tipologia di edifici (strutture ad uso uffici, strutture scolastiche e strutture sanitarie).

Inoltre è possibile analizzare il consumo di ogni singolo vettore energetico utilizzato, sia per i vettori finali (energia elettrica, calore e freddo) che per le fonti primarie o secondarie utilizzate per la loro produzione. La quota di energia rinnovabile totale e le emissioni di gas serra sono calcolate automaticamente. Sono possibili confrontare i consumi di differenti anni per valutare i trend di variazione dei consumi.

6 B.2 – Conclusioni

In questo rapporto è trattato l'inserimento di uno specifico componente per la quantificazione dei consumi energetici degli edifici del settore terziario all'interno della metodologia LEB sviluppata all'interno della presente attività di ricerca.

L'analisi svolta indica la necessità di disporre di strumenti idonei alla valutazione e alla verifica, a scala territoriale, degli obiettivi in materia di efficienza energetica del settore terziario pubblico, definiti dalle politiche comunitarie.

Lo strumento realizzato è in grado di analizzare su scala multi-annuale sia i consumi a consuntivo sia diversi scenari previsionali di intervento, i quali possono essere messi a confronto in termini di risultati conseguiti. I consumi energetici vengono analizzati in forma aggregata per la totalità degli edifici del settore terziario pubblico e della ripartizione per vettore energetico di interesse. Ai consumi energetici è anche associata la quota di fonti rinnovabili, calcolata in funzione del mix energetico utilizzato dagli edifici oggetto di analisi e del contenuto di energia rinnovabile caratterizzante ciascun vettore energetico esaminato. Allo stesso modo è valutata la quota di emissioni di gas ad effetto serra riconducibile all'energia consumata dal settore (limitatamente alle emissioni dei processi di combustione).

Analogamente a quanto già osservato in termini generali nel rapporto B.1, il componente dedicato alla rappresentazione del comparto terziario pubblico presenta una struttura articolata che richiede ulteriori implementazioni delle basi dati inerenti le strutture della pubblica amministrazione. Le ulteriori fasi di sviluppo metodologico dovranno pertanto essere finalizzate a verificare tali esigenze di integrazione.

7 B.3 – Test di applicazione della metodologia

L'attività di ricerca presentata in questo rapporto consiste nell'applicazione ad un caso reale della metodologia LEB presentata nel rapporto B.1, integrata con un componente aggiuntivo dedicato all'analisi del settore terziario pubblico, che è stato descritto all'interno del rapporto B.2.

La verifica, per un dato territorio, del raggiungimento degli obiettivi del Pacchetto Clima ed Energia dell'Unione Europea richiede un'analisi approfondita dei consumi di energia e dei processi di conversione. Sono inoltre richieste informazioni in merito alla quota di fonti rinnovabili e alle emissioni di gas ad effetto serra derivanti dal settore energetico.

La metodologia LEB è strutturata consentire lo sviluppo di queste analisi e fornire le risposte richieste. La sua applicazione richiede però una base dati più dettagliata rispetto a quella che attualmente utilizzata per la redazione delle statistiche energetiche convenzionali. Pertanto è necessario effettuare un test di applicazione ad un caso reale, al fine di verificare la disponibilità di dati preesistente e individuare le esigenze di approfondimento e integrazione.

In base alle indicazioni operative ricevute da ENEA, il test è condotto in riferimento al territorio della Regione Piemonte, utilizzando esclusivamente i dati e le informazioni pubbliche riportate nel relativo Bilancio Energetico Regionale (BER), predisposti secondo le modalità convenzionali di statistica energetica. Pertanto lo svolgimento del test di applicazione non attinge ai database informativi ENEA, dai quali provengono i dati e le elaborazioni che concorrono alla formazione del Bilancio Energetico Nazionale (BEN).

8 B.3 – Descrizione delle attività svolte e risultati

8.1 Inquadramento generale e obiettivi principali

Il test di applicazione descritto in questo rapporto ha l’obiettivo di evidenziare il grado di dettaglio che è possibile raggiungere con la base dati attualmente disponibile dai bilanci energetici regionali redatti con la metodologia convenzionale utilizzata da ENEA. Una quota significativa dei dati richiesti è già disponibile, soprattutto per quanto riguarda la produzione di vettori energetici, le importazioni, le esportazioni, il settore della trasformazione e i consumi finali. I dati mancanti sono soprattutto riferiti alle trasformazioni presso gli utenti finali, alla produzione di calore in teleriscaldamento e ad alcune tipologie di fonti rinnovabili.

In questo rapporto sono analizzati tutti i flussi di energia considerati nel LEB, valutando se il dato è già disponibile dal BER oppure, qualora assente, indicando una fonte alternativa che può essere utilizzata per ottenere il dato a scala territoriale.

8.2 Flussi energetici considerati

All’interno di questo paragrafo si intendono descrivere le possibili fonti di dati che possono essere utili per la redazione di bilanci energetici a scala regionale. Per differente scale territoriale (provinciale, comunale, etc.) il raggiungimento di medesimi livelli di dettaglio presenta ulteriori difficoltà di reperimento dei dati.

Nel seguito si elencano, per ognuno dei vettori considerati, i flussi energetici richiesti in input e le fonti a cui è possibile fare riferimento. Sono altresì indicate le eventuali criticità riscontrate.

Per ognuno dei flussi considerati è riportato il livello in cui esso compare all’interno dello schema, e più precisamente:

- LIVELLO 1 : Flussi di bilancio (produzione, importazione, esportazione, etc.)
- LIVELLO 2 : Trasformazioni meccaniche, fisiche e chimiche e conversioni energetiche
- LIVELLO 3 : Usi finali
- LIVELLO 4 : Conversioni presso gli utenti finali

Inoltre è indicato, nella colonna “Note”, se il flusso in questione è già riportato all’interno dello schema del BER redatto da ENEA. Si osserva che alcuni flussi, prevalentemente riferiti a fonti di energia rinnovabili, sono indicati nel BER ma il dato non è stato ancora inserito all’interno del bilancio più recente (2008).

8.2.1 Vettori di energia primaria

In Tabella 8-1 sono indicate le fonti di dati per il petrolio grezzo. Tutti i dati sono attualmente a cura del Bollettino Petrolifero (MSE), e possono essere eventualmente integrati o confrontati con altre fonti di informazione presenti a scala territoriale. I consumi dei processi di raffinazione possono essere forniti dai gestori dei singoli impianti.

Tabella 8-1 – Fonti dati – petrolio

crude oil	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
import	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
export	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
storage	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER

oil refinery	2	Bollettino Petrolifero (MSE)/ Gestori singoli impianti	Riportato nel BER
natural gas liquids			
indigenous production	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER

Tutti i flussi considerati relativi al gas naturale sono riportati in Tabella 8-2. A seconda del livello di dettaglio i dati devono essere richiesti al gestore della rete di trasporto, ai gestori delle reti di distribuzione o ai gestori dei singoli impianti. In alcuni casi, per ottenere i consumi dei processi di conversione presso gli utenti finali è necessario effettuare alcune ipotesi di ripartizione in quanto i dati specifici non sono misurati.

