



EU-LIFE+ Environment Policy and Governance

LIFE11ENV/IT/000016



**Municipalities Subsidiarity for Actions on Energy**

**LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE  
DEI PIANI-ENERGETICO-AMBIENTALI  
DEI PICCOLI COMUNI ATTRAVERSO  
L'ESPERIENZA DEI GRANDI COMUNI**





EU-LIFE+ Environment Policy and Governance

LIFE11ENV/IT/000016

**Municipalities Subsidiarity  
for Actions on Energy**



**LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE  
DEI PIANI-ENERGETICO-AMBIENTALI  
DEI PICCOLI COMUNI ATTRAVERSO  
L'ESPERIENZA DEI GRANDI COMUNI**



# Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE GENERALE</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>LINEE GUIDA</b>	<b>7</b>
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	7
2.2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DAL PUNTO DI VISTA ENERGETICO-AMBIENTALE	7
2.3	BILANCIO ENERGETICO TERRITORIALE	9
2.3.1	DOMANDA DI ENERGIA	11
2.3.1.1	CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA	12
2.3.1.2	CONSUMI DI GAS METANO	13
2.3.1.3	CONSUMI DI COMBUSTIBILI SOLIDI	14
2.3.1.4	CONSUMI DI PRODOTTI PETROLIFERI	16
2.3.1.5	CONSUMI NEL SETTORE DEI TRASPORTI	18
2.3.1.6	DOMANDA DI ENERGIA TOTALE	22
2.3.2	OFFERTA DI ENERGIA	22
2.3.2.1	SOLARE FOTOVOLTAICO	24
2.3.2.2	SOLARE TERMICO	29
2.3.2.3	IDROELETTRICO	31
2.3.2.4	EOLICO	31
2.3.2.5	BIOMASSE	32
2.3.2.6	GEOTERMICO A BASSA ENTALPIA	33
2.3.2.7	OFFERTA DI LEGNA/PELLET	34
2.3.2.8	CERTIFICATI VERDI – GREEN PUBLIC PROCUREMENT	34
2.3.2.9	OFFERTA DI ENERGIA E PENETRAZIONE DELLE FER	36
2.4	STIMA DELLE EMISSIONI DIRETTE DI GAS SERRA	37
2.5	SCENARI ENERGETICI FUTURI	42
2.5.1	METODOLOGIA ENEA	43
2.5.2	METODOLOGIA REGRESSIONE LINEARE	45
2.5.3	METODOLOGIA DI ESTRAPOLAZIONE DA DATI NOTI DI COMUNI LIMITROFI	47
2.5.4	STIMA DELLE EMISSIONI FUTURE, DEFINIZIONE DELLO SCENARIO 0	48
2.6	PROPOSTE DI INTERVENTI	49
2.6.1	SOLARE FOTOVOLTAICO	51
2.6.2	SOLARE TERMICO	52
2.6.3	IDROELETTRICO	53
2.6.4	EOLICO	55



2.6.5	BIOMASSE .....	56
2.6.6	GEOTERMIA .....	57
2.6.7	SETTORE TRASPORTI.....	58
2.6.8	RISPARMIO ENERGETICO .....	60
2.6.9	SCHEDE INTERVENTO .....	63
2.7	DEFINIZIONE DI SCENARI OBIETTIVO .....	71
2.8	PATTO DEI SINDACI .....	72
2.8.1	SVILUPPO DEL PIANO DI AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE .....	75
2.8.2	PATTO DEI SINDACI IN ITALIA .....	80
2.8.3	CONFRONTO TRA PAES PATTO DEI SINDACI E I PEAC PREVISTI NEL MuSAE .....	81
2.8.4	PIANO DI AZIONE CONGIUNTO PER L'ENERGIA SOSTENIBILE.....	83
<b>3</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>87</b>

# 1 Introduzione generale

Uno dei principali obiettivi del progetto MuSAE consiste nel di fornire uno strumento per aiutare le piccole e medie amministrazioni comunali in tutti gli aspetti che riguardano la pianificazione energetica ed ambientale ovvero:

- costruire un sistema di contabilizzazione dell'energia e delle emissioni,
- individuare le dinamiche di sviluppo futuro con previsioni e scenari energetici,
- proporre interventi volti a conseguire il risparmio energetico,
- promuovere una corretta diffusione delle fonti energetiche rinnovabili ed alternative,
- abbattere le emissioni di gas clima-alteranti,
- costituire un sistema territoriale resiliente in grado di rinnovarsi ed adattarsi al cambiamento climatico

La pianificazione energetico-ambientale, in ogni livello, deve tenere conto degli obiettivi stabiliti dall'Unione Europea al 2020 per la lotta ai cambiamenti climatici. In particolare, l'UE si è impegnata a ridurre entro il 2020 le proprie emissioni totali almeno del 20% rispetto al 1990. Le autorità locali rivestono quindi un ruolo di primo piano nel raggiungimento degli obiettivi climatici ed energetici fissati dall'UE.

Questo documento è redatto per aiutare le piccole e medie organizzazioni municipali nella stesura di un Piano Energetico ed Ambientale Comunale (PEAC). Sulla base dell'esperienza maturata dal Comune di Perugia, capofila del progetto, viene presentato il know-how trasmesso agli altri Comuni partner del progetto: Umbertide, Marsciano e Lisciano Niccone.

Le linee guida, sono rivolte a tutti i Comuni che non hanno partecipato al progetto MUSAE e a tutti gli stakeholder coinvolti nella pianificazione energetica ed ambientale del proprio territorio. Vengono presentate con questo documento informazioni, suggerimenti e raccomandazioni, flessibili ed utilizzabili nel processo di elaborazione di ogni PEAC. In questo modo ciascuna amministrazione potrà dotarsi di un piano adatto alla propria realtà ed alle proprie esigenze.

È descritta in forma semplificata, ogni parte costituente un PEAC, in maniera tale che anche i piccoli Comuni, che a volte non dispongono dei mezzi e dei tempi necessari



alle attività complete di pianificazione energetica ed ambientale, possano dotarsi di tale strumento in tempi brevi e in economia.

I temi trattati nelle linee guida per la stesura di un PEAC sono riassunti di seguito:

- il bilancio energetico comunale: domanda e offerta di energia del territorio;
- stima delle emissioni di gas clima-alterati legate ai consumi energetici;
- previsione di scenari futuri
- modalità di proposta e di scelta degli interventi finalizzati al raggiungimento degli obiettivi UE 2020

Nella parte finale del documento verrà esposto in dettaglio il Patto dei Sindaci e gli impegni che vengono assunti dai comuni che aderiscono. Verrà analizzato il PAES (Piano di Azione per l'Energia Sostenibile), mettendo in evidenza le differenze con i PEAC adottati nel progetto MUSAE. Si cercheranno di fornire strumenti utili alle amministrazioni che vogliono aderire al patto o che hanno già aderito e necessitano un aggiornamento del loro PAES.

## 2 Linee guida

### 2.1 Riferimenti Normativi

Per la redazione di un Piano Energetico-Ambientale Comunale è necessaria la conoscenza generale del corpo normativo applicabile alle tematiche in esame, con un particolare approfondimento ai regolamenti ed alle leggi locali.

A tale scopo è stato creato un database dei riferimenti normativi, suddiviso in quattro gruppi:

#### 1) Riferimenti Normativi Internazionali

In campo internazionale i riferimenti normativi sono legati sia al settore energetico che ambientale e le numerose conferenze sul clima hanno portato ad accordi ed impegni dei paesi partecipanti per attuare politiche energetiche meno impattanti.

#### 2) Riferimenti Normativi Comunitari

In seguito alle conferenze sul clima, l'Unione Europea ha adottato numerose Direttive per ridurre i consumi energetici e per promuovere lo sviluppo delle fonti rinnovabili.

#### 3) Riferimenti Normativi Nazionali

Si citano le norme italiane di riferimento più importanti in materia di energia ed ambiente.

#### 4) Riferimenti Normativi Regionali

Si riportano i regolamenti ed i provvedimenti in materia energetica per la Regione Umbria.

Il database è pubblicato nel sito internet del progetto MuSAE, è in continuo aggiornamento, ed è reperibile all'indirizzo:

<http://www.life-musae.it/riferimenti-normativi>

### 2.2 Inquadramento territoriale dal punto di vista energetico e ambientale

La pianificazione energetica territoriale richiede un'accurata conoscenza della realtà in esame; sarà dunque necessario inizialmente caratterizzare il territorio da



un punto di vista geomorfologico, effettuare poi un inquadramento climatologico e ambientale, infine riportare i dati demografici e socio-economici.

Raccogliere i suddetti dati in un unico documento è utile ad approfondire la conoscenza del territorio oggetto del PEAC e serve ad indirizzare con maggior consapevolezza le politiche energetico-ambientali di quel territorio.

La parte introduttiva è quindi da strutturare come segue:

*Delimitazione area di interesse:* breve descrizione della posizione geografica del territorio e della sua accessibilità e di eventuali caratteristiche peculiari del territorio di interesse da un punto di vista energetico-ambientale.

*Inquadramento geomorfologico del territorio:* descrizione degli ambiti territoriali, delle caratteristiche del suolo come erodibilità, capacità d'uso, geologia presente, vegetazione presente, attività agricole, zootecniche, attività estrattive etc., mettendo in evidenza le peculiarità che possono caratterizzare il territorio dal punto di vista energetico e ambientale. Spesso, queste informazioni sono già reperibili in altri piani o documenti comunali o report di enti statali.

*Caratterizzazione del suolo:* descrizione del sistema idrico, suddivisione in bacini, acque superficiali, sotterranee e dell'utilizzo della risorsa idrica. Descrizione del suolo e delle destinazioni d'uso (superficie adibita a colture, insediamenti abitativi e produttivi, vegetazione etc.), eventuale caratterizzazione di permeabilità, classificazione sismica e quant'altro disponibile o reperibile.

*Inquadramento Climatologico: andamento temperature, precipitazioni, radiazione solare, vento:* per reperire questi dati si può fare riferimento alle stazioni meteo del Servizio Idrografico e Mareografico, che rilevano in genere solo temperatura dell'aria e precipitazioni, nonché ad eventuali osservatori presenti negli aeroporti ed edifici pubblici. Spesso tali informazioni si possono ottenere da altri piani o documenti comunali o report di enti statali; i dati relativi a radiazione solare e vento sono reperibili presso siti internet dove vengono riportati atlanti solari ed eolici, quali, ad esempio, quelli resi disponibili da GSE o ENEA.

*Dati demografici:* si ottengono dall'ISTAT, dai censimenti o comunque sono generalmente presenti in altri documenti comunali. Il numero dei residenti anno per anno risultano particolarmente utili per la normalizzazione di tutti gli altri dati.

*Attività economiche:* breve descrizione delle attività economiche e produttive del territorio, sottolineando la presenza di eventuali singolarità da un punto di vista energetico-ambientale. Spesso non sono presenti dati, statistiche o report a livello



comunale; in questi casi si può far ricorso ad eventuali database o statistiche elaborate a livello regionale dall'ISTAT.

*Patrimonio edilizio:* la conoscenza dettagliata del patrimonio edilizio è di notevole interesse per poter pianificare eventuali interventi rivolti al miglioramento dell'efficienza energetica del costruito. È di notevole importanza conoscere i metri cubi complessivi di edificato, in funzione della destinazione d'uso ed è altrettanto importante dal punto di vista energetico disporre di indicazioni relative all'epoca di costruzione degli edifici che interessano il territorio comunale, oltre ad altre informazioni relative agli aspetti impiantistici. Di norma, tali dati e la loro trattazione statistica è disponibile presso la banca dati del sistema ecografico catastale regionale. o da censimenti e dati ISTAT, oppure più spesso sono contenuti nei piani regolatori o altri documenti e report realizzati dall'amministrazione comunale.

*Infrastrutture e servizi:* descrizione della rete stradale presente nel territorio con eventuale presenza di tratti extraurbani ed autostradali o strade ad alta densità di traffico. Descrizione del grado di penetrazione della rete di metano: utenze servite e fornitori del servizio.

*Situazione ambientale: acqua, aria, suolo, rumore, campi elettromagnetici, inquinamento luminoso:* talvolta può risultare consultare report e database esistenti, se disponibili (ad esempio prodotti da ARPA), per disegnare un quadro ambientale di partenza del territorio comunale.

## 2.3 Bilancio energetico territoriale

La parte centrale della stesura di un PEAC è relativa al bilancio energetico del territorio comunale e consiste in un esame dettagliato della realtà locale, dove vengono stimate domanda ed offerta di energia all'interno del territorio comunale.

Nel bilancio vengono:

- riassunti i consumi energetici del territorio (DOMANDA DI ENERGIA), suddivisi per settori (agricoltura, industria e artigianato, terziario, residenziale, trasporti), per fonti energetiche ed usi finali;
- individuate le risorse energetiche e la produzione di energia locale (OFFERTA DI ENERGIA), con particolare attenzione alle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER).

Il bilancio energetico deve essere riferito ad un prestabilito intervallo temporale, che di solito coincide con l'anno solare. Per la redazione di un PEAC sono necessari i bilanci energetici di almeno 5 anni precedenti la stesura del piano, al fine di poter analizzare le tendenze di domanda ed offerta di energia.



Con i dati rielaborati dei bilanci energetici vengono poi stimate le emissioni in atmosfera di gas serra ed effettuate previsioni sull'andamento dei consumi nel medio e lungo periodo (5-10 anni) dall'adozione del PEAC da parte del Comune. Nei paragrafi successivi di questo documento verranno analizzati in dettaglio questi aspetti.

Per poter effettuare un bilancio energetico quanto più dettagliato possibile, è necessaria la raccolta dei dati di consumo e produzione di energia da varie fonti, operazione che può risultare complessa e laboriosa. Nel presente documento si riportano alcuni suggerimenti, indicando le principali fonti dalle quali è possibile reperire le serie di dati necessarie e descrivendo nel dettaglio le procedure da seguire per reperirli.

Alcuni dei dati di interesse per il PEAC sono riferiti direttamente al territorio comunale; per altri, la base territoriale di riferimento non è il territorio comunale, ma quello provinciale o regionale. In questi casi, il dato comunale viene stimato a partire da quello provinciale o regionale o da quello di comuni limitrofi con caratteristiche simili, secondo procedure descritte in seguito.

I dati disponibili, poiché riferiti a grandezze diverse, non sono in genere espressi in unità di misura omogenee. Pertanto, al fine di poter effettuare i confronti tra i consumi delle diverse fonti energetiche, si è soliti introdurre un'unità di misura omogenea, il tep (tonnellata equivalente di petrolio), che equivale all'energia sviluppata dalla combustione di una tonnellata di petrolio; poiché il potere calorifico del petrolio grezzo è pari a 41.860 kJ/kg, un tep equivale a 41.860 MJ.

I poteri calorifici inferiori (PCI) dei diversi combustibili da considerare nella trasformazione in tep sono indicati nel Bilancio Energetico Nazionale, redatto dal Ministero delle Attività Produttive, Direzione Generale delle fonti di energia e delle risorse minerarie. Per i consumi di energia elettrica, la Direttiva 20-20-20 e il Piano di Azione Nazionale fanno riferimento ai consumi finali e utilizzano per l'equivalente termico dell'energia elettrica il fattore di conversione  $1 \text{ kWh} = 8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$ .

Nel presente documento si suggerisce pertanto, di impiegare i seguenti fattori di conversione:

- 1 STMC di metano =  $8,25 \times 10^{-4} \text{ tep}$ ;
- 1 kWh =  $8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$ ;
- 1 ton di benzina = 1,05 tep;
- 1 ton di gasolio = 1,02 tep;
- 1 ton di gpl = 1,1 tep;



- 1 ton di olio combustibile = 0,98 tep;
- 1 ton di legna = 0,25 tep.

L'analisi e l'elaborazione dei dati relativi ai consumi e all'offerta di energia costituiscono la base per la realizzazione del bilancio energetico del territorio comunale, che si articola nel calcolo di indicatori energetici atti a descrivere lo stato energetico del Comune e il relativo livello di efficienza.

I dati analizzati ed elaborati nel bilancio energetico, serviranno poi come base per stimare le emissioni di gas climalteranti correlate ai consumi di energia.