Tabella 8-2 – Fonti dati – gas naturale

natural gas	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	SNAM rete gas	Riportato nel BER
import	1	SNAM rete gas	Riportato nel BER
export	1	SNAM rete gas	Riportato nel BER
storage	1	SNAM rete gas	Riportato nel BER
thermoelectric	2	SNAM rete gas	Riportato nel BER
cogeneration	2	SNAM rete gas/ Gestori impianti di produzione elettrica/teleriscaldamento	
thermal	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
absorption refrigeration	2	Gestori dei singoli impianti/ Associazioni di categoria teleriscaldamento e teleraffrescamento	
residential	3	Gestori reti di distribuzione gas naturale	Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione	
cogeneration	4	Stime di ripartizione	
absorption heat pumps	4	Stime di ripartizione	
absorption refrigeration	4	Stime di ripartizione	
commercial	3	Gestori reti di distribuzione gas naturale	Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione	
cogeneration	4	Stime di ripartizione	
absorption heat pumps	4	Stime di ripartizione	
absorption refrigeration	4	Stime di ripartizione	
agriculture	3	Gestori reti di distribuzione gas naturale	Riportato nel BER
thermal	4	Gestori reti di distribuzione gas naturale	
industry	3	SNAM rete gas	Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione	
cogeneration	4	Stime di ripartizione	
absorption heat pumps	4	Stime di ripartizione	
absorption refrigeration	4	Stime di ripartizione	

transport	3	Gestori reti di distribuzione gas naturale	Riportato nel BER
liquefied natural gas			
import	1	SNAM GNL Italia	Riportato nel BER
production	1	SNAM GNL Italia	Riportato nel BER

I dati relativi al carbone sono riportati in Tabella 8-3. Alcuni dati sono pubblicati nel Bollettino Petrolifero (MSE) o dal Bilancio Energetico Regionale redatto da ENEA, mentre per alcuni dati di dettaglio è necessario contattare i gestori degli impianti o le associazioni di categoria.

Tabella 8-3 – Fonti dati – carbone

coal	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Bilancio Energetico Regionale (ENEA)	Riportato nel BER
import	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
export	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
storage	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
patent fuel production	2	Gestori impianti	
coke ovens	2	Gestori impianti	Riportato nel BER
gasification	2	Gestori impianti	
thermoelectric	2	Gestori impianti di produzione elettrica	Riportato nel BER
cogeneration	2	Gestori impianti di produzione elettrica/teleriscaldamento	
thermal	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
industry	3	Bilancio Energetico Regionale (ENEA)	Riportato nel BER
thermal	4	Gestori impianti	
cogeneration	4	Gestori impianti	

In Tabella 8-4 sono riportate le fonti di dati utilizzate per l'energia nucleare. Tali fonti sono riportate per completezza, malgrado non risultino di interesse a livello italiano.

Tabella 8-4 – Fonti dati – nucleare

nuclear	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Gestore rete nazionale	Flusso non di interesse per l'Italia
import	1	Gestore rete nazionale	Flusso non di interesse per l'Italia
export	1	Gestore rete nazionale	Flusso non di interesse per l'Italia
storage	1	Gestore rete nazionale	Flusso non di interesse per l'Italia
nuclear fuel production	2	Gestori impianti	Flusso non di interesse per l'Italia

In Tabella 8-5 sono riportate le fonti di dati relative alle coltivazioni energetiche di biomassa e ai prodotti della gestione forestale. Questo tipo di dato risulta generalmente difficile da ottenere in quanto notevoli quantità di materiale non sono tracciate a causa di svariati motivi. Pertanto risulta spesso indispensabile lo svolgimento di indagini sul territorio, sia per il calcolo dei flussi di import/export sia per i consumi presso gli utenti finali. Nel caso di utilizzo per impianti di teleriscaldamento o di generazione di energia elettrica è spesso consigliabile richiedere i dati direttamente ai gestori degli impianti, integrandoli eventualmente con stime.

Tabella 8-5 – Fonti dati – coltivazioni energetiche e gestione forestale

energy crops & forestry	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Indagini sul territorio	Riportato nel BER (“Biomasse”)
import	1	Indagini sul territorio	Riportato nel BER (“Biomasse”)
export	1	Indagini sul territorio	Riportato nel BER (“Biomasse”)
storage	1	Indagini sul territorio	Riportato nel BER (“Biomasse”)
wood transformation	2	Indagini sul territorio	
biooil cold extraction	2	Gestori impianti	
biorefineries	2	Gestori impianti	
anaerobic digestion	2	Gestori impianti	
thermoelectric	2	Gestori impianti di produzione elettrica	
cogeneration	2	Gestori impianti di produzione elettrica	
thermal	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
agriculture	3	Indagini sul territorio	
thermal	4	Indagini sul territorio	

In Tabella 8-6 sono riportati i flussi energetici inerenti i rifiuti. Sono considerati solo i rifiuti utilizzabili per recupero energetico. A seconda della tipologia di flusso può essere necessario richiedere il dato ai gestori di singoli impianti oppure agli enti locali, facendo riferimento alla statistica locale in materia di gestione dei rifiuti.

Tabella 8-6 – Fonti dati – rifiuti destinati a recupero energetico

waste	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Enti locali	Quota di rifiuti prodotta sul territorio Riportato nel BER
process production	1	Gestori impianti	
import	1	Enti locali	Eventuale quota di rifiuti importata per trasformazioni energetiche Riportato nel BER
export	1	Enti locali	Eventuale quota di rifiuti esportata per trasformazioni energetiche Riportato nel BER

storage	1	Enti locali	Eventuale quota stoccata per successive trasformazioni energetiche Riportato nel BER
wood transformation	2	Indagini sul territorio	
rdf production	2	Gestori impianti	
gasification	2	Gestori impianti	
biorefinery	2	Gestori impianti	
anaerobic digestion	2	Gestori impianti	
landfill biogas	2	Gestori impianti	Riportato nel BER
thermoelectric	2	Gestori impianti di produzione elettrica	Riportato nel BER
cogeneration	2	Gestori impianti di produzione elettrica/teleriscaldamento	
thermal	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
industry	3	Gestori impianti	
thermal	4	Gestori impianti	
cogeneration	4	Gestori impianti	

La Tabella 8-7 indica le fonti dati per l'energia idrica, sempre associata alla produzione di energia idroelettrica. I dati necessari alla ripartizione delle unità di produzione installate presso gli utenti finali dovrebbero essere disponibili da Terna e dal Gestore dei Servizi Energetici, che sono a conoscenza delle produzioni di ogni singolo impianto. Tuttavia i dati necessari potrebbero in alcuni casi non essere disponibili in forma disaggregata, e pertanto potrebbe risultare necessario effettuare alcune stime di ripartizione. I flussi di energia idrica sono uguali a quelli di energia idroelettrica prodotta, ipotizzando un rendimento di generazione unitario. Questa assunzione è coerente a quanto indicato nel Regolamento Europeo n. 1099/2008.