### 2.3.1 Domanda di energia

Per effettuare una valutazione anno per anno dei consumi reali di energia sul territorio comunale il più possibile fedele alla realtà, è necessario reperire una significativa quantità di dati. In questo paragrafo viene indicato come reperire tali informazioni e come effettuare le elaborazioni necessarie per ottenere i consumi in tep dei principali vettori energetici impiegati nei Comuni medio piccoli. Si vedrà in dettaglio come reperire i dati relativi a:

- energia elettrica;
- gas metano;
- combustibili solidi;
- prodotti petroliferi;
- consumi nel settore trasporti.

I consumi devono essere stimati anno per anno e per poterli analizzare efficacemente vengono suddivisi per settori:

- agricoltura;
- industria ed artigianato;
- terziario;
- residenziale;
- trasporti.

I risultati delle analisi sono poi sintetizzati in grafici e tabelle riepilogative dove vengono riportati i consumi finali per fonte e per settore espressi in tep, per ogni anno interessato dal bilancio. Una sintesi dei dati da reperire e delle fonti da consultare è riportata in tab. 2.1.



Tab. 2.1 – Riepilogo dati e fonti da consultare per stimare la domanda di energia.

Dati	Base territoriale	Principali Fonti
Energia elettrica: consumi e utenze	Comunale	ENEL Distribuzione spa
Gas Metano: consumi e utenze	Comunale	Enel Rete Gas – Gruppo F2i Reti Italia
Prodotti petroliferi: consumi - Benzina - Gasolio per autotrazione - Gasolio agricolo - Gasolio per riscaldamento - Olio combustibile - Gpl per autotrazione - Gpl per riscaldamento	Provinciale	MSE (Ministero Sviluppo Economico) Dipartimento per l’Energia
Combustibili solidi: consumi	Provinciale	MSE (Ministero Sviluppo Economico)
	Regionale	ENEA
	Regionale	ISTAT
	Regionale	APAT
Parco veicolare	Provinciale Comunale	ACI
Popolazione, attività economiche e industriali	Provinciale Comunale	ISTAT, Ateco, etc.
Numero di ciclomotori	Nazionale	ANCMA

### 2.3.1.1 Consumi di Energia Elettrica

I dati relativi ai consumi di energia elettrica, vengono normalmente forniti da ENEL Distribuzione SPA, già suddivisi per settore (agricoltura, industria, terziario e residenziale) e numero di utenze, per ogni anno di cui si fa richiesta. I consumi totali e le utenze totali per settore si ottengono sommando i dati di bassa, media ed alta tensione. Una esempio dei dati che è possibile reperire è riportato in tabella 2.2 (Comune di Marsciano).

Tab. 2.2 – Esempio di dati forniti da ENEL Distribuzione spa.

Anno	Regione	Provincia	Comune	ISTAT	Categoria Merceologica	Energia (kWh)			Clienti (n.)		
						AT	MT	BT	AT	MT	BT
2009	Umbria	Perugia	Marsciano	54027	AGRICOLTURA	0	1.359.841	3.672.775	0	14	426
					INDUSTRIA	0	40.764.028	4.980.008	0	24	435
					USI DOMESTICI	0	0	9.980.902	0	0	7.956
					TERZIARIO	0	2.526.327	5.764.187	0	10	1201
<b>Tot Marsciano Anno 2009</b>						<b>0</b>	<b>44.650.196</b>	<b>44.397.872</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>10.018</b>



Per poter ottenere i dati di consumo aggregati dell'intero territorio comunale, è necessario predisporre una richiesta ufficiale a mezzo fax o raccomandata al GRUPPO ENEL - DIVISIONE INFRASTRUTTURE E RETI specificando il Comune ed il periodo di tempo di interesse per il bilancio energetico.

I consumi devono poi essere trasformati in tep moltiplicando i kWh per il relativo coefficiente di conversione ( $1 \text{ kWh} = 8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$ ), conformemente alla Direttiva 20-20-20 e al Piano di Azione Nazionale.

Nei dati forniti da ENEL non viene specificata la parte dei consumi attribuita al settore trasporti (scale mobili, ascensori, mezzi di trasporto elettrici etc.). Eventualmente, tale dato può essere scorporato dal settore terziario, dove in genere viene contabilizzato.

I dati ENEL Distribuzione non contabilizzano la quota di energia elettrica autoconsumata con gli impianti fotovoltaici. Questa parte dei consumi va calcolata come specificato in seguito e aggiunta ai consumi finali di energia elettrica per ogni settore.

### 2.3.1.2 Consumi di Gas Metano

Per ottenere dati relativi ai consumi di gas metano deve essere inoltrata richiesta ad Enel Rete Gas – Gruppo F2i Reti Italia, specificando il Comune e il periodo di tempo di interesse per il bilancio energetico. In tabella 2.3 si riporta un esempio della modalità con la quale vengono resi disponibili i dati (Comune di Marsciano). In particolare, sono disponibili i consumi totali e il numero di utenze suddivisi per categoria d'uso, così come definite dalla delibera dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas AEEG 229/2012/R/gas.

Tab. 2.3 – Esempio di dati forniti da Enel Rete Gas – Gruppo F2i Reti Italia.

		<b>2006</b>
<b>Categoria d'uso</b>	<b>Descrizione categoria d'uso</b>	<b>Consumi (Sm<sup>3</sup>)</b>
C1	Riscaldamento	1007888
C2	Uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria	540640
C3	Riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda	5047225
T1	Uso tecnologico (artigianale e industriale)	280875
T2	Uso tecnologico + riscaldamento	2467525
	<b>TOTALE</b>	<b>9344153</b>



Le categorie d'uso non sono direttamente riconducibili ai macrosettori di interesse nel PEAC (agricoltura, industria, trasporti, residenziale, terziario); per tale motivo è necessario effettuare alcune ipotesi di raggruppamento delle diverse categorie. Dall'analisi della denominazione d'uso e dal confronto tra i consumi specifici, le categorie possono essere suddivise come proposto in tabella 2.4. I consumi di metano nel settore agricolo possono ritenersi in genere trascurabili.

Tab. 2.4 – Assegnazione delle categorie d'uso ai diversi settori proposta.

<b>Categoria d'uso</b>	<b>Residenziale</b>
C1	Riscaldamento (per meta)
C3	Riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda
<b>Industria e trasporti</b>	
T1	Uso tecnologico (artigianale e industriale)
T2	Uso tecnologico + riscaldamento
<b>Terziario</b>	
C1	Riscaldamento (per meta)
C2	Uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria

Il consumo di metano relativo al settore trasporti deve essere stimato come specificato successivamente e va comunque scorporato dai dati forniti da Enel Rete Gas alla voce relativa al settore industriale.

I consumi vanno poi trasformati in tep moltiplicando i metri cubi standard di metano, per il relativo coefficiente di conversione (1 STMC di metano =  $8,25 \times 10^{-4}$  tep), conformemente a quanto indicato nel Bilancio Energetico Nazionale redatto dal Ministero delle Attività Produttive.

### **2.3.1.3 Consumi di Combustibili Solidi**

In riferimento al bilancio energetico territoriale di Comuni piccoli e medi, per combustibili solidi si intende il consumo di legna, pellet, carbone e prodotti assimilati. Le quantità e le modalità di combustione dei vari prodotti consumati sul territorio non sono facilmente reperibili se non in alcune singolari realtà, come ad esempio impianti industriali, forni, fornaci o impianti di riscaldamento centralizzato a cippato etc.



Generalmente, i combustibili solidi più utilizzati sono la legna e il pellet, molto spesso venduti al dettaglio e anche di provenienza esterna al territorio comunale; pertanto, risulta difficile reperire dati di vendita dettagliati.

Il consumo di tali combustibili viene quindi solitamente stimato utilizzando studi ed indagini statistiche sulle abitudini delle famiglie, condotti da istituti di ricerca come ENEA o ISPRA. Nei comuni più piccoli è anche possibile raccogliere dati puntuali contattando direttamente i venditori o facendo sondaggi tra le famiglie.

L'impiego di combustibili solidi è caratterizzato da un'elevata dipendenza dalla morfologia e dal clima del territorio, presentando quindi una forte differenziazione a livello geografico e regionale. Ad esempio, per stimare il consumo di combustibili solidi (legna da ardere e assimilati) all'interno del territorio comunale dei partner del progetto MuSAE si è supposto che la totalità dei consumi avvenga a carico del settore Residenziale, ed è stato impiegato uno studio fatto dall'ENEA *I consumi Energetici nel settore Residenziale in Italia nel 1999*.

Tale studio, utilizzabile anche in altri Comuni umbri, si basa su un'indagine telefonica su un campione di 6000 famiglie distribuite in maniera proporzionale nelle varie Regioni, in modo da avere stime affidabili: per le Regioni di dimensioni più limitate (Umbria insieme a Valle D'Aosta, Trentino Alto Adige, Molise e Basilicata) è stata posta una numerosità campionaria minima di 100 unità, in modo da avere un errore empirico non superiore al 10%. L'impiego di combustibili solidi è caratterizzato da un'elevata dipendenza dalla morfologia e dal clima del territorio, presentando quindi una forte differenziazione a livello geografico e regionale. L'Umbria, la Sardegna, l'Abruzzo e il Trentino Alto Adige sono le Regioni che presentano una percentuale più elevata di nuclei familiari che fanno uso di combustibili solidi nelle loro abitazioni, con il 40% e oltre (per l'Umbria il 47,4%), mentre la Sicilia e la Liguria sono quelle con la percentuale minore (inferiore al 15%). Da tale studio si evince che il consumo regionale medio per abitazioni occupate da persone residenti è di 3,75 ton/anno, contro una media nazionale di 3,07. Occorre sottolineare che esiste anche uno studio più recente condotto da APAT e ARPA Lombardia nel 2008 *"Stima dei consumi di legna da ardere per riscaldamento ed uso domestico in Italia"*, che conferma a livello nazionale quanto stimato dall'indagine precedente sull'uso della legna in ambito domestico. Dal momento che i consumi di legna sono forniti per aree geografiche, non è stato però possibile determinare un valore significativo del consumo medio per famiglia specifico per la Regione Umbria. Per poter stimare la legna da ardere ci si può avvalere in ogni caso, anche di altre metodologie o guide generalmente rilasciate da enti o istituti di ricerca.



In Umbria, in base ai dati ISTAT riportati nel *Censimento generale della popolazione e delle abitazioni*, la legna come combustibile per riscaldamento è impiegata nel 27,4% delle abitazioni occupate da persone residenti.

Per quanto concerne la determinazione delle abitazioni occupate da persone residenti, dovrebbe essere noto a livello comunale il dato ufficiale; in caso contrario si può scalare il dato da quello noto di un Comune limitrofo con caratteristiche simili, in rapporto alla popolazione tra i due Comuni. La stima del consumo di combustibili solidi in tonnellate, per ogni anno del bilancio, può essere effettuata applicando l'equazione (1):

$$CS_n = F_n * \frac{A_{2001}}{F_{2001}} * 0,274 * 3,75 \quad (1)$$

dove:

$CS_n$ : consumo di combustibili solidi nel Comune nell'anno n;

$F_n$ : famiglie residenti nel Comune nell'anno n (dato ISTAT);

$A_{2001}$ : abitazioni occupate da residenti nella Provincia di Perugia nell'anno 2001;

$F_{2001}$ : famiglie residenti (incluse le convivenze) nel Comune di Perugia nell'anno 2001.

Una volta calcolati i consumi in tonnellate vanno poi trasformati in tep moltiplicandoli per il relativo coefficiente di conversione (1 ton di legna =0,25 tep), conformemente a quanto indicato nel Bilancio Energetico Nazionale redatto dal Ministero delle Attività Produttive.

### 2.3.1.4 Consumi di Prodotti Petroliferi

In questa sezione vengono trattati i prodotti petroliferi non legati al settore dei trasporti. Si fa riferimento solamente ai prodotti petroliferi più diffusi e consumati trascurando casi specifici (realtà locali ad elevata richiesta di prodotti petroliferi), che devono essere trattati separatamente. I prodotti trattati sono suddivisi nelle seguenti categorie:

- gasolio per riscaldamento;
- GPL per riscaldamento;



- gasolio agricolo;
- olio combustibile.

I consumi vengono stimati a partire dai dati di vendita provinciale che vengono liberamente forniti dal Dipartimento per l'Energia, del Ministero dello Sviluppo Economico e divulgati attraverso il sito web. Nel paragrafo successivo sono invece trattati i consumi di prodotti petroliferi legati ai trasporti, che richiedono una diversa metodologia di stima.

Per ogni anno di bilancio, i consumi vengono stimati assumendo che le quantità di prodotti petroliferi vendute all'interno del territorio comunale coincidano con quelle effettivamente consumate.

*Gasolio agricolo:* si possono valutare i consumi di questo carburante assumendo che le vendite coincidano con i consumi e poi moltiplicare il dato di vendita provinciale per il rapporto tra Superficie Agricola Utilizzata (SAU) del Comune di interesse e la provincia. Stime più raffinate possono essere effettuate sommando i consumi di tutti gli utilizzatori di gasolio agricolo presenti sul territorio comunale, ma generalmente questa procedura è possibile solo in Comuni di piccole dimensioni.

Una volta calcolati i consumi in tonnellate, è poi necessaria la trasformazione in tep moltiplicandoli per il relativo coefficiente di conversione (1 ton di gasolio = 1,02 tep), conformemente a quanto indicato nel Bilancio Energetico Nazionale redatto dal Ministero delle Attività Produttive.

*Gasolio e GPL per riscaldamento:* la stima rapida dei dati di consumo comunali può essere effettuata considerando il rapporto tra i consumi comunali e provinciali di metano (che è di solito noto) e ipotizzare che lo stesso rapporto valga anche per gasolio e GPL; in questo modo, però, i consumi sono ripartiti tra i settori residenziale, industria e terziario con le stesse percentuali annue dei consumi comunali di gas metano. Se sul territorio del Comune di interesse non è presente la rete di distribuzione del metano, i consumi possono ad esempio essere stimati a partire dai rapporti individuati in un comune limitrofo, dotato di rete di distribuzione.

Il GPL da riscaldamento spesso viene venduto al dettaglio, quindi è possibile, specialmente nei Comuni più piccoli, richiedere direttamente alle aziende che offrono il servizio i dati di vendita sul territorio per gli anni di interesse del bilancio.

Noti i consumi in tonnellate, è necessaria la trasformazione in tep moltiplicandoli per il relativo coefficiente di conversione (1 ton di gasolio = 1,02 tep e 1 ton di gpl = 1,1 tep), conformemente a quanto indicato nel Bilancio Energetico Nazionale redatto dal Ministero delle Attività Produttive.



*Olio combustibile*: I consumi di olio combustibile possono essere attribuiti interamente al settore industriale e possono essere calcolati secondo la metodologia adottata per il gasolio e il GPL da riscaldamento, facendo riferimento ai dati provinciali forniti dal Ministero dello Sviluppo Economico.

Una volta calcolati i consumi in tonnellate vanno poi trasformati in tep moltiplicandoli, per il relativo coefficiente di conversione (1 ton di olio combustibile = 0,98 tep), conformemente a come indicato nel Bilancio Energetico Nazionale, redatto dal Ministero delle Attività Produttive.

### **2.3.1.5 Consumi nel Settore dei Trasporti**

I consumi legati al settore dei trasporti richiedono una metodologia di stima più elaborata rispetto a quelle precedentemente descritte. Infatti non sono sufficienti i dati relativi ai carburanti, ma è anche necessaria un'analisi del parco veicolare. La procedura di seguito proposta permette di analizzare i consumi legati al parco veicolare presente sul territorio comunale per i seguenti carburanti per autotrazione:

- Benzina;
- gasolio;
- GPL;
- Metano.

#### *Analisi del parco veicolare comunale*

Prima di poter stimare i consumi di carburante è necessario analizzare il parco veicolare circolante sul territorio comunale. L'Automobile Club d'Italia (ACI) rende disponibili ogni anno i dati del parco veicoli circolante a livello nazionale, regionale, provinciale e comunale, nonché report e statistiche riguardanti il settore dei trasporti. Sul sito web dell'ACI, alla sezione "*Studi e ricerche – dati e statistiche*", è possibile reperire, anno per anno, tutti i dati necessari ad analizzare il parco veicolare comunale.