Tabella 8-7 – Fonti dati – energia idrica

hydro	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Terna	Riportato nel BER
hydroelectric	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	Riportato nel BER
residential	3		
hydroelectric	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
commercial	3		
hydroelectric	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
agriculture	3		
hydroelectric	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
industry	3		
hydroelectric	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	

Gli impianti che sfruttano l'energia maremotrice sono ad oggi piuttosto rari in Italia. Tuttavia essi sono previsti all'interno dell'attuale sistema di incentivazione, e pertanto sono stati inseriti nell'analisi. Le possibili fonti di dati in merito a questa tecnologia sono Terna e il GSE (Tabella 8-8). I flussi energetici considerati sono uguali a quelli elettrici prodotti dalla conversione energetica, in accordo a quanto indicato nel Regolamento Europeo n. 1099/2008 per questa tipologia di fonte.

Tabella 8-8 – Fonti dati – energia maremotrice

sea	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Terna / Gestore Servizi Energetici	
sea turbines	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	

La Tabella 8-9 riporta i dati relativi alla produzione di energia eolica. Anche in questo caso i dati sono da richiedere a Terna e al GSE, e in alcuni casi potrebbe non essere disponibile il dato di produzione disaggregato nei vari settori per gli impianti installati presso gli utenti finali. Come nel caso dell'idroelettrico potrebbe essere necessario effettuare delle stime di ripartizione. Si ricorda che coerentemente con quanto riportato nel Regolamento Europeo n. 1099/2008 i flussi di energia eolica sono considerati uguali a quelli di energia elettrica lorda prodotta, ipotizzando pertanto un rendimento virtuale unitario del processo di conversione energetica.

Tabella 8-9 – Fonti dati – energia eolica

wind	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Terna / Gestore Servizi Energetici	Riportato nel BER
wind turbines	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	Riportato nel BER
residential	3		
wind turbines	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
commercial	3		
wind turbines	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
agriculture	3		
wind turbines	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
industry	3		
wind turbines	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	

In Tabella 8-10 sono riportate le possibili fonti di dati relative all'energia solare. Esse si differenziano nel caso di produzione di energia elettrica ed energia termica. Nel primo caso le fonti di dati sono legate alle informazioni inerenti gli impianti che hanno preso parte alle incentivazioni del Conto Energia, per i quali è

nota la produzione di energia elettrica. Nel caso degli impianti solari termici si può fare riferimento ai dati relativi alle detrazioni fiscali del 55% che sono state attribuite all'installazione di questo tipo di impianti. Queste informazioni possono essere integrate eventualmente con altri dati relativi a contributi erogati a scala locale.

Tabella 8-10 – Fonti dati – energia solare

sun	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Calcoli	Riportato nel BER
photovoltaic	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	Riportato nel BER (dato aggregato fotovoltaico e termodinamico)
solar thermodynamic	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	
solar	2	ENEA - Dati detrazioni 55%	Eventualmente integrate con altri contributi a scala locale
residential	3	Calcoli	
solar	4	ENEA - Dati detrazioni 55%	Eventualmente integrate con altri contributi a scala locale
photovoltaic	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
commercial	3	Calcoli	
solar	4	ENEA - Dati detrazioni 55%	Eventualmente integrate con altri contributi a scala locale
photovoltaic	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
agriculture	3	Calcoli	
solar	4	ENEA - Dati detrazioni 55%	Eventualmente integrate con altri contributi a scala locale
photovoltaic	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
industry	3	Calcoli	
solar	4	ENEA - Dati detrazioni 55%	Eventualmente integrate con altri contributi a scala locale
photovoltaic	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	

Sono considerati all'interno dello schema proposto anche i flussi energetici scambiati da impianti geotermoelettrici e da pompe di calore con il terreno, l'aria o la falda acquifera. A seconda che essi vengano utilizzati per la produzione di energia elettrica oppure termica possono essere calcolati a partire da diverse fonti di dati. Il dettaglio delle fonti è indicato in

Tabella 8-11. Nei casi delle pompe di calore di dimensione più piccola è necessario effettuare delle stime in quanto risulta difficile ottenere un dato preciso di diffusione sul territorio.

Tabella 8-11 – Fonti dati – energia da aria, acqua, terreno

geo/aero/hydro-thermal	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Calcoli	Riportato nel BER
geo-thermoelectric	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	Riportato nel BER
geothermal	2	Gestori dei singoli impianti/ Associazioni di categoria	
compression heat pumps	2	Stime di diffusione impianti sul territorio	
residential	3		
compression heat pumps	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
absorption heat pumps	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
commercial	3		
compression heat pumps	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
absorption heat pumps	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
industry	3		
compression heat pumps	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
absorption heat pumps	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	

8.2.2 Vettori di energia secondaria

Nelle tabelle seguenti si rappresentano le fonti dati relative ai flussi di vettori secondari.

Le informazioni relative ai flussi di benzina sono tutte ricavabili dal Bollettino Petrolifero (MSE) (cfr. Tabella 8-12). Tuttavia in alcuni casi potrebbero non essere disponibili i flussi relativi alla scala territoriale richiesta.

Tabella 8-12 – Fonti dati – benzina

motor gasoline	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
import	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
export	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
storage	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
transport	3	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER

I combustibili per aviazione sono indicati all'interno della sezione del Bollettino Petrolifero (MSE) relativa alle immissioni sul mercato. Pertanto nella maggior parte dei casi il dato è ottenibile da questa fonte. Dove possibile può essere interessante un confronto con il dato fornito dai gestori dei singoli aeroporti (Tabella 8-13).

Tabella 8-13 – Fonti dati – combustibili per aviazione

aviation fuels	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER ("carboturbo")
import	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER ("carboturbo")
export	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER ("carboturbo")
storage	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER ("carboturbo")
transport	3	Gestori Aeroporti	Riportato nel BER ("carboturbo")

Per quanto riguarda il kerosene, la fonte di dati principali è il Bollettino Petrolifero (MSE) (Tabella 8-14). In alcuni casi è necessario effettuare delle stime di ripartizione in quanto il dato fornito relativo al riscaldamento non è suddiviso per settore.

Tabella 8-14 – Fonti dati – kerosene

kerosene	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
import	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
export	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
storage	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
residential	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
commercial	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
industry	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	
cogeneration	4	Gestori impianti	

In Tabella 8-15 sono riportate le fonti di dati utilizzate per i flussi di gasolio. Anche in questo caso il Bollettino Petrolifero (MSE) fornisce dati utili al calcolo della maggior parte dei flussi, ma sono necessarie delle stime di ripartizione per i consumi di gasolio per riscaldamento nei diversi settori degli usi finali.