Dai file in formato excel che vengono resi disponibili è possibile estrapolare il numero di veicoli suddivisi per categorie, appartenenti ad uno specifico comune. Per quanto riguarda la suddivisione dei veicoli per tipo di alimentazione, ACI rende disponibile solo il dato a livello provinciale.

In tabella 2.5 si riportano, a titolo di esempio, alcuni dati relativi ai Comuni partner del progetto MuSAE. I diversi colori rappresentano l'accorpamento utilizzato per le varie categorie di autoveicoli.

Tab. 2.5 – Riassunto dati ACI: parco veicoli circolante al 2012 per i Comuni partecipanti al progetto MuSAE.

Parco veicolare per categoria e comune. Anno 2012														
Regione	Provincia	Comune	AUTOBUS	AUTOCARRI TRASPORTO MERCI	AUTOVEICOLI SPECIALI / SPECIFICI	AUTOVETTURE	MOTOCARRI E QUADRICICLI TRASPORTO MERCI	MOTOCICLI	MOTOVEICOLI E QUADRICICLI SPECIALI / SPECIFICI	RIMORCHI E SEMIRIMORCHI SPECIALI / SPECIFICI	RIMORCHI E SEMIRIMORCHI TRASPORTO MERCI	TRATTORI STRADALI O MOTRICI	ALTRI VEICOLI	TOTALE
Umbria	Perugia	MARSCIANO	16	1.376	296	12.429	48	1.524	67	52	129	60		<b>15.997</b>
		UMBERTIDE	18	1.187	159	11.426	67	1.556	27	9	23	12		<b>14.484</b>
		LISCIANO NICCONI	1	52	3	482	5	55	1		5	3		<b>607</b>
		PERUGIA	981	11.147	2.350	115.681	777	18.277	257	315	554	318		<b>150.657</b>

Per poter suddividere i veicoli circolanti del Comune in base alla tipologia di alimentazione, è necessario scalare le percentuali dai dati provinciali (unici dati suddivisi per alimentazione a disposizione forniti dall'ACI) rispettando le percentuali annuali. Agendo in questo modo si ottengono i dati per ogni anno di bilancio suddivisi per tipologia di alimentazione (benzina, gasolio, benzina/gpl, benzina/metano) e per tipologia di mezzo (autoveicoli, autocarri, autobus, motocicli, motocarri). A questo punto, i dati possono essere analizzati criticamente, graficando i vari andamenti anno per anno.

#### *Metodologia di stima dei consumi dovuti al parco veicoli*

I consumi di prodotti petroliferi legati ai trasporti nel Comune di interesse sono calcolati a partire dai dati di vendita provinciale forniti dal Dipartimento per l'Energia del Ministero dello Sviluppo Economico. La stima dei consumi per ogni tipologia di carburante si effettua considerando i consumi provinciali e il rapporto tra auto equivalenti di Comune e provincia. Noto il parco auto, le auto equivalenti possono essere determinate applicando opportuni coefficienti di conversione



forniti dall'ENEA. In particolare, si possono applicare i coefficienti riportati in tabella 2.6, aggiornati nel 2008. In tabella 2.7 si riportano, a titolo di esempio, i dati raccolti e i veicoli equivalenti del Comune di Marsciano calcolati per un anno di bilancio, mentre in tabella 2.8 si riportano i veicoli equivalenti della provincia di Perugia, calcolati per gli anni 2007-2012.

Tab. 2.6 – Coefficienti di conversione in auto equivalenti ENEA 2008.

Autocarri/auto equivalenti	4
Motoveicoli/auto equivalenti	0,15
Autobus/auto equivalenti	15
Ciclomotori/auto equivalenti	0,15
Motocarri/auto equivalenti	0,15
Automobili/auto equivalenti	1

Tab. 2.7 – Esempio di parco veicolare e calcolo dei veicoli equivalenti per un anno di bilancio (Comune di Marsciano).

2012							
	Autovetture	Autocarri merci	Motocarri	Motocicli	Autobus	TOTALE	Veicoli equivalenti
<b>Benzina</b>	5851	77	95	1524	0	<b>7.548</b>	6403
<b>GPL</b>	505	14	0	0	0	<b>518</b>	560
<b>Gasolio</b>	5461	1611	20	0	16	<b>7.107</b>	12146
<b>Metano</b>	611	30	0	0	0	<b>641</b>	730
<b>TOTALE</b>	<b>12.429</b>	<b>1.732</b>	<b>115</b>	<b>1.524</b>	<b>16</b>	<b>15.816</b>	19843

Tab. 2.8 – Veicoli equivalenti calcolati per la Provincia di Perugia nel periodo 2007-2012 – Coefficienti ENEA 2008.

Provincia di Perugia	Anno	Benzina	Gasolio	GPL	Metano
	<b>2007</b>	272088	381967	12974	14734
	<b>2008</b>	267878	406690	12490	17835
	<b>2009</b>	257468	415471	15287	21672
	<b>2010</b>	246735	421863	18216	24208
	<b>2011</b>	242988	435358	18811	27112
	<b>2012</b>	238180	437295	20608	29693



Ai fini del calcolo dei consumi si assume che le quantità di prodotti petroliferi vendute all'interno del territorio comunale, coincidano con quelle effettivamente consumate; inoltre, si ipotizza che i veicoli con doppia alimentazione (benzina/metano e benzina/GPL) possano essere considerati rispettivamente come veicoli a metano o a GPL, anche alla luce dell'aumento del numero di distributori di metano e GPL e quindi della facilità di rifornirsi con detti combustibili.

A partire dai valori provinciali dei consumi di gasolio, benzina e GPL, moltiplicando le tonnellate dei vari prodotti petroliferi per i rapporti tra auto equivalenti di Comune e provincia, si scalano i consumi sul territorio comunale per i vari anni di bilancio.

Una volta calcolati i consumi in tonnellate vanno poi trasformati in tep moltiplicandoli per il relativo coefficiente:

- 1 ton di benzina = 1,05 tep;
- 1 ton di gasolio = 1,02 tep;
- 1 ton di gpl = 1,1 tep;

conformemente a quanto indicato nel Bilancio Energetico Nazionale, redatto dal Ministero delle Attività Produttive.

I dati sui consumi di metano per autotrazione, generalmente non sono resi disponibili, né per le province, né per i Comuni, pertanto è necessario scegliere un approccio differente.

Talvolta, dai bilanci energetici regionali vengono riportati i consumi di metano come percentuale dei consumi (in tep) derivanti da prodotti petroliferi. Tali percentuali possono essere utilizzate per calcolare i consumi di metano provinciali a partire dai dati sui consumi provinciali di prodotti petroliferi. Una volta calcolati i dati provinciali, si può risalire ai consumi comunali mediante il rapporto auto equivalenti tra Comune e provincia, così come descritto per gli altri tipi di alimentazione dei veicoli.

Nei Comuni di limitata estensione, dotati di pochi distributori di metano, si può anche percorrere la via di chiedere i dati di vendita annuale, ipotizzando che tali quantità siano destinate ai soli residenti e che questi ultimi si riforniscano soltanto in detti distributori.

Un'altra metodologia di stima dei consumi di metano per autotrazione consiste nell'ipotizzare un consumo medio degli autoveicoli ( $14 \text{ km/m}^3$ ), moltiplicarlo per un chilometraggio medio ipotizzato ( $15.000 \text{ km}$ ) e per il numero di veicoli equivalenti a metano. In questo modo si ottengono i  $\text{m}^3$  di metano consumati.

Una volta calcolati i consumi in m<sup>3</sup>, è necessaria la trasformazione in tep moltiplicandoli per il relativo coefficiente di conversione di (1 STMC di metano = 8,25 x 10<sup>-4</sup> tep), conformemente a quanto indicato nel Bilancio Energetico Nazionale redatto dal Ministero delle Attività Produttive.

### 2.3.1.6 Domanda di energia totale

Una volta stimati i consumi in tep dei principali vettori energetici utilizzati sul territorio per i vari anni di bilancio, è possibile riepilogare (tabella 2.9) i consumi finali totali di energia, per fonte e per settore, in forma grafica e tabellare. In questo modo è possibile analizzare in maniera dettagliata, ad esempio, l'andamento dei consumi, i settori più energivori, le fonti energetiche più utilizzate, i consumi pro-capite.

I dati espressi in tep, così riepilogati, serviranno poi per poter effettuare il bilancio energetico e la stima delle emissioni di gas climalteranti legate al consumo di energia del comune.

Tab. 2.9 – Esempio di riepilogo dei dati di consumo finale di energia, espressi in tep, per un anno di bilancio Comune di Marsciano.

Settore	Combustibili solidi	Prodotti petroliferi	Metano	Energia elettrica	Totale
<b>2007</b>					
<b>Agricoltura</b>	-	1147	-	487	<b>1634</b>
<b>Industria</b>	-	303	1953	4318	<b>6573</b>
<b>Terziario</b>	-	55	842	1.407	<b>2304</b>
<b>Trasporti</b>	-	14514	262	-	<b>14776</b>
<b>Residenziale</b>	1696	293	4473	1633	<b>8096</b>
<b>TOTALE</b>	<b>1696</b>	<b>16313</b>	<b>7529</b>	<b>7846</b>	<b>33383</b>

### 2.3.2 Offerta di energia

Per poter completare il bilancio energetico è necessario conoscere l'offerta di energia, ovvero la quantità di energia che viene prodotta da tutte le fonti energetiche, fossili e rinnovabili, presenti nel territorio comunale. Fatte salve particolari eccezioni, sul territorio dei Comuni medi e piccoli non sono presenti impianti per la produzione di



energia da combustibili fossili, pertanto, l'offerta di energia proviene in genere da fonti energetiche rinnovabili. Per valutare l'offerta di energia da inserire a bilancio, è quindi necessario effettuare una ricognizione degli impianti presenti sul territorio comunale.

Un primo censimento degli impianti da FER presenti sul territorio comunale è facilmente reperibile consultando il bollettino informativo che il Gestore dei Servizi Energetici (GSE) elabora semestralmente ai sensi dell'art. 24, comma 6, del D.M. 06/07/2012. In questo documento sono riportati i dati di sintesi inerenti l'incentivazione delle fonti rinnovabili mediante i meccanismi di supporto previsti dal DM18/12/2008 (e i decreti che lo hanno preceduto) e dal DM 6/07/2013. Nella parte finale del documento sono elencati, per tipologia e anno di entrata in esercizio, gli impianti realizzati ed incentivati all'interno di ogni Comune italiano.

Come per la domanda di energia, anche l'offerta va valutata nella stessa unità di misura, il tep (tonnellata equivalente di petrolio). Anche in questo caso si fa riferimento alla Direttiva 20-20-20 e al Piano di Azione Nazionale, che utilizzano per l'equivalente termico dell'energia elettrica proveniente da fonti rinnovabili il fattore di conversione  $1 \text{ kWhe} = 8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$ .

In questa parte delle linee guida viene spiegato come reperire i dati e come effettuare le elaborazioni necessarie per ottenere la produzione in tep dell'offerta energetica sul territorio di un comune medio o piccolo.

Per quanto concerne l'eventuale presenza sul territorio di fonti energetiche non rinnovabili come ad esempio le centrali termoelettriche o i termovalorizzatori, i dati relativi all'energia prodotta possono essere direttamente richiesti al gestore dell'impianto.

Nei successivi paragrafi vengono date indicazioni relativamente alle principali fonti energetiche rinnovabili:

- solare fotovoltaico;
- solare termico;
- idroelettrico;
- cogenerazione;
- biomasse;
- energia geotermica;

- legna – pellet;
- green procurement – certificati verdi.

Il risultato dell'analisi consiste in un riepilogo dell'offerta di energia anno per anno. Sarà in questo modo possibile valutare anche la penetrazione percentuale delle FER a livello comunale e verificare il raggiungimento degli obiettivi previsti dalla direttiva 20-20-20 e dal Decreto 15 marzo 2012 del Ministero dello Sviluppo Economico (c.d. Decreto Burden Sharing). Le fonti da consultare e i dati da analizzare sono riepilogati in tabella 2.10.

Tab. 2.10 – Riepilogo dati e fonti da consultare per stimare l'offerta di energia.

Dati	Base territoriale	Fonte
Solare fotovoltaico	Comunale	GSE (Gestore dei Servizi Energetici)
Solare termico	Comunale	Comune
Idroelettrico	Comunale	Gestore impianto - Privato cittadino - GSE
Eolico	Comunale	Gestore impianto - Privato cittadino - GSE
Cogenerazione	Comunale	Gestore impianto - Privato cittadino - Progettista
Biomasse	Comunale	Gestore impianto - Privato cittadino - GSE
Geotermico	Comunale	Gestore impianto - Privato cittadino - Progettista
Caldaie a legna/pallet	Regionale/Provinciale	Stima dati ISTAT – ENEA - ISPRA

### 2.3.2.1 Solare fotovoltaico

Le installazioni di impianti fotovoltaici hanno subito negli ultimi anni una spinta notevole grazie agli incentivi a livello nazionale dei vari Conto Energia; nella Regione Umbria è inoltre in vigore la legge n. 17 del 18/11/2008, che prescrive per le nuove costruzioni l'installazione di pannelli fotovoltaici per una potenza minima di 1 kW per ogni unità immobiliare, a meno di costruzioni in zone vincolate, quali i centri



storici, o nel caso di impossibilità causata da fondate motivazioni di carattere tecnico-economico.

Gli impianti fotovoltaici connessi alla rete sono monitorati a livello nazionale dal GSE che, nell'ambito delle attività previste dall'art. 40 del D.Lgs. 28/2011 di monitoraggio delle fonti rinnovabili, ha realizzato il sistema informativo geografico ATLASOLE [1], contenente dati e informazioni sugli impianti fotovoltaici che hanno fatto richiesta di incentivo mediante il Conto Energia.

Il sistema permette la consultazione interattiva degli impianti fotovoltaici al livello di Regione, Provincia e Comune; l'aggiornamento avviene quotidianamente, grazie al diretto collegamento con il database sottostante. In particolare, ATLASOLE riporta gli impianti fotovoltaici raggruppati per classi di potenza (da 1 a 3 kW, da 3 a 20 kW, da 20 a 200 kW, da 200 a 1000 kW, da 1000 a 5.000 kW, maggiore di 5.000 kW) e per numerosità in funzione della base amministrativa prescelta dall'utilizzatore.

L'elenco degli impianti anno per anno è gratuitamente consultabile e scaricabile in forma di foglio elettronico. Le informazioni che vengono rese disponibili per ogni impianto sono:

- la potenza installata (kWp);
- il Conto Energia relativo all'impianto;
- l'anno di entrata in servizio.

I dati possono essere così rielaborati per monitorare anno per anno e per classi di potenza il numero di impianti e i kW di potenza installati sul territorio comunale.

Per poter stimare l'energia annualmente prodotta a seconda della modalità di connessione alla rete elettrica, bisogna conoscere la producibilità media annua, ovvero i kWh/kW di picco di potenza installata, relativo al territorio su cui sono stati realizzati gli impianti. Dal sito internet dell'ENEA: Atlante italiano della radiazione solare [2], è possibile calcolare la radiazione solare incidente nel luogo di interesse. Con l'inserimento dei seguenti dati di input: condizioni di inclinazione (Tilt: in genere pari a circa 15°), orientamento dei pannelli solari (Azimut: sud est o sud ovest) e coefficiente di riflessione del suolo (generalmente pari a 0,2), si può ottenere l'energia unitaria prodotta.

Attraverso la tecnologia del fotovoltaico, solo parte dell'energia elettrica prodotta viene autoconsumata dal proprietario dell'impianto, mentre l'eccedenza viene immessa in rete. Per valutare tali contributi risulta opportuno effettuare una suddivisione degli impianti in base alla modalità di connessione alla rete



elettrica. Le modalità previste dall’Autorità per l’Energia Elettrica e il Gas sono sostanzialmente due: lo scambio sul posto e il ritiro dedicato (sostituita poi dalla tariffa omnicomprensiva).