Tabella 8-15 – Fonti dati – gasolio

gas/diesel oil	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
import	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER

export	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
storage	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
thermoelectric	2	Gestori impianti di produzione elettrica	Riportato nel BER
cogeneration	2	Gestori impianti di produzione elettrica	
thermal	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
residential	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
commercial	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
agriculture	3	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
industry	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	
cogeneration	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	
transport	3	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER

Le fonti di dati relative ai flussi di olio combustibile (Tabella 8-16) fanno principalmente riferimento al Bollettino Petrolifero (MSE) e ai singoli gestori di impianti. La quota consumata nei diversi settori degli usi finali non è direttamente fornita, e può essere ricavata grazie a delle stime di ripartizione.

Tabella 8-16 – Fonti dati – olio combustibile

fuel oil	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
import	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
export	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
storage	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
thermoelectric	2	Gestori impianti di produzione elettrica	Riportato nel BER
cogeneration	2	Gestori impianti di produzione elettrica	
thermal	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
residential	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
commercial	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER

industry	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	
cogeneration	4	Gestori impianti	
transport	3	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER

Anche nel caso del gas di petrolio liquefatto (Tabella 8-17) il Bollettino Petrolifero (MSE) contiene numerosi dati. Nel caso di ripartizione dei consumi presso i vari settori finali può essere utile consultare i dati forniti dai gestori delle reti di distribuzione di GPL presenti sul territorio, dove presenti.

Tabella 8-17 – Fonti dati – gas di petrolio liquefatto

liquefied petroleum gas	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
import	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
export	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
storage	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
residential	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	Eventualmente dati di distributori di reti locali.
commercial	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	Eventualmente dati di distributori di reti locali.
agriculture	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	Eventualmente dati di distributori di reti locali.
industry	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	Eventualmente dati di distributori di reti locali.
cogeneration	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	Eventualmente dati di distributori di reti locali.
transport	3	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER

Per la determinazione dei flussi di produzione e consumo di patent fuel (cfr. Tabella 8-18) si fa riferimento ai dati forniti dai gestori di singoli impianti, o eventualmente ad alcune indagini di diffusione sul territorio. Si tratta comunque di un vettore che ha spesso interesse marginale sul territorio nazionale.

Tabella 8-18 – Fonti dati – patent fuel

patent fuel	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Gestori impianti	
import	1	Gestori impianti	
export	1	Gestori impianti	
storage	1	Gestori impianti	
residential	3		

thermal	4	Indagini sul territorio	
commercial	3		
thermal	4	Indagini sul territorio	
industry	3		
thermal	4	Gestori impianti	
cogeneration	4	Gestori impianti	

In Tabella 8-19 sono riportate le fonti utilizzabili per i flussi inerenti il coke. Alcuni dati sono desumibili dal Bollettino Petrolifero (MSE), mentre per altri occorre contattare i gestori degli impianti di produzione energetica.

Tabella 8-19 – Fonti dati – coke

coke oven coke	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
import	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
export	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
storage	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
thermoelectric	2	Gestori impianti di produzione elettrica	Riportato nel BER
cogeneration	2	Gestori impianti di produzione elettrica	
thermal	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
industry	3		Riportato nel BER
thermal	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	
cogeneration	4	Stime di ripartizione da dati Bollettino Petrolifero (MSE)	

In Tabella 8-20 sono rappresentate le fonti utilizzate per il gas di cokeria. In tutti i casi è necessario contattare gli impianti in esercizio sul territorio, in quanto non sono presenti statistiche relative a tale vettore energetico.

Tabella 8-20 – Fonti dati – gas di cokeria

coke oven gas	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Gestori impianti	Riportato nel BER
thermoelectric	2	Gestori impianti di produzione elettrica	Riportato nel BER
cogeneration	2	Gestori impianti di produzione elettrica	
thermal	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
industry	3		Riportato nel BER
thermal	4	Gestori impianti	

cogeneration	4	Gestori impianti	
--------------	---	------------------	--

Anche per compilare i dati relativi al syngas (

Tabella 8-21) è necessario fare riferimento ai gestori dei singoli impianti, non essendoci una statistica dati a livello nazionale.

Tabella 8-21 – Fonti dati – syngas

syngas	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Gestori impianti	Riportato nel BER
thermoelectric	2	Gestori impianti di produzione elettrica	Riportato nel BER
cogeneration	2	Gestori impianti di produzione elettrica	
thermal	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
industry	3		Riportato nel BER
thermal	4	Gestori impianti	
cogeneration	4	Gestori impianti	

Il consumo di legna da ardere è generalmente affetto da incertezza, a causa di molteplici fattori. Per determinare i diversi flussi è spesso necessario ricorrere a indagini sul territorio (vedi Tabella 8-22), integrandole eventualmente con dati di stima già disponibili. Nell’uso di legna da ardere è spesso inclusa una quota significativa autoprodotta dal consumatore, che è di difficile valutazione e quantificazione. In alcune realtà sono state effettuate delle indagini telefoniche, mirate ad ottenere un campione statisticamente significativo per stimare la produzione e il consumo di legna da ardere sul territorio. Nel caso siano presenti impianti di taglia media, può essere più appropriato contattare direttamente il gestore per ottenere dati più precisi.

Tabella 8-22 – Fonti dati – legna da ardere

log wood	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Indagini sul territorio	
import	1	Indagini sul territorio	
export	1	Indagini sul territorio	
storage	1	Indagini sul territorio	
residential	3		
thermal	4	Indagini sul territorio	
commercial	3		
thermal	4	Indagini sul territorio	
agriculture	3		
thermal	4	Indagini sul territorio	
industry	3		
thermal	4	Gestori impianti	

Come nel caso della legna da ardere, anche per il pellet non esistono dati ufficiali, ma è possibile tracciarlo in modo più agevole. I produttori di pellet sono infatti piuttosto rari, ma è in aumento la diffusione di produttori sul territorio di una certa taglia, a fronte di un consumo spesso significativo di pellet importato dall'estero. La fonte di dati principale consiste nell'effettuare indagini sul territorio (vedi Tabella 8-23), sia interpellando i produttori locali che i rivenditori.

Tabella 8-23 – Fonti dati – pellet

compressed wood	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Indagini sul territorio	Contattare produttori locali e distributori
import	1	Indagini sul territorio	Contattare distributori
export	1	Indagini sul territorio	
storage	1	Indagini sul territorio	
residential	3		
thermal	4	Indagini sul territorio	Contattare distributori
commercial	3		
thermal	4	Indagini sul territorio	Contattare distributori (e gestori)
agriculture	3		
thermal	4	Indagini sul territorio	Contattare distributori
industry	3		
thermal	4	Gestori impianti	
cogeneration	4	Gestori impianti	Gli impianti di cogenerazione da pellet sono piuttosto rari

All'interno dei combustibili ottenuti dalla legna, il cippato è quello che si presta ad essere utilizzato per taglie maggiori. Pertanto contattando gestori di impianti di produzione elettrica, di cogenerazione e di produzione termica presenti sul territorio è generalmente possibile ottenere una buona stima del consumo di cippato nella regione analizzata (vedi Tabella 8-24). Tuttavia in alcuni casi il cippato è utilizzato anche su impianti di taglia più piccola, per la sola produzione di energia termica. Può pertanto rivelarsi necessaria un'indagine sul territorio presso gli utenti finali per valutare l'entità del consumo.