In base a quanto descritto nei vari Conto Energia, si riporta la seguente suddivisione (P = potenza di picco):

- I Conto Energia:
  - impianti con  $P < 20$  kW sfruttano lo Scambio Sul Posto (SSP);
  - impianti con  $P > 20$  kW sfruttano il Ritiro Dedicato (RD).
- II Conto Energia:
  - impianti con  $P < 20$  kW sfruttano lo Scambio Sul Posto (SSP);
  - impianti con  $P < 200$  kW sfruttano lo Scambio Sul Posto (SSP);
  - impianti con  $P > 200$  kW sfruttano il Ritiro Dedicato (RD).
- III Conto Energia:
  - impianti con  $P < 20$  kW sfruttano lo Scambio Sul Posto (SSP);
  - impianti con  $P < 200$  kW sfruttano lo Scambio Sul Posto (SSP);
  - impianti con  $P > 200$  kW sfruttano il Ritiro Dedicato (RD).
- IV Conto Energia:
  - impianti con  $P < 20$  kW sfruttano lo Scambio Sul Posto (SSP);
  - impianti con  $P < 200$  kW sfruttano lo Scambio Sul Posto (SSP);
  - impianti con  $P > 200$  kW sfruttano il Ritiro Dedicato (RD).
- V Conto Energia:
  - impianti con  $P < 20$  kW sfruttano lo Scambio Sul Posto (SSP);
  - impianti con  $P < 200$  kW sfruttano lo Scambio Sul Posto (SSP);
  - impianti con  $P > 200$  kW sfruttano la Tariffa Omnicomprensiva (TO).

In tabella 2.11 si riporta un esempio di elaborazione di alcuni dati secondo la metodologia appena descritta.

Tab. 2.11 – Esempio - Potenza installata annualmente ed energia prodotta a seconda della modalità di connessione alla rete, IV Conto Energia.

IV Conto Energia		2011		2012		Modalità di connessione alla rete elettrica
		P [kW]	E [MWh]	P [kW]	E [MWh]	
P<20	Comunale	0	0,00	0	0,00	SSP
	Privato	258,82	320,94	322,89	400,38	
	<b>TOTALE</b>	<b>258,82</b>	<b>320,94</b>	<b>322,89</b>	<b>400,38</b>	
20<P<200	Comunale	0	0,00	0	0,00	SSP
	Privato	701,83	870,27	1615,35	2003,03	
	<b>TOTALE</b>	<b>701,83</b>	<b>870,27</b>	<b>1615,35</b>	<b>2003,03</b>	
P>200	Comunale	0	0,00	0	0,00	RD
	Privato	601,42	745,76	542,34	672,50	
	<b>TOTALE</b>	<b>601,42</b>	<b>745,76</b>	<b>542,34</b>	<b>672,50</b>	

Nel bilancio energetico, la produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici compensa in parte i consumi (per la quota di autoconsumo) quando avviene lo scambio sul posto; nel caso di vendita, non c'è contributo alla diminuzione dei consumi. Ai fini del bilancio energetico, la quota in autoconsumo va considerata sia nella domanda che nell'offerta di energia, mentre la quota immessa costituisce soltanto un contributo all'offerta.

Nella valutazione dei consumi elettrici relativi al territorio comunale (paragrafo 2.3.1.1) non è conteggiato quanto effettuato in regime di scambio sul posto. Infatti, solamente la parte degli utenti che in regime di vendita immettono in rete tutta la loro produzione e che consumano prelevando dalla rete hanno i loro consumi contabilizzati in bolletta per intero. Per gli impianti allacciati in regime di scambio sul posto occorre introdurre delle ipotesi finalizzate allo scorporo della quota di autoconsumo. Per tali impianti è ragionevole ipotizzare che il dimensionamento sia stato effettuato sulla base del fabbisogno di energia elettrica in modo da massimizzare il vantaggio apportato dal regime di scambio sul posto.

Ad esempio, per i comuni coinvolti nel progetto MuSAE, al fine di stimare le percentuali di energia immessa in rete e autoconsumata, si è fatto riferimento alle percentuali stimate per il PEAC del Comune di Perugia. Pertanto, per gli impianti di potenza compresa tra 20 kW e 200 kW, si è ipotizzato che l'utenza sia di tipo industriale/

terziario e che l'energia immessa in rete sia pari al 27%, mentre il 73% è la quota di autoconsumo. Per gli impianti di potenza inferiore a 20 kW si ipotizza invece che l'utenza sia di tipo residenziale e che l'energia immessa in rete sia pari al 44% mentre il 56% è la quota di autoconsumo. Dal momento che la quota di autoconsumo va aggiunta ai dati dei consumi di energia elettrica, si è considerato che gli impianti con potenza inferiore ai 3 kW siano da conteggiare nel settore residenziale, mentre quelli con potenza superiore siano da includere nel settore industriale.

Nota l'energia elettrica prodotta per ogni anno di bilancio in regime di scambio sul posto (autoconsumata e immessa) e in regime di Ritiro dedicato / Tariffa omnicomprensiva, si ottiene un quadro completo dell'offerta fotovoltaica. Per mettere poi a bilancio tale contributo è possibile riassumere i dati cumulando la produzione di energia di anno in anno al crescere del numero di impianti (esempio in tabella 2.12).

Tab 2.12 – Esempio di dati rielaborati – Autoconsumi e produzione di energia elettrica cumulati da includere nel bilancio (MWh).

Autoconsumi		Scambio sul posto cumulato [MWh]							
Anno		Comunale		Privato		TOTALE			
2006		27,96		0,00		27,96			
2007		44,20		66,64		110,85			
2008		44,20		270,80		315,01			
2009		44,20		401,11		445,32			
2010		44,20		827,08		871,28			
2011		44,20		3111,95		3156,15			
2012		45,19		5180,90		5226,09			
2013		45,19		5884,98		5930,16			
Produzione Cumulata	Scambio sul posto [MWh]			Ritiro dedicato / Tariffa omnicomprensiva [MWh]			TOTALE [MWh]		
	Anno	Comunale	Privato	TOTALE	Comunale	Privato	TOTALE	Comunale	Privato
2006	49,92	0,00	49,92	0,00	0,00	0,00	49,92	0,00	49,92
2007	78,94	103,31	182,25	0,00	403,65	403,65	78,94	506,96	585,90
2008	78,94	407,58	486,52	0,00	960,90	960,90	78,94	1368,48	1447,41
2009	78,94	620,95	699,89	0,00	960,90	960,90	78,94	1581,85	1660,78
2010	78,94	1305,53	1384,47	0,00	3272,92	3272,92	78,94	4578,45	4657,39
2011	78,94	4645,23	4724,17	2580,29	23156,93	25737,22	2659,23	27802,16	30461,38
2012	80,69	7665,47	7746,17	2676,14	28091,04	30767,18	2756,83	35756,52	38513,35
2013	80,69	8712,92	8793,61	2676,14	28091,04	30767,18	2756,83	36803,96	39560,79



Ai fini del bilancio energetico, i dati vanno poi trasformati in tep moltiplicando i kWh per il relativo coefficiente di conversione ( $1 \text{ kWh} = 8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$ ), conformemente alla Direttiva 20-20-20 e al Piano di Azione Nazionale.

### 2.3.2.2 Solare termico

La stima precisa dell'energia prodotta mediante impianti solari termici per Acqua Calda Sanitaria (ACS) è raramente possibile. La principale difficoltà consiste nel reperire i dati rappresentativi della realtà territoriale, relativamente al numero di impianti installati, alla loro tipologia, ai m<sup>2</sup> di pannelli e alla tecnologia utilizzata. Alcuni Comuni dispongono generalmente di un elenco dove vengono raccolti gli impianti e le principali caratteristiche degli stessi. Non sempre, però, tali elenchi sono completi ed esaustivi, ma possono essere utili nel creare una base di partenza per la stima dell'energia prodotta.

Sarebbe auspicabile che i Comuni che intraprendono la strada della pianificazione energetico-ambientale, si dotassero di opportuni registri dove elencare, di volta in volta, le nuove e le vecchie installazioni di impianti solari termici, su edifici di nuova costruzione o in corrispondenza del restauro di edifici esistenti.

A partire dal Decreto 19 febbraio 2007 “Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente” che ha introdotto le detrazioni fiscali del 55% (65% successivamente) per la riqualificazione energetica degli edifici, è stata stimolata l'installazione di impianti per la produzione di ACS sugli edifici esistenti. Per quanto concerne invece i nuovi edifici, si sono rivelati particolarmente efficaci i Regolamenti Edilizi che hanno imposto tali impianti su tutti gli edifici di nuova costruzione, oggi resi obbligatori dalla legislazione nazionale.

Nel caso in cui l'amministrazione comunale abbia dotato alcuni edifici pubblici (scuole, uffici, piscine, strutture sportive etc.) di impianti solari sia per la produzione di energia elettrica che di ACS, i relativi dati di produzione possono essere utilizzati per la stima dell'energia unitaria prodotta sul territorio comunale.

Nel caso in cui non si disponga di dati noti, nei Comuni di piccole dimensioni si può pensare di effettuare un censimento. Se il numero di edifici è troppo elevato per poter effettuare una ricognizione accurata degli impianti con tempi e costi ragionevoli, si può ricorrere a metodi di stima alternativi (e meno precisi).

Si possono ad esempio stimare i m<sup>2</sup> di pannelli installati sul territorio estrapolando i dati, se presenti, dai report di vari enti od istituti di ricerca e statistica ad esempio ENEA, ISTAT, Comuni limitrofi, etc. In alternativa, si possono stimare i m<sup>2</sup> di pannelli per ACS dai dati di un Comune limitrofo dove risulta noto il parco impiantistico, scalando proporzionalmente alla popolazione residente nei due Comuni.



La seconda difficoltà nella stima dell'energia prodotta (e quindi risparmiata) mediante l'utilizzo dei pannelli per la produzione di ACS, consiste nell'ipotizzare una producibilità media annua (ovvero i kWh/m<sup>2</sup> annuo prodotti per lo specifico territorio comunale).

Se non si dispone di calcoli più accurati, la producibilità media può essere ipotizzata tenendo conto della radiazione solare globale media annua su superficie orizzontale nel Comune di interesse (che può essere calcolata dal sito ENEA [2]) e considerando un'efficienza complessiva dell'impianto, pari a circa l'40%. Ad esempio, per il PEAC del Comune di Perugia e per i Comuni coinvolti nel progetto MuSAE, si è utilizzata una producibilità di circa 600 kWh/m<sup>2</sup> a fronte di valori di radiazione solare globale media annua su superficie orizzontale intorno ai 1460 kWh/m<sup>2</sup>.

Moltiplicando la producibilità media per la superficie dei pannelli installati si ottiene l'energia complessivamente prodotta/risparmiata, per ogni anno di bilancio. Per convertire l'energia in tep, anche in questo caso si fa riferimento al fattore di conversione (1 kWh = 8,59 x 10<sup>-5</sup> tep) della Direttiva 20-20-20 e del Piano di Azione Nazionale.

In tabella 2.13 si riporta, a titolo di esempio, la stima del contributo dell'energia solare termica per il Comune di Umbertide.

Tab. 2.13 – Esempio di stima dell'acqua calda sanitaria prodotta per alcuni anni di bilancio nel Comune di Umbertide.

<b>Stima solare termico - Comune di Umbertide</b>			
<b>Anno</b>	<b>m<sup>2</sup> impianti</b>	<b>MWh di energia termica prodotta</b>	<b>Tep risparmiate</b>
<b>2010</b>	629	377,2	32,4
<b>2011</b>	780	468,0	40,2
<b>2012</b>	931	558,8	48,0

Lo sfruttamento dell'energia solare termica, soprattutto per la produzione di acqua calda sanitaria, si traduce in un minor consumo di metano, gasolio e GPL da riscaldamento; tale risparmio risulta dunque già ricompreso nei consumi finali allo stato attuale.



### 2.3.2.3 Idroelettrico

In alcuni Comuni sono presenti talvolta centrali idroelettriche che sfruttano l'acqua fluente di fiumi o torrenti. Gli impianti possono essere gestiti direttamente da gruppi privati o da enti pubblici. Per la stima dell'energia prodotta anno per anno di bilancio bisogna anzitutto raccogliere le principali caratteristiche dell'impianto, che devono essere richiesti al relativo gestore. Si riporta di seguito un breve elenco dei principali dati necessari:

- dislivello, salto idraulico;
- portata massima, minima e media;
- numero di turbine, tipologia e potenza nominale, potenza effettiva;
- dati di esercizio: producibilità in kWh annui, ore di esercizio annuo.

Il dato più importante è rappresentato dai kWh prodotti per ogni anno di bilancio; se non è disponibile, è possibile effettuare una stima di massima moltiplicando la potenza effettiva dell'impianto per le ore annue di esercizio ipotizzate in fase di progetto.

Per convertire l'energia in tep, anche in questo caso si fa riferimento alla Direttiva 20-20-20 e al Piano di Azione Nazionale, moltiplicando il fattore di conversione ( $1 \text{ kWh} = 8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$ ) per i kWh prodotti dall'impianto per ogni anno di bilancio.

### 2.3.2.4 Eolico

Per accertarsi della presenza di aereogeneratori sul territorio comunale è possibile effettuare una prima ricognizione, consultando il sito RSE Atlante Eolico [3].

Gli impianti eolici si distinguono in varie categoria dipendenti dall'altezza misurata al mozzo del rotore e dalle dimensioni delle pale. Si definiscono:

**IMPIANTI EOLICI:** si considerano impianti eolici le opere per la produzione di energia elettrica da fonte eolica realizzate con l'utilizzo di generatori di altezza misurata al mozzo del rotore superiore a 40 metri.

**IMPIANTI MINIEOLICI:** si considerano impianti minieolici le opere per la produzione di energia elettrica da fonte eolica realizzate con l'utilizzo di generatori di altezza misurata al mozzo del rotore superiore a 18 metri e pari o inferiore a 40 metri.

**IMPIANTI MICROEOLICI:** si considerano impianti microeolici le opere per la produzione di energia elettrica da fonte eolica realizzate con l'utilizzo di generatori di altezza misurata al mozzo del rotore pari o inferiore a 18 metri.



La produzione di energia elettrica da fonte eolica sul territorio dei Comuni umbri è ad oggi piuttosto modesta. Tranne alcune eccezioni come ad esempio i due aereogeneratori del Comune di Fossato di vico, non sono presenti parchi eolici o impianti con potenze rilevanti. Cominciano a diffondersi sul territorio micro e mini aereogeneratori ad asse verticale od orizzontale. Questo tipo di impianti, pur fornendo singolarmente un contributo modesto al bilancio energetico comunale in termini di producibilità (kWh/anno), potrebbero svilupparsi in maniera più diffusa, pertanto, sarebbe opportuna una loro registrazione da parte di tutti i Comuni.

Nel caso in cui siano presenti sul territorio eventuali parchi eolici o singoli aerogeneratori, è necessario innanzitutto raccogliere i dati necessari alla contabilizzazione dell'energia prodotta, da richiedere al relativo gestore. Si riporta di seguito un breve elenco dei principali parametri di rilievo:

- tipologia degli aereogeneratori, numero e caratteristiche tecniche;
- potenza installata degli aereogeneratori (MW);
- produzione per ogni anno di bilancio (MWh);
- producibilità (kWh/kW).

Il dato più importante è rappresentato dall'energia prodotta (MWh) per ogni anno di bilancio, se non è disponibile, è possibile effettuare una stima di massima nota la potenza e l'ubicazione, utilizzando la producibilità dell'atlante del vento [3].

Per convertire l'energia in tep si fa riferimento alla Direttiva 20-20-20 e al Piano di Azione Nazionale, moltiplicando il fattore di conversione ( $1 \text{ kWh} = 8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$ ) per i kWh prodotti dall'impianto per ogni anno di bilancio.

### **2.3.2.5 Biomasse**

La presenza di impianti per la produzione di energia elettrica, termica o combinata termica-elettrica è generalmente riportata nei bollettini GSE, dove ne viene indicata la potenza e l'anno di entrata in esercizio.

Nel caso in cui siano presenti sul territorio impianti di questa tipologia, è necessario anzitutto raccogliere i dati necessari alla contabilizzazione dell'energia prodotta, da richiedere al relativo gestore. Si riporta di seguito un breve elenco dei principali dati necessari:

- tipologia di impianto, fonte di alimentazione, caratteristiche tecniche;
- numero e potenza dei generatori (elettrica / termica);



- ore di esercizio annue;
- anno di entrata in esercizio;
- energia prodotta per ogni anno di bilancio (elettrica / termica);
- producibilità annua dell'impianto (MWh/MW energia prodotta per potenza installata).

Il dato più importante è rappresentato dall'energia elettrica e termica prodotta per ogni anno di bilancio; se tale dato non fosse disponibile è possibile stimarlo moltiplicando le potenze effettive dell'impianto per le ore annue di funzionamento tipiche di queste tipologie di impianto.

Per convertire l'energia in tep, anche in questo caso si fa riferimento alla Direttiva 20-20-20 e al Piano di Azione Nazionale, che utilizzano per l'equivalente termico dell'energia elettrica proveniente da fonti rinnovabili, il fattore di conversione  $1 \text{ kWhe} = 8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$ .

### **2.3.2.6 Geotermico a bassa entalpia**

Sul territorio di Comuni medi e piccoli non sono presenti impianti geotermici ad alta entalpia. Negli ultimi anni si sono sviluppati piccoli e medi impianti che utilizzano la fonte geotermica a bassa entalpia.

Le risorse geotermiche a bassa entalpia si basano sullo scambio termico con il sottosuolo attraverso sistemi costituiti da sonde inserite nel terreno accoppiate a pompe di calore. Tali tipologie di impianti sono installate in genere in abitazioni private o complessi residenziali (potenze installate di pochi kW); impianti con maggiori potenzialità possono essere realizzati presso attività produttive o al servizio di impianti sportivi o sanitari.

Un censimento di tali impianti sarebbe necessario per monitorarne la potenzialità impiantata.

Le principali caratteristiche necessarie da registrare per la contabilizzazione dell'energia prodotta devono essere richieste al proprietario o al gestore dell'impianto; si riporta di seguito un breve elenco dei principali dati necessari:

- tipologia di impianto, caratteristiche tecniche;
- potenza della pompa di calore;
- ore di esercizio annue;



- temperature di esercizio;
- energia prodotta per ogni anno di bilancio;
- producibilità annua dell'impianto.

Il dato più importante è rappresentato dalla producibilità media annua dell'impianto; se tale dato non fosse disponibile è possibile stimarlo utilizzando la potenza installata e ipotizzando le ore di funzionamento tipiche di queste tipologie di impianto.

Infine, per convertire l'energia in tep, si fa riferimento alla Direttiva 20-20-20 e al Piano di Azione Nazionale, che utilizzano per l'equivalente termico dell'energia elettrica proveniente da fonti rinnovabili il fattore di conversione  $1 \text{ kWhe} = 8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$ .

### **2.3.2.7 Offerta di legna/pellet**

Nel paragrafo 2.3.1.3 è stata già analizzata la metodologia di stima del consumo legna da ardere e assimilati.

Quando si può ipotizzare che la tale biomassa sia interamente proveniente dal territorio comunale (verosimile nelle zone boschive) e che pertanto non esistano costi energetici aggiuntivi dovuti al trasporto di tale combustibile, si possono mettere a bilancio nell'offerta di energia, i tep stimati nella domanda. Se viceversa il territorio è prevalentemente a vocazione urbana, è necessario stimare il quantitativo di biomassa che viene raccolta a livello comunale e mettere a bilancio soltanto tale contributo.

Lo sfruttamento dell'energia termica da tale combustibile si traduce in un minor consumo di metano, gasolio e GPL da riscaldamento; tale risparmio energetico risulta dunque già ricompreso nei consumi finali.

### **2.3.2.8 Certificati Verdi – Green public procurement**

I Certificati Verdi sono titoli negoziabili, rilasciati dal GSE in misura proporzionale all'energia prodotta da un impianto qualificato IAFR (impianto alimentato da fonti rinnovabili), entrato in esercizio entro il 31 dicembre 2012 ai sensi di quanto previsto dal D. lgs. 28/2011, in numero variabile a seconda del tipo di fonte rinnovabile e di intervento impiantistico realizzato (nuova costruzione, riattivazione, potenziamento e rifacimento).



Il meccanismo di incentivazione con i Certificati Verdi si basa sull'obbligo, posto dalla normativa a carico dei produttori e degli importatori di energia elettrica prodotta da fonti non rinnovabili, di immettere annualmente nel sistema elettrico nazionale una quota minima di elettricità prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili. Il possesso dei Certificati Verdi dimostra l'adempimento di questo obbligo: ogni Certificato Verde attesta convenzionalmente la produzione di 1 MWh di energia rinnovabile. I Certificati Verdi hanno validità triennale: quelli rilasciati per la produzione di energia elettrica in un dato anno (anno di riferimento dei CV) possono essere usati per ottemperare all'obbligo anche nei successivi due anni. L'obbligo può essere rispettato in due modi: immettendo in rete energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili oppure acquistando i Certificati Verdi dai produttori di energia "verde".

Il Green Public Procurement, GPP (meglio noto come Acquisti Verdi) è definito dalla Commissione europea come "[...] l'approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull'ambiente lungo l'intero ciclo di vita". Si tratta di uno strumento di politica ambientale volontario che intende favorire lo sviluppo di un mercato di prodotti e servizi a ridotto impatto ambientale attraverso la leva della domanda pubblica. Le autorità pubbliche che intraprendono azioni di GPP si impegnano sia a razionalizzare acquisti e consumi che ad incrementare la qualità ambientale delle proprie forniture ed affidamenti. Un contratto acquisto di energia prodotta da fonti rinnovabili da parte di un'amministrazione comunale, è un esempio di Acquisto Verde.

Attraverso il Green Procurement o il meccanismo dei certificati verdi, i Comuni contribuiscono ad incentivare le FER e ricoprono parte del proprio fabbisogno. Per questo motivo l'energia acquistata in questo modo viene messa a bilancio tra l'offerta di energia.

Ogni Comune deve mettere a disposizione la quantità di energia prodotta da fonti rinnovabili, acquistata per ogni anno di bilancio energetico. Nei certificati viene normalmente riportata l'energia acquistata, espressa in kWh per ogni anno solare.

Infine, per convertire l'energia in tep, anche in questo caso si fa riferimento alla Direttiva 20-20-20 e al Piano di Azione Nazionale, moltiplicando il fattore di conversione ( $1 \text{ kWh} = 8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$ , per i kWh acquistati per ogni anno di bilancio).



### 2.3.2.9 Offerta di energia e penetrazione delle FER

A seguito della valutazione dell'offerta di energia in tep per tutte le fonti rinnovabili (e non) utilizzate sul territorio, è necessario riepilogare tutte le stime effettuate per redigere così il bilancio energetico comunale per gli anni previsti; in tabella 2.14 è riportato, a titolo di esempio, il bilancio relativo al Comune di Marsciano.

In questo modo è possibile analizzare in maniera dettagliata la variazione dell'offerta per le varie fonti energetiche presenti sul territorio, in rapporto ai consumi. Riportando inoltre il dato complessivo dei consumi e dell'energia prodotta, è possibile calcolare la penetrazione percentuale delle fonti energetiche rinnovabili e non, qualora fossero presenti.

Tab. 2.14 – Esempio di bilancio energetico per alcuni anni e relativa penetrazione delle FER nel Comune di Marsciano.

<b>FER (tep)</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Eolico	-	-	-	-	-	-
Solare termico	-	-	-	40,0	48,6	57,3
Solare fotovoltaico	50,3	124,3	142,7	400,1	2.616,6	3.308,0
Idroelettrico	-	-	-	-	-	-
Cogenerazione	-	-	-	-	-	-
Biomasse	-	-	306,7	306,7	306,7	387,0
Geotermico a bassa entalpia	-	-	-	-	-	-
Caldaie a legna/pellet	1.696,0	1.736,0	1.776,0	1.806,0	1.831,0	1.847
<b>OFFERTA TOTALE (tep)</b>	<b>1.746,3</b>	<b>1860,3</b>	<b>2.225,3</b>	<b>2.552,7</b>	<b>4.802,9</b>	<b>5.599,2</b>
<b>DOMANDA TOTALE (tep)</b>	<b>33.383,4</b>	<b>31.362,9</b>	<b>29.885,6</b>	<b>30.802,5</b>	<b>30.742,2</b>	<b>27.419,7</b>
<b>PENETRAZIONE FER</b>	<b>5,2%</b>	<b>5,9%</b>	<b>7,4%</b>	<b>8,3%</b>	<b>15,6%</b>	<b>20,4%</b>

La direttiva europea 2009/28/CE denominata “20-20-20” impone a ciascuno stato membro che, entro il 2020, una percentuale del consumo energetico finale lordo di uso deve essere coperto da fonti rinnovabili. Di conseguenza è stata effettuata una ripartizione tra i vari Stati membri (Italia -17%), che a sua volta vede una suddivisione tra le Regioni (Umbria -13.7%) e infine anche tra i Comuni, al fine di



responsabilizzare le autorità locali, anche attraverso incentivi e sanzioni, tenendo conto delle peculiarità dei singoli territori.

## 2.4 Stima delle emissioni dirette di gas serra

In questa parte del documento viene esposto il metodo definito all'interno del progetto MuSAE, per la valutazione delle emissioni di gas climalteranti in atmosfera, legate ai consumi di energia. Completato il bilancio energetico legato alla realtà territoriale locale, si dispone di un database relativo a consumi e offerta di energia, espressi in tonnellate equivalenti di petrolio (tep), attraverso il quale è possibile stimare le emissioni.

Il metodo proposto prevede la stima delle sole emissioni dirette, cioè quelle associate all'uso finale dell'energia, legate pertanto al funzionamento dei dispositivi che utilizzano i diversi vettori energetici e che sono responsabili di quasi il 90% del totale di gas serra emessi.

Le emissioni indirette (legate ai processi di estrazione, lavorazione, trasporto dei combustibili e produzione di energia) e materiali (legate alla costruzione dei dispositivi) non sono considerate per le seguenti motivazioni:

- possono non interessare il territorio comunale in quanto prodotte all'esterno;
- se interessano il territorio comunale sono comunque già computate nelle emissioni associate ai settori industria, artigianato e terziario.

Per quanto riguarda le fonti non energetiche di emissione, si tiene conto del solo settore smaltimento dei rifiuti, che contribuisce in buona parte alle emissioni di metano. Generalmente, non vengono prese in considerazione eventuali emissioni da fonti non energetiche legate a particolari processi industriali, considerato il fatto che le attività economiche presenti sul territorio di piccoli e medi Comuni sono limitate, ad eccezione di casi particolari e da valutare caso per caso. In ogni caso, le possibilità di intervento delle autorità locali risulta di norma limitata alla verifica del rispetto delle disposizioni legislative, dal momento che tali attività sono caratterizzate principalmente da gestione privata.

### ***Metodologia di stima proposta***

Il metodo proposto prevede la stima delle emissioni dei principali gas serra GHG (Greenhouse Gases), legate al consumo di energia, per ogni anno di bilancio energetico previsto per il PEAC.



È possibile elaborare il procedimento indicato tramite foglio di calcolo, a partire dai dati raccolti nel bilancio energetico.

Il risultato della valutazione delle emissioni in atmosfera legate ai consumi di energia è suddiviso per

<u>settori:</u>	<u>fonti / vettori energetici:</u>
- Agricoltura	- Combustibili Solidi
- Residenziale	- Gasolio;
- Industria e artigianato	- Benzina;
- Terziario	- Gpl;
- Trasporti	- Olio combustibile;
- Smaltimento dei rifiuti	- Metano;
	- Energia elettrica;
	- Rifiuti Solidi Urbani.

Le emissioni complessive per ciascuna categoria sono espresse in termini di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2eq</sub>), parametro che rappresenta il contributo al surriscaldamento del pianeta di tutti i gas emessi (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, SF<sub>6</sub>), considerandone il potenziale inquinante in riferimento a una quantità di CO<sub>2</sub> che produce lo stesso effetto serra.

Per l'inventario delle emissioni si prendono in considerazione solamente i tre gas serra principali: l'anidride carbonica CO<sub>2</sub>, il metano CH<sub>4</sub> e il protossido di azoto N<sub>2</sub>O. Si tenga presente che l'effetto del metano CH<sub>4</sub> sul riscaldamento globale della Terra è equiparabile a 21 volte quello della CO<sub>2</sub>, a parità di peso, mentre l'effetto del protossido di azoto N<sub>2</sub>O è equivalente a 310 volte quello della CO<sub>2</sub>.

La stima delle tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente è legata ai consumi di energia espressi in tep, mediante i cosiddetti fattori di emissione. Tali coefficienti rappresentano l'emissione riferita all'unità di attività della sorgente, espressa ad esempio come quantità di inquinante emesso per unità di prodotto processato, o come quantità di inquinante emesso per unità di combustibile consumato, ecc.

L'emissione di CO<sub>2</sub> equivalente per ogni fonte / vettore energetico, è il prodotto tra il suo consumo in tep, e il relativo coefficiente di emissione.



Per la stima delle emissioni dovute ai combustibili solidi, prodotti petroliferi (olio combustibile, gasolio, benzina e GPL) e metano, si consiglia l'utilizzo dei fattori di emissione IPCC tratti dal documento "Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" [4]. In tabella 2.15 si riporta la selezione dei coefficienti di emissione per i vari vettori energetici, suddivisa per i principali GHG, e il coefficiente medio pesato per la CO<sub>2</sub> equivalente.

Tab. 2.15 – Selezione dei coefficienti di emissione IPCC 2006 per i principali GHG, suddivisi per vari vettori energetici.

<b>Coefficienti di emissione IPCC</b>	<b>CO<sub>2</sub> (kg/tep)</b>	<b>CH<sub>4</sub> (kg/tep)</b>	<b>N<sub>2</sub>O (kg/tep)</b>	<b>CO<sub>2</sub>eq (ton/tep)</b>
Combustibili solidi	4688,3	12,6	0,2	5,00
Olio combustibile	3240,0	0,1	0,0	3,25
Gasolio riscaldamento	3101,8	0,4	0,0	3,12
Gasolio agricoltura	3101,8	0,2	1,2	3,48
Gasolio trasporti	3101,8	0,2	0,2	3,16
Benzina	2900,9	1,0	0,3	3,03
GPL riscaldamento	2641,4	0,2	0,0	2,65
GPL trasporti	2641,4	2,6	0,0	2,70
Metano - Industria	2348,3	0,0	0,0	2,35
Metano - Trasporti	2348,3	3,9	0,1	2,47
Metano - Altri settori	2348,3	0,2	0,0	2,35

Per quanto concerne le emissioni legate all'utilizzo di energia elettrica, si utilizza il fattore di emissione proposto da ISPRA e pari a 0,5 tCO<sub>2</sub>/MWh [5]. Tuttavia, le emissioni dovute ai consumi di energia elettrica devono spesso essere scorporate,



quando la loro produzione è considerata come delocalizzata e dunque non incidente direttamente sul territorio comunale.

In riferimento ai rifiuti, il coefficiente di emissione utilizzato ( $0,8421 \text{ kgCO}_{2\text{eq}}/\text{kg}_{\text{rifiuti}}$ ) è stato sviluppato da Ecometrica, basandosi su fattori di emissione predefiniti dal rapporto IPCC del 2006, Smith et al 2001 e EPA 2008 [6]. Ad oggi, una parte rilevante dei rifiuti prodotti nei piccoli e medi comuni (generalmente oltre il 60%) è raccolta in maniera differenziata. Il riciclato per raccolta differenziata si suppone non produttore di gas serra diretti in quanto all'atto della loro produzione industriale le emissioni sono computate nel settore industriale. Se non si procede ad incenerimento di rifiuti all'interno del comune, la produzione di gas serra diretta si riduce a quella di metano da rifiuti solidi urbani in discarica.

In tabella 2.16 si riporta un esempio di stima delle emissioni di  $\text{CO}_2$  equivalente per tutti i settori e fonti, utilizzando i dati provenienti dal bilancio energetico e i coefficienti di emissione proposti.

Tab. 2.16 – Esempio di stima delle emissioni di  $\text{CO}_2$  (t) equivalente per tutti i settori e fonti, Comune di Umbertide, anno di bilancio 2007.