Tabella 8-24 – Fonti dati – cippato

chipped wood	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Indagini sul territorio	
import	1	Indagini sul territorio	
export	1	Indagini sul territorio	
storage	1	Indagini sul territorio	
thermoelectric	2	Gestori impianti di produzione elettrica	
cogeneration	2	Gestori impianti di produzione elettrica	
thermal	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
residential	3		
thermal	4	Indagini sul territorio	

commercial	3		
thermal	4	Indagini sul territorio	
cogeneration	4	Gestori impianti	
agriculture	3		
thermal	4	Indagini sul territorio	
industry	3		
thermal	4	Gestori impianti	
cogeneration	4	Gestori impianti	

I flussi di bio-olio sul territorio sono principalmente legati alla produzione di energia elettrica e/o termica su impianti di medie o grandi dimensioni. Non essendo disponibile una statistica ufficiale rispetto alle quantità prodotte e consumate è necessario fare riferimento agli impianti presenti sul territorio (vedi Tabella 8-25).

Tabella 8-25 – Fonti dati – bio-olio estratto a freddo

cold extracted bio-oil	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Gestori impianti	Riportato nel BER
import	1	Gestori impianti	Riportato nel BER
export	1	Gestori impianti	Riportato nel BER
storage	1	Gestori impianti	Riportato nel BER
thermoelectric	2	Gestori impianti di produzione elettrica	Riportato nel BER
cogeneration	2	Gestori impianti di produzione elettrica	
thermal	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	

Il flusso di “biogasoline” indica la quota di energia rinnovabile inclusa nella benzina da autotrazione, generalmente composta da bio-etanolo. La Tabella 8-26 riporta le fonti che possono essere utilizzate per ottenere i dati di interesse.

Tabella 8-26 – Fonti dati – benzina da fonte rinnovabile

biogasoline	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Quota di energia rinnovabile nella benzina per autotrazione Riportato nel BER (“Biometanolo”)
import	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Quota di energia rinnovabile nella benzina per autotrazione Riportato nel BER (“Biometanolo”)
export	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Quota di energia rinnovabile nella benzina per autotrazione Riportato nel BER (“Biometanolo”)
storage	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Quota di energia rinnovabile nella benzina per autotrazione Riportato nel BER (“Biometanolo”)
agriculture	3		
thermal	4	Indagini sul territorio	

transport	3	Bollettino Petrolifero (MSE)	Quota di energia rinnovabile nella benzina per autotrazione Riportato nel BER ("Biometanolo")
-----------	---	------------------------------	---

In Tabella 8-27 sono riportate le fonti relative ai dati della produzione e consumo di biodiesel.

Tabella 8-27 – Fonti dati – biodiesel

biodiesel	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
import	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
export	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
storage	1	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
agriculture	3		
thermal	4	Indagini sul territorio	
transport	3	Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER

La produzione ed il consumo di biogas sul territorio possono essere valutati facendo riferimento alle fonti indicate in Tabella 8-28. Per quanto riguarda la produzione, esso può derivare direttamente da discariche oppure da processi di digestione anaerobica di rifiuti. Esso viene poi utilizzato per la generazione di energia elettrica e/o termica. Attualmente in Italia non è previsto il suo utilizzo nel settore dei trasporti, ma è probabile che negli anni futuri questa fonte sarà utilizzata per aumentare la quota di energia rinnovabile nel settore dei trasporti, come previsto dagli obiettivi europei.

Tabella 8-28 – Fonti dati – biogas

sewage sludge & other biogas	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Indagini sul territorio	Riportato nel BER
landfill biogas			
indigenous production	1	Indagini sul territorio	Riportato nel BER
biogas			
indigenous production	1	Calcoli	Riportato nel BER
thermoelectric	2	Gestori impianti di produzione elettrica	Riportato nel BER
cogeneration	2	Gestori impianti di produzione elettrica	
thermal	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
agriculture	3		
thermal	4	Indagini sul territorio	
transport	3		Flusso non disponibile in Italia

Il bio-metano (Tabella 8-29) è ottenuto tramite processi di upgrading di biogas, e può raggiungere una purezza tale da essere immesso nella rete di distribuzione del gas naturale senza causare problemi. In Germania sono attualmente disponibili numerosi impianti di upgrading, come in altri paesi europei. Tuttavia in Italia l'immissione in rete del bio-metano non è ancora ammessa dal punto di vista normativo, e pertanto ad oggi questo flusso non è considerato all'interno dei bilanci energetici. Esso verrebbe comunque inserito all'interno del bilancio del gas naturale, ma il dato sulla quantità prodotta è necessario per la definizione della quota di energia rinnovabile associata al gas naturale, che nel caso di immissione in rete di bio-metano diventerebbe diversa da zero.

Tabella 8-29 – Fonti dati – bio-metano

bio-methane	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1		Flusso non disponibile in Italia Predisposto nel BER

Il combustibile da rifiuti (Tabella 8-30) è prodotto per l'utilizzo in impianti di produzione di energia elettrica e/o termica e in alcuni casi per impianti industriali. Non essendo generalmente disponibili informazioni statistiche ufficiali è necessario fare riferimento ai gestori di impianti presenti sul territorio.

Tabella 8-30 – Fonti dati – combustibile da rifiuti

refuse derived fuel	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Gestori impianti	
import	1	Gestori impianti	
export	1	Gestori impianti	
storage	1	Gestori impianti	
thermoelectric	2	Gestori impianti di produzione elettrica	
cogeneration	2	Gestori impianti di produzione elettrica	
thermal	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
industry	3	Calcoli	
thermal	4	Gestori impianti	
cogeneration	4	Gestori impianti	

La Tabella 8-31 riporta per completezza i flussi di energia legati alle perdite e agli autoconsumi dei processi di trasformazione e conversione. Essi possono essere ottenuti dai gestori dei diversi impianti, eventualmente integrati con informazioni disponibili da dati medi di rendimento.

Tabella 8-31 – Fonti dati – altro

other energy	LIVELLO	Fonte	Note
process losses	2	Gestori impianti	
process consumptions	2	Gestori impianti	

process losses	4	Gestori impianti	
process consumptions	4	Gestori impianti	

8.2.3 Energia elettrica, termica e frigorifera

L'energia elettrica, l'energia termica e l'energia frigorifera sono state considerate a parte in quanto hanno alcune caratteristiche che le differenziano dagli altri vettori energetici. Esse rappresentano infatti le tre tipologie di energia fornita come energia finale agli utenti dei vari settori. Inoltre esse possono essere prodotte presso gli utenti finali ed eventualmente reimmesse in rete in presenza di funzionalità di tipo "smart grid".

La Tabella 8-32 rappresenta le fonti considerate per i dati relativi all'energia elettrica. La statistica in merito all'energia elettrica è piuttosto completa, grazie alle caratteristiche tipiche del vettore che ne favoriscono la misurabilità e grazie all'esperienza maturata negli anni riguardo alle statistiche in campo elettrico. Tuttavia in alcuni casi può risultare necessario effettuare delle stime di ripartizione dei consumi rispetto alla tipologia di processi di conversione presso gli utenti finali (ad esempio presenza di boiler elettrici, pompe di calore, gruppi frigoriferi a compressione, etc.).

Si osserva come nel caso di produzione termoelettrica e in cogenerazione il dato Terna sia generalmente accorpato. Risulta fondamentale suddividere la parte prodotta in cogenerazione da quella prodotta in assetto solo elettrico, e inoltre è necessario risalire alla produzione elettrica suddivisa per tipologia di combustibile. Queste necessità sono legate al calcolo della quota di energia rinnovabile associata all'energia elettrica e al calcolo e ripartizione delle emissioni di gas a effetto serra.

Inoltre i dati relativi alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile presso gli utenti finali potrebbero essere forniti solo in forma aggregata, e pertanto anche in questo caso risulterebbe necessario effettuare delle stime di ripartizione nei vari settori di interesse.

Tabella 8-32 – Fonti dati – energia elettrica

electricity	LIVELLO	Fonte	Note
production	1	Terna	Riportato nel BER
final production	1	Terna	
import	1	Terna	Terna fornisce il saldo import/export Riportato nel BER
export	1	Terna	Terna fornisce il saldo import/export Riportato nel BER
thermoelectric production	2	Terna	E' necessario ottenere il dato suddiviso per tipologia di combustibile utilizzato
cogeneration production	2	Terna	E' necessario ottenere il dato suddiviso per tipologia di combustibile utilizzato; La quota di energia elettrica prodotta da cogenerazione non è generalmente fornita
hydroelectric production	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	
hydroelectric production (pumping)	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	

sea turbines production	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	
wind turbines production	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	
photovoltaic production	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	
solar thermodynamic production	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	
geothermoelectric production	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	
compression refrigeration	2	Stime di diffusione impianti sul territorio	
hydroelectric consumption (pumping)	2	Terna / Gestore Servizi Energetici	
compression heat pumps	2	Stime di diffusione impianti sul territorio	
residential	3	Gestori reti di distribuzione locale	Riportato nel BER
thermal	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
compression heat pumps	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
compression refrigeration	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
cogeneration production	4	Gestori impianti	
photovoltaic production	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
hydroelectric production	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
wind turbines production	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
commercial	3	Gestori reti di distribuzione locale	Riportato nel BER
thermal	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
compression heat pumps	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
compression refrigeration	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
cogeneration production	4	Gestori impianti	E' necessario ottenere il dato suddiviso per tipologia di combustibile utilizzato;
photovoltaic production	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
hydroelectric production	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
wind turbines production	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	

agriculture	3	Gestori reti di distribuzione locale	Riportato nel BER
photovoltaic production	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
hydroelectric production	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
wind turbines production	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
industry	3	Gestori reti di distribuzione locale	Riportato nel BER
thermal	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
compression heat pumps	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
compression refrigeration	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
cogeneration production	4	Gestori impianti	E' necessario ottenere il dato suddiviso per tipologia di combustibile utilizzato;
photovoltaic production	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
hydroelectric production	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
wind turbines production	4	Terna / Gestore Servizi Energetici	
transport	3	Gestori reti di distribuzione locale	Riportato nel BER

L'energia termica considerata si suddivide tra quella prodotta in impianti di teleriscaldamento e fornita alle utenze tramite reti di distribuzione e quella prodotta presso gli utenti finali a partire da altri vettori energetici. In entrambi i casi la disponibilità di dati statistici a livello regionale è piuttosto scarsa, anche in virtù del fatto che il calore è più difficile da misurare rispetto all'energia elettrica e che non esiste una raccolta di dati unificata per i gestore delle reti di teleriscaldamento. Le principali fonti di dati sono riportate in Tabella 8-33.

Nel caso di gestori di impianti di teleriscaldamento presenti sul territorio è possibile richiedere il dato di calore prodotto e di calore consegnato agli utenti, suddiviso per combustibile utilizzato e per tipo di generazione (cogenerazione o generazione termica).

Nel caso di calore prodotto presso gli utenti finali è raro avere una misura reale dell'energia termica utile e pertanto è necessario procedere alla stima di rendimenti medi di produzione. Alcune eccezioni possono essere degli edifici del terziario in cui sono presenti contratti di gestione calore in cui il costo del servizio è collegato alla misura del calore erogato all'utente, oppure impianti di cogenerazione presso utenze industriali o commerciali in cui per diversi motivi è necessario misurare il calore fornito.

Il BER riporta un valore relativo al calore utilizzato, ma la sorgente è indicata come "da non specificate fonti energetiche", e pertanto non sembra che il dato fornito sia relativo ai casi dei sistemi di teleriscaldamento.

Tabella 8-33 – Fonti dati – energia termica

heat	LIVELLO	Fonte	Note
------	---------	-------	------

indigenous production	1	Calcoli	
final production	1	Calcoli	
cogeneration production	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
thermal production	2	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
solar production	2	Gestori impianti	
solar thermodynamic production	2	Gestori impianti	
geothermoelectric production	2	Gestori impianti	
geothermal production	2	Gestori impianti	
compression heat pumps production	2	Stime di diffusione impianti sul territorio	
absorption refrigeration	2	Stime di diffusione impianti sul territorio	
residential	3	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
absorption refrigeration	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
thermal production	4	Stime di rendimento parco impianti	
cogeneration production	4	Stime di rendimento parco impianti	
compression heat pumps production	4	Stime di rendimento parco impianti	
absorption heat pumps production	4	Stime di rendimento parco impianti	
solar production	4	ENEA - Dati detrazioni 55%	
commercial	3	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
absorption refrigeration	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
thermal production	4	Stime di rendimento parco impianti	
cogeneration production	4	Gestori impianti	
compression heat pumps production	4	Stime di rendimento parco impianti	
absorption heat pumps production	4	Stime di rendimento parco impianti	
solar production	4	ENEA - Dati detrazioni 55%	
agriculture	3	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
thermal production	4	Stime di rendimento parco impianti	
solar production	4	ENEA - Dati detrazioni 55%	
industry	3	Gestori impianti di produzione termica/teleriscaldamento	
absorption refrigeration	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	

thermal production	4	Gestori impianti	
cogeneration production	4	Gestori impianti	
compression heat pumps production	4	Stime di rendimento parco impianti	
absorption heat pumps production	4	Stime di rendimento parco impianti	
solar production	4	Gestori impianti	

Le possibili fonti di dati relative all'energia frigorifera sono riportate in Tabella 8-34. Anche in questo caso si distingue l'energia fornita all'utente tramite reti di teleraffrescamento da quella prodotta presso l'utente finale. La diffusione sul territorio di reti di teleraffrescamento è ancora piuttosto limitata, e pertanto è necessario richiedere direttamente il dato ai singoli gestori in quanto non esiste un dato statistico ufficiale. Il dato riguardante l'energia frigorifera prodotta presso gli utenti finali non è invece generalmente disponibile. Risulta necessario effettuare una stima delle efficienze dei gruppi frigoriferi installati presso gli utenti sulla base di caratteristiche medie del parco impianti nella regione considerata.