Settore	Comb. Solidi	Olio Comb.	Gasolio	Benzina	Gpl	Metano	Energia Elettrica	Rifiuti	Totale
<b>2007</b>									
<b>Agricoltura</b>			3.007			-	2.381		<b>5.388</b>
<b>Industria</b>		453	104		320	4.497	26.555		<b>31.929</b>
<b>Terziario</b>			121		370	5.884	8.246		<b>14.620</b>
<b>Trasporti</b>			30.753	9.229	714	615	-		<b>41.310</b>
<b>Residenziale</b>	8.016		180		552	8.783	8.529		<b>26.060</b>
<b>Smaltimento RU</b>								5.605	<b>5.605</b>
<b>TOTALE</b>	<b>8.016</b>	<b>453</b>	<b>34.166</b>	<b>9.229</b>	<b>1.956</b>	<b>19.778</b>	<b>45.710</b>	<b>5.605</b>	<b>124.912</b>

Nelle figure 2.1 e 2.2, si riporta un esempio di visualizzazione dell'andamento delle emissioni di  $\text{CO}_2$  equivalenti stimate, per settore e fonte, per alcuni anni di bilancio energetico.

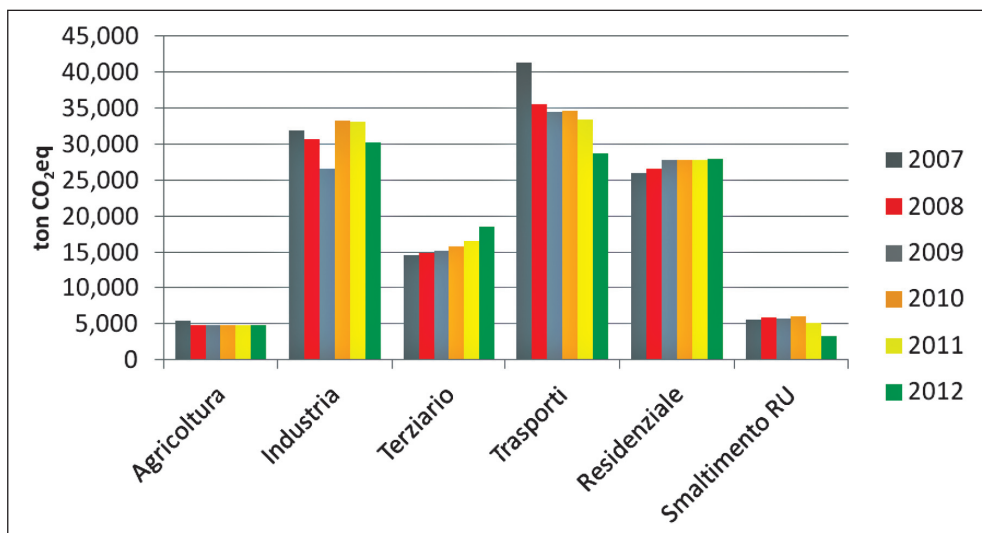


Fig. 2.1 – Esempio andamento emissioni di CO<sub>2</sub> (t) equivalente suddivise per settore, Comune di Umbertide.

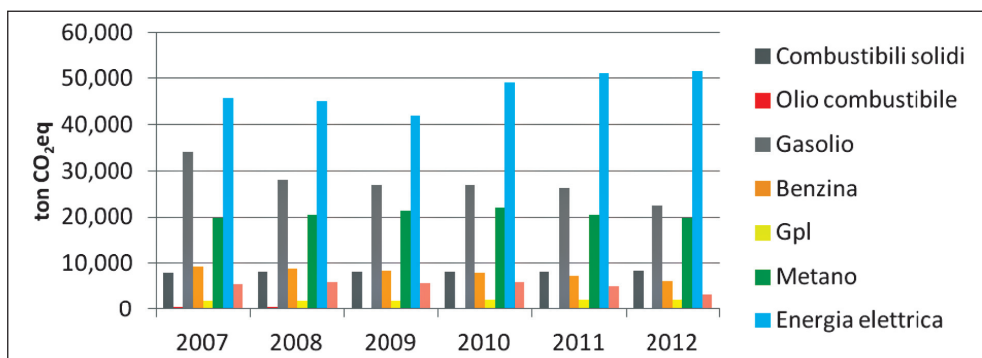


Fig. 2.2 – Esempio andamento emissioni di CO<sub>2</sub> (t) equivalente suddivise per fonte, Comune di Umbertide.

Stimando e rielaborando le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente con le modalità suggerite, è possibile analizzare i dati in maniera semplice e dedurre quali sono i settori e le fonti energetiche che generano maggiore impatto sull'ambiente, così da poter definire interventi di riduzione più efficaci e consapevoli.



## 2.5 Scenari energetici futuri

Per poter intervenire in maniera mirata attraverso la pianificazione energetica sull'abbattimento dei consumi energetici e delle emissioni ad essi connesse, è necessario effettuare un'ipotesi di previsione di come evolveranno nel tempo.

Sono esposte di seguito alcune metodologie di previsione dei consumi energetici comunali nel breve e medio termine (5-10 anni dall'adozione del PEAC), a partire dai dati noti espressi in tep, elaborati mediante il bilancio energetico. Viene inoltre illustrato come stimare e analizzare criticamente l'andamento temporale dei consumi di energia e delle emissioni ad essi correlate.

Le metodologie che verranno descritte per la previsione degli scenari futuri sono tre:

- 1) metodologia ENEA prevista nella "Guida per la pianificazione energetica comunale";
- 2) estrapolazione dei dati mediante regressione lineare;
- 3) estrapolazione da dati noti di comuni limitrofi.

Si suggerisce di suddividere i dati di stima ottenuti per settori, fonti ed usi finali, così come indicato per il bilancio energetico; in questo modo è possibile conoscere con maggior dettaglio la tendenza nel tempo dei consumi e delle emissioni e intervenire più efficacemente nell'abbattimento, laddove si riscontra un impatto maggiore.

Con le stesse metodologie proposte è possibile prevedere anche l'andamento di altri importanti indicatori legati al consumo di energia, come ad esempio l'andamento demografico, l'evoluzione del numero di veicoli equivalenti, il consumo di carburanti, la quantità delle emissioni legate ai rifiuti, ecc... .

Una volta scelta la metodologia che meglio si adatta ad interpretare i dati, o che meglio interpreta il cammino che l'amministrazione comunale decide di percorrere fissando degli obiettivi, si stabilisce uno "scenario 0" per le emissioni future, previste a 5 o 10 anni dall'adozione del PEAC.

Lo scenario 0 è un quadro di riferimento per la pianificazione/progettazione di interventi volti alla riduzione di consumi di energia ed emissioni; costituisce la previsione futura in ambito energetico-ambientale, in assenza di interventi; le caratteristiche di detto scenario sono approfondite nel paragrafo 2.5.4.



## 2.5.1 Metodologia ENEA

La metodologia ENEA prevista nella “Guida per la pianificazione energetica comunale” fornisce un algoritmo per il calcolo dei consumi di energia  $E(\Delta T)$  dopo un periodo di tempo  $\Delta T$  in funzione dei consumi degli anni precedenti (2.1). Tale approccio generalmente ricostruisce in maniera relativamente fedele l’andamento dei consumi a distanza di pochi anni dalla stesura del PEAC, tranne nei casi in cui importanti cambiamenti creano discontinuità significative nell’andamento dei consumi. L’espressione da utilizzare per la stima è la seguente:

$$E(\Delta T) = E_a + [(E_{a-1} - E_{a-3}) / 3] \times \Delta T + \{[(E_{a-1} - E_{a-3}) - (E_{a-4} - E_{a-6})] / 6\} \times \Delta T^2 \quad (2.1)$$

in cui:

$E(\Delta T)$  = consumi stimati dopo un periodo di tempo (anni)  $\Delta T$ ;

$E_a$  = consumo attuale;

$E_{a-1}$  = consumo dell’anno precedente quello attuale;

$E_{a-3}$  = consumo del terzo anno precedente quello attuale;

$E_{a-4}$  = consumo del quarto anno precedente quello attuale;

$E_{a-6}$  = consumo del sesto anno precedente quello attuale;

$\Delta T$  = periodo di tempo nel quale si vuol fare la previsione (si assume un anno solare).

Noti i consumi del vettore energetico di interesse espressi in tep, per almeno sei anni di bilancio, applicando la metodologia ENEA ad intervalli di tempo regolari di 1 anno, è possibile determinare l’andamento dei consumi futuri nel periodo a 5-10 anni dalla stesura del PEAC e ricreare in questo modo la linea di tendenza.

Se non sono disponibili dati noti per almeno i primi sei anni, la metodologia può comunque essere applicata arrestando la somma al secondo termine dell’espressione 2.1, fintanto che i termini non sono sufficienti per poter applicare tutta l’espressione.

Attraverso l’equazione 2.1 è possibile stimare l’andamento di tutti i vettori energetici suddivisi per i vari settori. In tabella 2.17 si riporta un esempio di applicazione di tale metodologia, mentre in figura 2.3 si riporta la linea di tendenza dei consumi complessivi ottenuta.



Tab. 2.17 – Esempio di applicazione della metodologia di stima ENEA, Comune di Umbertide.

Settore	Combustibili Solidi	Prodotti petroliferi	Metano	Energia elettrica	Totale
<b>2007</b>					
Agricoltura	-	865	-	409	<b>1.274</b>
Industria	-	294	1.913	4.562	<b>6.769</b>
Terziario	-	178	2.500	1.417	<b>4.095</b>
Trasporti	-	13.058	249	-	<b>13.307</b>
Residenziale	1.602	266	3.731	1.465	<b>7.064</b>
<b>TOTALE</b>	<b>1.602</b>	<b>14.662</b>	<b>8.392</b>	<b>7.853</b>	<b>32.509</b>
...					
...					
...					
<b>2020</b>					
Agricoltura	-	583	-	522	<b>1.105</b>
Industria	-	-30	-1.125	5.533	<b>4.379</b>
Terziario	-	198	2.903	2.862	<b>5.963</b>
Trasporti	-	6.134	516	-	<b>6.650</b>
Residenziale	1.698	274	3.966	1.462	<b>7.399</b>
<b>TOTALE</b>	<b>1.698</b>	<b>7.158</b>	<b>6.260</b>	<b>10.379</b>	<b>25.495</b>
...					
...					
...					
<b>2025</b>					
Agricoltura	-	604	-	518	<b>1.122</b>
Industria	-	-21	-1.169	5.421	<b>4.232</b>
Terziario	-	203	2.896	2.872	<b>5.971</b>
Trasporti	-	6.164	497	-	<b>6.661</b>
Residenziale	1.694	277	3.885	1.454	<b>7.310</b>
<b>TOTALE</b>	<b>1.694</b>	<b>7.227</b>	<b>6.109</b>	<b>10.266</b>	<b>25.296</b>

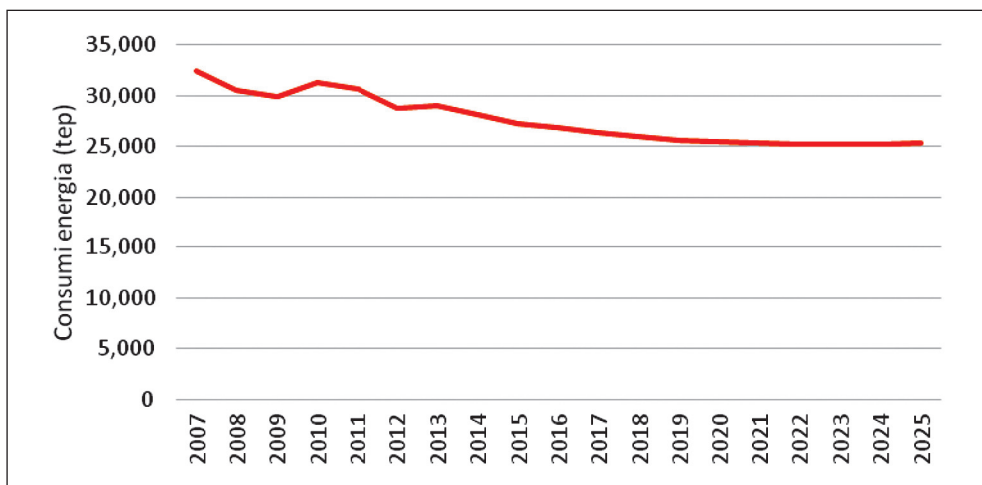


Fig. 2.3 – Esempio di andamento dei consumi (tep) con applicazione della metodologia ENEA, Comune di Umbertide

## 2.5.2 Metodologia Regressione Lineare

Un metodo di semplice utilizzo, ma che conduce ad una stima meno accurata per la previsione dei consumi energetici futuri, consiste nell'applicare una regressione lineare ai dati disponibili dal bilancio energetico. Il procedimento consiste nell'interpolare i dati a disposizione con la retta che meglio approssima l'andamento; in questo modo è possibile proiettare rapidamente la stima dei consumi a 5-10 anni dall'ultimo anno di cui si conoscono i dati.

Il metodo, che può essere implementato mediante l'utilizzo di un foglio di calcolo, risulta tanto più affidabile quanto più i dati seguono la linea di tendenza, che è di fatto una retta, per cui è consigliabile utilizzare tale approccio quando si dispone di informazioni per un adeguato numero di anni. In figura 2.4 si riporta un esempio di applicazione relativo ai consumi totali di uno dei Comuni coinvolti nel progetto MuSAE; in questo caso i dati sono sufficienti a poter realizzare una stima, seppur approssimativa dell'andamento dei consumi.

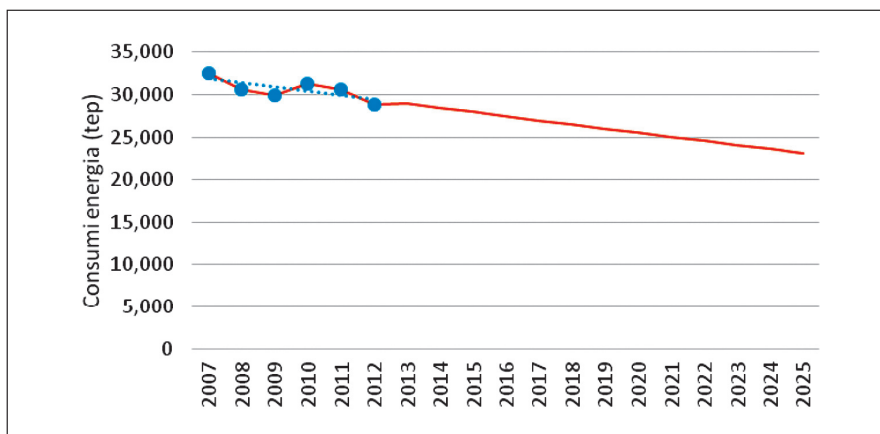


Fig. 2.4 – Esempio di andamento dei consumi totali (tep) mediante regressione lineare dei dati, Comune di Umbertide.

In alternativa, è possibile far uso di interpolazioni più complesse che possono adattarsi meglio, a seconda dei casi, ai dati di partenza. Ad esempio, in figura 2.5 si riporta la linea di previsione logaritmica che meglio interpola l'andamento delle emissioni connesse al Residuo Solido Urbano del Comune di Umbertide prodotto anno per anno, in seguito al recente sviluppo della raccolta differenziata.

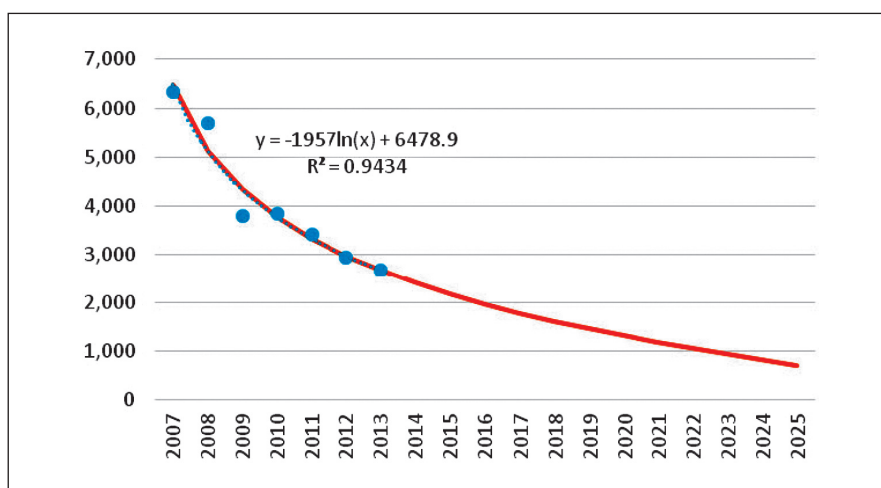


Fig. 2.5 – Esempio di previsione delle emissioni (tCO<sub>2</sub>eq) legate al RSU, mediante regressione logaritmica dei dati Comune di Umbertide.