Tabella 8-34 – Fonti dati – energia frigorifera

cool	LIVELLO	Fonte	Note
indigenous production	1	Gestori impianti di teleraffrescamento	
final production	1	Stime di diffusione impianti sul territorio	
absorption refrigeration production	2	Gestori impianti di teleraffrescamento	
compression refrigeration production	2	Gestori impianti di teleraffrescamento	
residential	3		
absorption refrigeration production	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
compression refrigeration production	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
commercial	3		
absorption refrigeration production	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
compression refrigeration production	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
industry	3		
absorption refrigeration production	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	
compression refrigeration production	4	Stime di diffusione impianti sul territorio	

8.3 Sintesi delle principali difformità

Come si è visto nel paragrafo precedente, non tutti i flussi sono attualmente utilizzati e quantificati all'interno della metodologia tradizionale. Si sintetizzano nel seguito le principali difformità, procedendo in ordine da sinistra verso destra nel LEB, ossia dalla produzione dei vettori energetici, al settore della trasformazione e agli usi finali.

Una prima osservazione è relativa all'utilizzo di combustibili per la produzione di energia elettrica o per la produzione combinata di energia elettrica e calore. La strutturazione del BER indica solamente le centrali termoelettriche convenzionali. Si osserva la presenza di due sottoinsiemi relativi agli autoproduttori di energia elettrica e agli autoproduttori con produzione combinata di energia elettrica e calore, ma nel caso della Regione Piemonte non è disponibile nessun dato in merito. È indispensabile conoscere la quota di energia elettrica prodotta in cogenerazione in quanto essa deve essere utilizzata per la quantificazione dell'energia prodotta da centrali a servizio di sistemi di teleriscaldamento, per una corretta ripartizione dei consumi di energia primaria e della quota di fonti rinnovabili associata ad ogni flusso energetico.

Le biomasse solide sono descritte nel BER come un unico vettore energetico, inserito nel settore delle fonti rinnovabili. Nella metodologia proposta si ritiene utile invece differenziare tra colture energetiche e gestione forestale, legna in tronchetti, pellet e cippato. Questa scelta è legata alle molteplici differenze tra questi vettori energetici, che hanno un effetto significativo in fase di pianificazione. Inoltre le indagini relative alle raccolte dati sul consumo di questi vettori forniscono già un dato disaggregato per tipologia di vettore, di cui si ritiene utile tenere traccia. Si osserva infatti come le stime di diffusione del pellet, del cippato o dei tronchetti possano essere molto differenti a seconda del territorio oggetto di analisi.

Il BER non sembra tenere traccia dei sistemi di teleriscaldamento, che in alcune realtà territoriali rappresentano una quota significativa dell'energia consumata dagli utenti finali. Lo schema del BER è predisposto per considerare il vettore energetico "calore", ma non è ad oggi organizzato in modo da tracciarne la provenienza. Inoltre in funzione degli obiettivi europei è importante conoscere se il calore utilizzato è prodotto da cogenerazione o da semplice produzione di calore, in quanto i consumi di energia primaria differiscono sensibilmente. Inoltre nel caso di sistemi di cogenerazione il consumo di energia primaria o le emissioni di gas ad effetto serra andrebbero allocati sia sulla produzione di energia elettrica che sulla produzione di calore. Tuttavia non esiste ad oggi una metodologia univoca per effettuare questa allocazione, ed è ancora aperta la discussione su quali siano i parametri ottimali da considerare.

I consumi dei settori finali all'interno del BER sono tracciati con precisione, e nel caso dell'industria sono presenti molteplici suddivisioni in funzione della tipologia del settore produttivo. Non sono invece presenti dati relativi agli utilizzi di tali vettori energetici, e non è quindi possibile risalire alla produzione dei vettori finali considerati nel LEB (energia elettrica, energia termica ed energia frigorifera). L'informazione relativa alla produzione di energia presso gli utenti finali è fondamentale per poter disporre di basi dati su cui effettuare scenari di interventi di efficienza energetica o di produzione di energia da fonti rinnovabili presso gli utenti finali.

Allo stesso modo, non sono presenti le produzioni di energia distribuite presso gli utenti finali che vengono re-immesse in rete (funzionalità di tipo "smart-grid"). Allo stato attuale sul territorio nazionale si hanno esempi di produzione distribuita prevalentemente nel settore elettrico, ma su scala europea esistono già realtà in cui singoli produttori possono immettere calore in eccesso all'interno di reti di teleriscaldamento. In futuro non è da escludere che lo stesso fenomeno possa avvenire con reti di teleraffrescamento. Il calcolo corretto di questi fenomeni è necessario al fine di un conteggio accurato dei consumi finali, in quanto la quota di energia re-immessa in rete e il consumo eventuale di combustibili ad essa associato devono essere quantificati.

Infine si osserva come nel BER sia predisposta la possibilità di quantificare l'utilizzo di idrogeno, mentre nella metodologia proposta tale vettore al momento non è incluso.

8.4 Confronto dei dati relativi al componente aggiuntivo del terziario pubblico

Il confronto dei dati disponibili dai Bilanci Energetici Regionali è stato effettuato anche nel componente aggiuntivo relativo al settore terziario pubblico. In Tabella 8-35 vengono elencati i dati principali in ingresso al settore del terziario pubblico, indicando una possibile fonte di dati e riportando la loro presenza o assenza negli attuali BER redatti da ENEA. Si osserva come alcuni dati siano già disponibili, mentre per altri si rende necessaria una raccolta dati aggiuntiva, in linea però con quanto indicato per i consumi degli usi finali negli altri settori.

Si sottolinea come i dati qui considerati siano comuni a tutto il settore del terziario pubblico, non essendoci una divisione tra strutture adibite ad uffici, strutture scolastiche o strutture sanitarie. Questa suddivisione, implementata all'interno del componente aggiuntivo presentato all'interno del rapporto B.2, ha il vantaggio di differenziare strutture che possono avere differenze significative a causa delle loro finalità. Pertanto gli interventi di efficienza energetica e di risparmio possono essere pianificati in funzione delle peculiarità delle diverse tipologie di edificio.