### 2.5.3 Metodologia di Estrapolazione da dati noti di comuni limitrofi

Quando non si hanno a disposizione dati per un adeguato numero di anni di bilancio o, nei casi in cui risulta interessante conoscere l'andamento della domanda di energia su di un periodo temporale più esteso rispetto agli elementi a disposizione, si può scalare l'andamento generale dei consumi dalle linee di tendenza dei consumi di Comuni limitrofi.

Spesso, nei Comuni di piccole e medie dimensioni si riescono a raccogliere dati di consumo solamente per alcuni anni di bilancio. In questi casi risulta difficile comprendere l'andamento generale della domanda di energia sul lungo periodo. Nei Comuni di maggiori dimensioni, con popolazioni che superano i 50.000 abitanti e che quindi hanno l'obbligo di redigere il PEAC (come ad esempio il Comune di Perugia), di norma sono invece disponibili dati per periodi temporali più estesi.

È possibile traslare gli andamenti dei dati disponibili da amministrazioni comunali limitrofe al Comune del quale si sta redigendo il PEAC, purchè i due territori siano confrontabili sul piano socio-economico, ambientale e territoriale. In questo modo si può ipotizzare che la tendenza dei consumi dei due Comuni nel breve periodo sia simile e si può ad esempio scalare la pendenza della retta che meglio interpreta i dati del Comune di riferimento e applicarla per i dati del Comune di cui si sta redigendo il PEAC, in rapporto proporzionale alla popolazione tra i due Comuni.

Nel caso in cui si disponga di un numero limitato di dati si può di utilizzare, se noto, il consumo pro-capite di energia del Comune limitrofo di riferimento e stimare così i consumi in base al numero di abitanti, nota la tendenza della variazione numerica della popolazione. Tale criterio dovrebbe essere preso in considerazione solo come ultima alternativa, quando le altre metodologie proposte non risultano applicabili.

Per il progetto MuSAE ad esempio, analizzando i dati sul lungo periodo (quindici anni) del Comune di Perugia si è deciso per gli altri Comuni di scalare la pendenza della retta che approssima l'andamento dei consumi futuri in rapporto con il numero di abitanti.

Questo modo di operare è riproponibile per:

- Comuni di piccole e medie dimensioni nelle vicinanze di quelli coinvolti, che vogliono dotarsi di un PEAC;
- realtà territoriali con caratteristiche simili al caso presentato con il progetto MuSAE, in cui un Comune dotato di una pianificazione energetica che dispone del bilancio energetico di numerosi anni, trasferisce il proprio know-how a piccoli e medi Comuni limitrofi.

## 2.5.4 Stima delle emissioni future, definizione dello SCENARIO 0

Una volta definita la metodologia di stima dei consumi energetici futuri che meglio interpreta i dati o che meglio si adatta al percorso che l'amministrazione comunale decide di seguire in merito agli obiettivi di riduzione di consumi ed emissioni, si passa alla definizione dello "scenario 0" di riferimento.

Lo scenario 0 rappresenta il quadro che si avrebbe dopo qualche anno (almeno 5 anni) dall'adozione del PEAC e prevede che non vengano effettuati interventi volti al risparmio energetico, alla riduzione delle emissioni, o al incremento delle fonti energetiche rinnovabili. Ci si riferisce a tale scenario per valutare i benefici e la riduzione delle emissioni legati agli interventi che verranno pianificati dall'amministrazione in seguito all'adozione del PEAC.

Dopo aver stimato i consumi di energia espressi in tep, suddivisi per settori e vettori energetici, si possono calcolare le emissioni di gas clima-alteranti espresse in termini di tonnellate equivalenti di CO<sub>2</sub>, utilizzando gli stessi fattori di emissioni e le stesse ipotesi descritte nel paragrafo 2.4.

A seguito della stima delle emissioni, è poi possibile graficare i risultati ottenuti (figure 2.6 e 2.7) e analizzare le fonti e i settori che avranno maggiore impatto in futuro. In questo modo l'amministrazione coinvolta potrà pianificare gli interventi di riduzione che risultino maggiormente efficaci, sia a livello pubblico, che privato.

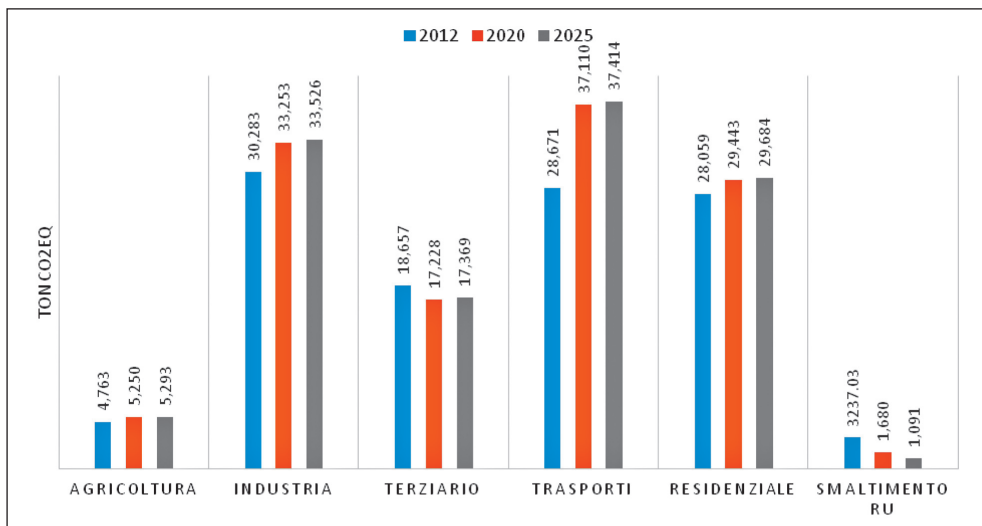


Fig. 2.6 – Esempio di andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente per settore, Comune di Umbertide.

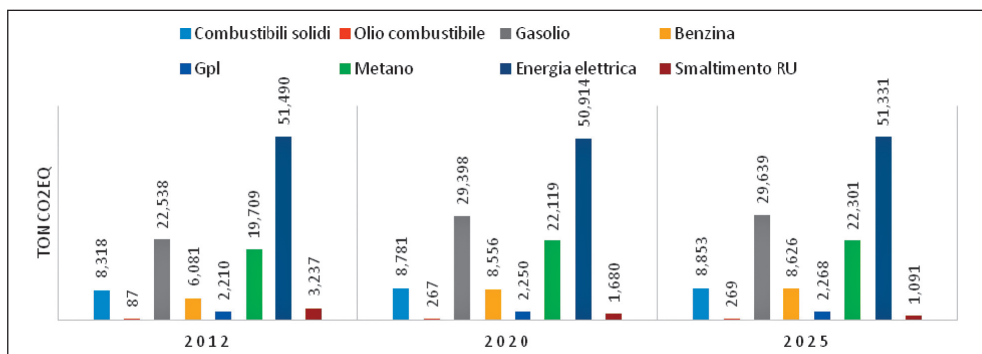


Fig. 2.7 – Esempio di andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente per fonte, Comune di Umbertide.

Si sottolinea nuovamente come si debba escludere dal calcolo delle emissioni la quota parte relativa all'energia elettrica, quando gli impianti di produzione risultano delocalizzati rispetto al territorio comunale, ovvero non ricadono al suo interno, pertanto, le emissioni associate non sono considerate.

## 2.6 Proposte di interventi

L'analisi descritta nei precedenti paragrafi, permette di fotografare il territorio comunale nell'ambito energetico-ambientale; in questa parte del documento si analizzano le modalità di individuazione dei potenziali interventi realizzabili nel Comune, al fine di promuovere lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, ottimizzare e ridurre i consumi energetici e minimizzare gli effetti ambientali del consumo di energia sul territorio.

La Direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, definisce per l'Unione Europea il raggiungimento entro il 2020 di tre obiettivi:

1. 20% di produzione di energia da fonti rinnovabili sul consumo di energia complessivo della Comunità;
2. miglioramento dell'efficienza energetica del 20%;
3. emissioni di gas climalteranti, ridotte del 20%.

In Italia, la parte della Direttiva relativa alle fonti rinnovabili è stata recepita attraverso il DM 15 Marzo 2012 (Burden Sharing), che fissa la metodologia seguita



per la ripartizione tra le Regioni e le Province autonome degli obiettivi intermedi e finali di sviluppo delle fonti rinnovabili (art. 3); ad esempio, la ripartizione delle quote di produzione energetica da fonti rinnovabili ha definito per l'Umbria una percentuale di penetrazione delle stesse pari al 13,7% al 2020.

Promuovere l'impiego di fonti rinnovabili rappresenta senza dubbio uno degli obiettivi principali della pianificazione energetica, poiché in questo modo si ottiene indirettamente un abbattimento delle emissioni, ma un ruolo parimenti strategico è rappresentato dalla razionalizzazione e dall'abbattimento dei consumi energetici.

Le azioni propedeutiche che garantiscono ad una amministrazione comunale la possibilità di effettuare le scelte sugli interventi da realizzare e le iniziative da intraprendere, consistono nella stima delle potenzialità che tali risorse offrono nel territorio in esame, per poi successivamente valutare la fattibilità tecnica ed economica degli interventi.

A tal fine, vengono presentati alcuni metodi di stima dell'efficacia dei possibili interventi sul territorio. Dai risultati delle prime analisi possono essere definiti i macrosettori strategicamente più promettenti, sui quali effettuare studi maggiormente approfonditi. Successivamente, si procede ad una loro selezione e classificazione di priorità, in base a criteri che si basano sugli effetti raggiungibili (ad esempio in termini di riduzione dei consumi e/o delle emissioni), sulla convenienza economica, sulla fattibilità tecnica, sulla presenza o meno di ostacoli di tipo normativo, sulle possibili ricadute occupazionali e su eventuali altre problematiche peculiari.

Come ulteriore strumento per aiutare le amministrazioni nella definizione e nella scelta degli interventi, si può far riferimento alle "schede intervento" realizzate per il PEAC aggiornato del Comune di Perugia, dove sono esaminate e descritte tutte le azioni strategiche realizzabili nel Comune capofila nel trasferimento di competenze ai piccoli e medi Comuni. Dallo studio realizzato in questo contesto sono scaturite le schede intervento, ovvero un insieme di valutazioni tecnico-economiche relative a possibili interventi applicabili anche ai piccoli e medi Comuni; tali schede sono descritte nel par. 2.6.9.

Dall'analisi del bilancio energetico, delle emissioni e dello scenario tendenziale stabilito in fase di pianificazione e una volta definiti i possibili interventi ragionevolmente realizzabili sul territorio, l'amministrazione comunale dispone quindi di indicazioni per poter procedere alla progettazione degli interventi.



## 2.6.1 Solare fotovoltaico

Gli impianti solari fotovoltaici sono sviluppati in maniera significativa, tranne alcune eccezioni, su tutto il territorio nazionale. Il Piano di Azione Nazionale per le energie rinnovabili prevedeva un obiettivo al 2020 pari a 8 GW installati. Tale obiettivo è stato in realtà già ampiamente superato (a breve verranno raggiunti i 18 GW di potenza installata).

Per poter stimare la potenzialità installabile sul territorio comunale è necessario innanzitutto analizzare l'esistente, come esposto nel paragrafo 2.2.2.1. Noti i dati per ogni anno di bilancio è possibile ad esempio prevedere un trend futuro a livello comunale, ed ipotizzare una potenza installabile per ogni anno dopo il bilancio. Si può approfondire l'analisi, ad esempio, rapportando la potenza installata alla superficie comunale e confrontare il rapporto con quello provinciale, regionale e nazionale come riportato in tabella 2.18.

Tab. 2.18 – Esempio potenza installata per km<sup>2</sup> – Comune di Umbertide [GSE].

2013	Italia	Umbria	Provincia di Perugia	Comune di Umbertide
<b>kW totali</b>	17.271.695	438.656	312.648	6.867
<b>km<sup>2</sup></b>	301.340	8.456	6.334	200
<b>kW/km<sup>2</sup></b>	57,3	51,9	49,4	34,0

Se il rapporto è inferiore al dato medio sulla superficie di un territorio più esteso, è possibile fissare un obiettivo ipotizzando un'estensione delle installazioni sul territorio comunale, fino a raggiungere tale rapporto, o anche superarlo, in previsione di uno sviluppo futuro di tale tecnologia.

Una volta nota la producibilità media nel Comune (possono essere utilizzati i valori riportati nella mappa in figura 2.8), moltiplicandola per la potenza dei pannelli da installare stimata, si ottiene l'energia che verrà prodotta. Per convertire l'energia in tep, anche in questo caso si fa riferimento al fattore di conversione ( $1 \text{ kWhe} = 8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$ ) della Direttiva 20-20-20 e del Piano di Azione Nazionale.

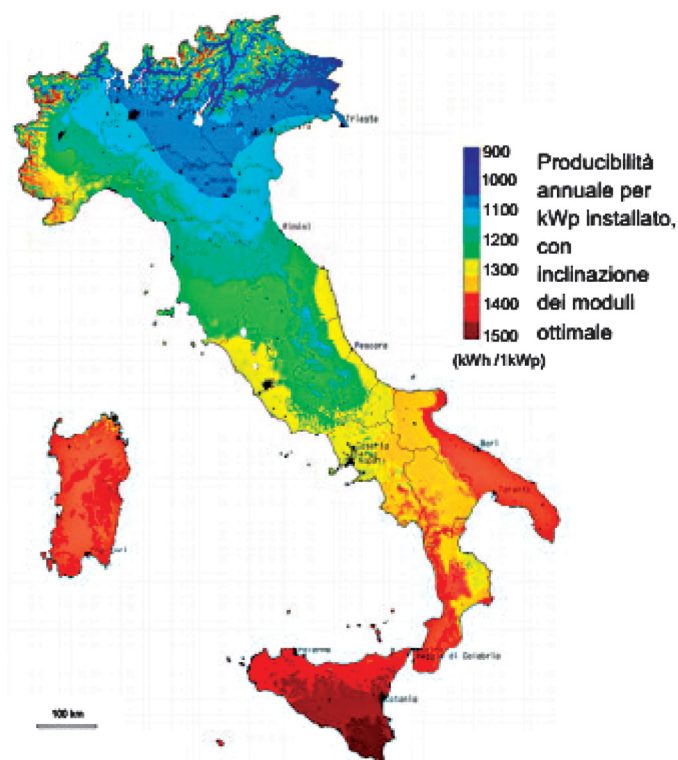


Fig. 2.8 – Mappa della producibilità media di un impianto fotovoltaico (kWh/1kWp).

## 2.6.2 Solare termico

Gli impianti solari termici costituiscono una tecnologia arrivata ormai a piena maturazione. Il settore di applicazione principale è relativo agli impianti per la produzione di acqua calda sanitaria e/o per il contributo al riscaldamento nelle abitazioni private, dove i risparmi energetici arrivano al 50-80 % per la preparazione di acqua calda e del 20-40 % per la domanda complessiva di calore.

Gli impianti solari termici presentano numerosi vantaggi: non comportano emissioni locali di gas serra, non generano influenze in campo elettromagnetico, sono silenziosi, migliorano la classe energetica delle abitazioni e possono essere facilmente integrati con gli impianti esistenti.

Nei Comuni medio piccoli, la superficie teoricamente a disposizione per l'installazione dei sistemi termici solari è quella delle coperture orientate nel quadrante sud-est / sud-ovest di tutti gli edifici situati nel territorio comunale, ad eccezione di centri



storici e di edifici di particolare interesse storico-artistico. Le Norme tecniche di attuazione del Piano Regolatore Generale generalmente identificano i vincoli alla possibilità di installazione di impianti solari termici.