Tabella 8-35 – Fonti dati – settore terziario pubblico

electricity	LIVELLO	Fonte	Note
electricity	3	Terna	Riportato nel BER
heat	3	Gestori impianti teleriscaldamento	
cool	3	Gestori impianti teleraffrescamento	
natural gas	3	Distributori gas naturale	Riportato nel BER
kerosene	3	Stime di ripartizione su dato Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
gas/diesel oil	3	Stime di ripartizione su dato Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
fuel oil	3	Stime di ripartizione su dato Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
liquefied petroleum gas	3	Stime di ripartizione su dato Bollettino Petrolifero (MSE)	Riportato nel BER
patent fuel	3	Indagini sul territorio	
log wood	3	Stime di diffusione impianti sul territorio	
compressed wood	3	Stime di diffusione impianti sul territorio	
chipped wood	3	Stime di diffusione impianti sul territorio	
hydro	3	Terna / Gestore Servizi Energetici	
wind	3	Terna / Gestore Servizi Energetici	
sun	3	Terna / Dati detrazioni 55%	
geo/aero/hydro-thermal	3	Stime di diffusione impianti sul territorio	

Rispetto alla produzione di energia presso gli utenti del terziario pubblico valgono le stesse considerazioni effettuate nel paragrafo precedente in merito agli altri settori degli usi finali. Pertanto si rimanda al paragrafo 8.2 per una trattazione accurata dei singoli vettori energetici di interesse.

9 B.3 – Conclusioni

L'attività di ricerca descritta all'interno di questo rapporto evidenzia l'attuale disponibilità su scala regionale dei dati di input necessari per l'utilizzo ottimale della metodologia LEB, presentata all'interno del rapporto B.1. In particolare, sono messi a confronto i flussi considerati nella metodologia con gli schemi utilizzati per la redazione dei Bilanci Energetici Regionali da parte di ENEA. Nel confronto è incluso anche il componente aggiuntivo relativo al settore terziario pubblico, illustrato in dettaglio all'interno del rapporto B.3.

Dal confronto emerge come una parte significativa dei dati necessari sia già disponibile, ed essi sono utilizzati attualmente all'interno dei Bilanci Energetici Regionali. D'altra parte è necessario integrare questi dati con informazioni ulteriori, al fine di raggiungere il grado di dettaglio richiesto per la quantificazione delle grandezze necessarie a definire gli obiettivi europei 2020 del Pacchetto Clima ed Energia. Questi dati possono essere ottenuti grazie ad indagini sul territorio, o in alcuni casi contattando i gestori degli impianti di conversione e distribuzione dell'energia.

I dati relativi ai consumi finali del settore terziario pubblico sono attualmente disponibili con lo stesso grado di dettaglio degli altri settori degli usi finali. Si osserva come una distinzione dei consumi tra le diverse tipologie di edificio (strutture adibite ad uso uffici, strutture scolastiche e strutture sanitarie) possa portare a notevoli benefici in fase di pianificazione degli interventi di efficienza e risparmio di energia.

Appendice – Curriculum scientifico del gruppo di lavoro

Alberto Poggio

Nato a Torino il 18 luglio 1971. Laureato in Ingegneria Elettrica, Dottore di Ricerca in Energetica e Master in Ingegneria della Sicurezza e Analisi dei Rischi, presso il Politecnico di Torino.

Ricercatore in Sistemi per l'Energia e l'Ambiente presso il Dipartimento Energia del Politecnico di Torino, dove insegna Fondamenti di Macchine nel Corso di Laurea in Ingegneria Energetica. Responsabile di progetti e contratti di ricerca finanziati da enti locali e società di servizi energetici.

I suoi principali campi di ricerca sono l'utilizzazione energetica di biomasse e dei rifiuti, gli impianti di cogenerazione e i sistemi di teleriscaldamento, la pianificazione e la statistica energetica locale.

Assistente del Responsabile per l'Uso Razionale dell'Energia del Politecnico di Torino, per la gestione delle forniture energetiche.

Membro del Comitato Cogenerazione e Teleriscaldamento del gruppo Iren.

Esperto della Fondazione Ambiente "Teobaldo Fenoglio" (Torino).

Giulio Cerino Abdin

Nato a Borgosesia (VC) il 30 settembre 1985. Laureato in Ingegneria Energetica e Nucleare presso il Politecnico di Torino.

Assegnista di ricerca in Sistemi per l'Energia e l'Ambiente presso il Dipartimento Energia del Politecnico di Torino, dove frequenta il secondo anno del Dottorato di Ricerca in Energetica sul tema "Local Planning of biomass-to-energy systems" e collabora in progetti e contratti di ricerca finanziati da enti locali e società di servizi energetici.

I suoi campi di ricerca sono relativi alla pianificazione e all'utilizzazione energetica delle biomasse, agli impianti di cogenerazione e ai sistemi di teleriscaldamento.

Andrea Crocetta

Nato a Pinerolo (To) il 12 settembre 1978. Laureato in Scienze Biologiche, indirizzo ecologico, presso l'Università degli Studi di Torino. Master Europeo in Tecniche per la progettazione e la valutazione ambientale, presso il Politecnico di Torino.

Assegnista di ricerca in Sistemi per l'Energia e l'Ambiente presso il Dipartimento Energia del Politecnico di Torino, dove collabora in progetti e contratti di ricerca finanziati da enti locali e società di servizi energetici.

Si occupa di utilizzazione energetica e sostenibilità ambientale delle biomasse, pianificazione energetica.

Luca Degiorgis

Nato a Torino l' 8 luglio 1973. Laureato in Ingegneria Meccanica, Dottore di Ricerca in Energetica, presso il Politecnico di Torino.

Assegnista di ricerca in Sistemi per l'Energia e l'Ambiente presso il Dipartimento Energia del Politecnico di Torino, dove collabora in progetti e contratti di ricerca finanziati da enti locali e società di servizi energetici.

Si occupa di solare termico, utilizzazione energetica delle biomasse. Si è occupato di produzione idrogeno.

Collaboratore del Responsabile per l'Uso Razionale dell'Energia del Politecnico di Torino, per gli interventi di risparmio energetico e monitoraggio dei consumi.

Già collaboratore presso l'Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (Torino), nell'Unità di Ricerca Energie Rinnovabili, dove si è occupato di progettazione di filiere energetiche forestali.

Michel Noussan

Nato ad Aosta il 22 marzo 1985. Laureato in Ingegneria Energetica e Nucleare presso il Politecnico di Torino. Assegnista di ricerca in Sistemi per l’Energia e l’Ambiente presso il Dipartimento Energia del Politecnico di Torino, dove frequenta il secondo anno del Dottorato di Ricerca in Energetica sul tema “Simulation models for biomass-fired power plants” e collabora in progetti e contratti di ricerca finanziati da enti locali e società di servizi energetici.

Il suo campo di ricerca è relativo alla simulazione degli impianti produzione energetica da biomasse solide e dei sistemi di teleriscaldamento, alla statistica energetica locale.