La stima della potenzialità sul territorio di questo tipo di interventi è sostanzialmente legata alla superficie in m<sup>2</sup> di pannelli solari installabile e alla producibilità media alla latitudine di riferimento.

Una delle metodologie disponibili per stimare la potenzialità installabile consiste nell'ipotizzare un obiettivo di copertura del fabbisogno di acqua calda per usi sanitari di una parte degli abitanti del Comune. Fissando una percentuale della popolazione residente interessata dalla realizzazione di pannelli solari termici (ad esempio il 30% al 2020 e il 40% entro il 2025), si possono stimare i m<sup>2</sup> di collettori solari da impiantare, in grado di soddisfare il fabbisogno di acqua calda sanitaria giornaliero a persona (alle latitudini del centro Italia, circa 1m<sup>2</sup> a persona). Nota la producibilità media nel Comune, che tenga conto dei dati geografici e dell'efficienza dell'impianto, moltiplicandola per la superficie dei pannelli da installare, si ottiene l'energia che verrà prodotta. Per convertire l'energia in tep, anche in questo caso si fa riferimento al fattore di conversione (1 kWh<sub>e</sub> = 8,59 x 10<sup>-5</sup> tep) della Direttiva 20-20-20 e del Piano di Azione Nazionale.

Un diverso approccio per comprendere la reale potenzialità dell'intervento consiste nello scalare la superficie di pannelli solari da impiantare, partendo dagli obiettivi di sviluppo fissati a livello nazionale o regionale.

Ad esempio, il Piano di azione nazionale (2010) per le energie rinnovabili prevede per il solare termico un obiettivo nazionale di 1.400 ktep al 2020, che corrisponde a una superficie installata pari a circa 17.100.000 m<sup>2</sup> di pannelli solari termici, ovvero circa 8,5 volte il valore del 2009.

### 2.6.3 Idroelettrico

Se le caratteristiche del territorio lo consentono, ovvero se sono presenti corsi d'acqua o salti di origine artificiale, è possibile in alcuni casi ipotizzare la realizzazione di un impianto idroelettrico.

In Italia, al 2009 erano in funzione 2.184 impianti, per una potenza installata lorda pari a 17.628 MW, e una produzione lorda pari a 41.623 GWh. Il Piano di Azione Nazionale per le energie rinnovabili prevede per il decennio 2010-2020 un sostanziale mantenimento della produzione idroelettrica attuale. Il Decreto "Burden Sharing" conferma che "... a livello nazionale, il futuro andamento della produzione



idroelettrica da apporti naturali è influenzato da due fattori che agiscono in senso opposto:

- una riduzione della producibilità degli impianti esistenti pari a circa il 18% della produzione media degli ultimi anni, per effetto dell’impatto dei cambiamenti climatici sulle precipitazioni e dell’applicazione dei vincoli ambientali sull’uso delle acque (Deflusso Minimo Vitale - DMV) e sull’uso plurimo delle acque;
- un aumento della produzione per effetto del ripotenziamento del parco esistente, che avverrà attraverso l’installazione di nuovi impianti di taglia inferiore ai 10 MW (mini-idroelettrico), mentre per gli impianti di grossa taglia si stima che non vi saranno possibilità di nuove installazioni”.

Le considerazioni sopra riportate non devono comunque limitare la verifica del potenziale sfruttamento di detta risorsa all’interno del territorio comunale.

Nei casi in cui risulti possibile lo sfruttamento di tale risorsa, deve essere valutato o almeno ipotizzato il suo potenziale. Se esistono già studi avviati in tal senso si possono utilizzare per valutare la potenza di un ipotetico impianto. Indipendentemente dal fatto che l’impianto sia del tipo a serbatoio, a bacino oppure ad acqua fluente, è possibile stimare in prima istanza la potenza ottenibile da un gruppo di produzione elettrica turbina-generatore utilizzando la seguente relazione:

$$P = \eta \times 9,81 Q \times H$$

dove:

P = potenza espressa in kW

$\eta$  = rendimento del gruppo di produzione turbina-generatore

Q = portata d’acqua espressa in m<sup>3</sup>/s

H = salto motore netto espresso in m

Una volta definita la potenza sfruttabile, moltiplicandola per il numero di ore di funzionamento medio annuo dell’impianto si ottiene l’energia che verrà prodotta. Per convertire l’energia in tep, anche in questo caso si fa riferimento al fattore di conversione (1 kWh = 8,59 x 10<sup>-5</sup> tep) della Direttiva 20-20-20 e del Piano di Azione Nazionale.



## 2.6.4 Eolico

All'interno del sito dell'RSE (Ricerca Sistema Energetico) è pubblicato l' "Atlante Eolico Italiano" [3]: un supporto on-line nato per fornire strumenti di analisi necessari alla ricerca e all'installazione di impianti eolici e mini eolici.

La mappa del vento, affiancata ai dati sulla producibilità specifica, permette una prima analisi dettagliata delle caratteristiche eoliche di un territorio, offrendo la possibilità ad installatori, progettisti ed enti locali di ottimizzare le scelte di collocamento dei nuovi impianti eolici (vedi, ad esempio, Figura 2.9). Dalla lettura delle mappe si possono individuare, al variare della quota sul livello del terreno e della velocità media annua del vento, le zone dove può essere conveniente l'installazione di aerogeneratori. Se vengono individuate zone con caratteristiche idonee per un impianto eolico, si può procedere con una stima di massima dell'energia che producibile. A tal fine, è necessario incrociare la curva di potenza dell'aerogeneratore con i dati locali relativi alla direzione e velocità del vento. In assenza di studi anemometrici realizzati nel sito prescelto per l'installazione, si può in questa sede fare riferimento a un dato di velocità media annua del vento, calcolato in metri al secondo (m/s). Il dato di velocità media annua, misurato a diverse altezze dal livello del suolo o del mare, è rintracciabile in tutti gli atlanti eolici, come ad esempio quello RSE.

Stimato il potenziale energetico eolico, per convertirlo in tep, anche in questo caso si fa riferimento al fattore di conversione ( $1 \text{ kWhe} = 8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$ ) della Direttiva 20-20-20 e del Piano di Azione Nazionale.

Anche se in molte località non risulta possibile realizzare impianti eolici di significativa potenza che vadano ad intaccare significativamente il bilancio energetico, si può in ogni caso promuovere sul territorio l'installazione di impianti di piccola taglia come micro e mini eolico, dal momento che il relativo impatto ambientale risulta generalmente ridotto.



Fig. 2.9 – Estratto dall’atlante eolico [RSE] velocità media a 25m s.l.t. – Comune di Umbertide

## 2.6.5 Biomasse

L’impiego delle biomasse a fini energetici può essere vantaggioso quando queste si presentano concentrate nello spazio e disponibili con sufficiente continuità nell’arco dell’anno, mentre una eccessiva dispersione sul territorio e una troppo concentrata stagionalità dei raccolti rendono più difficili ed onerosi la raccolta, il trasporto e lo stoccaggio.

Le biomasse non sono illimitate quantitativamente ma, per ogni specie vegetale utilizzata, la disponibilità è limitata superiormente dalla superficie ad essa destinata, nonché dai vincoli climatici e ambientali che tendono a limitare in ogni regione le specie che possono crescere convenientemente e con modalità economicamente vantaggiose.

Le tecnologie usate per lo sfruttamento delle biomasse si possono distinguere in:

- stufe e termocamini per riscaldamento domestico;
- caldaie di taglia adeguata per la produzione centralizzata di calore;
- impianti per la produzione combinata di energia termica ed elettrica con relativa rete di teleriscaldamento.



Il costo unitario della potenza installata è fortemente variabile a seconda del tipo di impianto realizzato per la produzione di calore per uso riscaldamento e/o cogenerazione (energia termica ed elettrica). Si precisa inoltre che i costi di investimento e i tempi di ammortamento dipendono dall'uso delle tecnologie sopra richiamate, dal tempo di utilizzo degli impianti e dalla presenza competitiva di biomasse sul mercato.

Di norma, nei territori di piccoli e medi Comuni, l'uso della biomassa per impianti di sola produzione di calore per riscaldamento domestico (termocamini e stufe) è già ben avviata. È importante sottolineare come l'uso della legna nei piccoli impianti domestici rappresenti una frazione tanto elevata quanto difficile da quantificare.

L'approccio migliore per poter stimare la potenzialità delle biomasse sul territorio comunale, quando non sono disponibili dati diretti di consumo, consiste nel ripartire gli obiettivi di sviluppo fissati a livello nazionale o regionale.

Ad esempio, il Piano Energetico della Regione Umbria (2004), prevedeva come obiettivo per l'intera regione, una potenzialità di sfruttamento delle biomasse in cogenerazione pari a 14 MW elettrici, oppure l'utilizzo ai fini della produzione di solo calore pari a 120 MW termici. Tali valori possono essere scalati in rapporto alle superfici Comune/Regione, traducendosi in questo modo nella possibilità per ogni singolo Comune di realizzare una parte dell'obiettivo previsto a livello regionale.

Una volta ripartite le potenze, considerando per gli impianti di cogenerazione una producibilità di energia elettrica annua di circa 4 MWhe/kWe installato, contemporaneamente a una producibilità di energia termica pari a 4,5 MWht/kWe installato, si può calcolare l'energia media prodotta in un anno. Per quanto concerne il contributo relativo all'energia termica ottenibile da stufe e caldaie, si può considerare una producibilità media annua di 4,5 MWht/kWt.

Calcolata l'energia producibile complessivamente in un anno, è possibile convertirla in tep facendo riferimento al fattore di conversione ( $1 \text{ kWhe} = 8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$ ) della Direttiva 20-20-20 e del Piano di Azione Nazionale.

## 2.6.6 Geotermia

Lo sfruttamento della geotermia comporta la localizzazione e la caratterizzazione del calore nel sottosuolo che possa essere estratto a costi competitivi.

La risorsa geotermica può generare sia produzione di energia elettrica (alta entalpia) che produzione di energia termica, accoppiata con pompe di calore (geotermia a bassa entalpia). Il criterio di classificazione più comune delle risorse geotermiche è



basato sulla temperatura dei fluidi; in particolare, è possibile individuare tre diverse categorie, in funzione di valori di temperatura decrescenti:

- risorse geotermiche ad alta entalpia, in grado di generare energia elettrica attraverso vapore ad alta temperatura che aziona turboalternatori;
- risorse geotermiche a bassa entalpia che utilizzano in maniera diretta il calore dei fluidi;
- risorse geotermiche a bassa entalpia che si basano sullo scambio termico con il sottosuolo attraverso sistemi costituiti da sonde inserite nel terreno e pompe di calore.

L'applicazione più interessante e innovativa dell'energia geotermica, nonché quella a cui generalmente ci si riferisce parlando di "geotermia a bassa entalpia", è l'ultima delle tre elencate, ovvero quella che sfrutta il sottosuolo come serbatoio di calore. Infatti, tale applicazione è svincolata dalla presenza di sorgenti di calore a bassa profondità, costituendo quindi un intervento tecnicamente applicabile in tutti i Comuni.

Anche in questo caso, l'approccio migliore per poter stimare la potenzialità della risorsa geotermica da sfruttare sul territorio comunale è quello di ripartire gli obiettivi di sviluppo fissati a livello nazionale o regionale o reperire informazioni di dettaglio da studi di fattibilità già avviati.

## 2.6.7 Settore trasporti

Il settore dei trasporti riveste notevole importanza dal punto di vista energetico, ambientale e della vivibilità delle città. Interventi volti a ridurre il consumo di energia legato a tale settore, o a promuoverne un uso più consapevole ed efficiente, rivestono un ruolo importante nella riduzione diretta delle emissioni di gas climalteranti. Per incidere in maniera concreta sul consumo di energia legato a tale settore, le amministrazioni comunali potrebbero predisporre un Piano generale dei trasporti o un Piano urbano del traffico, o azioni dirette finalizzate a promuovere, a titolo di esempio alcuni dei seguenti interventi:

- incrementare il numero di persone che si muovono a piedi, con bici o trasporti pubblici, intervenendo con la realizzazione di idonee infrastrutture, di mezzi pubblici tecnologicamente avanzati, poco inquinanti e confortevoli e sistemi tariffari competitivi;
- introduzione di mobilità alternativa per collegamenti strategici come ad esempio ascensori, scale mobili, od altri sistemi.



- diffusione della “mobilità condivisa”:

- il car sharing, che consiste nell’uso collettivo di un parco veicoli tra persone: è prevista una tariffa fissa di associazione più una quota proporzionale al tempo di uso e alla percorrenza e sono anche previsti parcheggi attrezzati dove vengono effettuate le operazioni di prelievo e riconsegna dei veicoli;
- il car pooling è la condivisione fra più persone (solitamente lavoratori di una stessa azienda o più aziende situate nella medesima zona) di un veicolo per compiere un medesimo tragitto-itinerario, con l’obiettivo di diminuire il numero delle vetture circolanti.

I principali benefici in campo ambientale conseguenti a tali provvedimenti si possono così riassumere:

- significativa riduzione del traffico;
- il parco auto viene frequentemente rinnovato e segue pertanto le evoluzioni tecnologiche nel campo della riduzione dei consumi e dell’inquinamento;
- in molti casi il parco automobili di un servizio di car sharing è costituito per buona parte da veicoli a basso impatto ambientale (auto elettriche, a metano, ecc.);
- Il vantaggio per i singoli individui è anche economico, in quanto è possibile ridurre l’impiego della propria autovettura, o addirittura evitarne l’acquisto;
- introduzione di auto elettriche: dal punto di vista ambientale, i veicoli elettrici autonomi generano emissioni nulle a livello locale; numerosi studi evidenziano che anche le emissioni immesse nell’atmosfera per produrre l’energia elettrica necessaria a ricaricare le batterie possono risultare inferiori a quelle prodotte dai motori a combustione interna;
- diminuire le emissioni di inquinanti, limitando il traffico o incentivando l’acquisto di veicoli più recenti (motori di pari prestazioni hanno ridotto nel tempo le emissioni inquinanti del 25-30%);
- contenere il numero di vetture in circolazione, migliorando l’accessibilità pedonale;
- aumentare il numero di vetture a metano; la combustione più efficiente consente di raggiungere buone prestazioni, bassi consumi, ridotte emissioni ed assenza quasi completa di residui carboniosi all’interno del motore e rumorosità contenuta (conseguentemente si dovrebbe anche provvedere ad aumentare il numero di distributori di metano nel territorio comunale).



Inoltre, è bene tener presente che nel Decreto del Burden Sharing, secondo quanto indicato dalla Direttiva 2009/28/CE che, all'Art. 3, comma 4, si stabilisce che "Ogni Stato membro assicura che la propria quota di energia da fonti rinnovabili in tutte le forme di trasporto nel 2020 sia almeno pari al 10% del consumo finale di energia nel settore dei trasporti nello Stato membro". Secondo la Direttiva, la quota dei consumi per trasporti su cui calcolare la quota del 10% è ottenuta come somma del consumo di benzina, diesel e biocarburanti per il trasporto su strada e ferrovia e del consumo di energia elettrica nei trasporti via terra. Tale obiettivo dipende da strategie a livello nazionale più che a livello locale (Comuni) e dovrebbe realizzarsi attraverso azioni sui produttori di carburanti; in sede di pianificazione degli interventi da adottare sul territorio comunale, si può ragionevolmente ipotizzare di considerare il raggiungimento della metà dell'obiettivo della Direttiva, ipotizzando quindi che il 5% dei consumi complessivi nel settore dei trasporti, sarà ricoperto nel 2020 da fonti rinnovabili.

### **2.6.8 Risparmio energetico**

L'incremento dell'efficienza energetica, la riduzione degli sprechi e dei consumi di energia da parte degli utenti e di tutti i settori pubblici e privati, sono aspetti di importanza strategica per il raggiungimento degli obiettivi previsti dagli strumenti pianificatori. La riduzione dei consumi energetici di impianti e strutture risulta un passo decisivo per promuovere un modello responsabile di gestione dell'energia che abbatta i costi e riduca gli impatti delle emissioni nell'ambiente.

Il patrimonio pubblico comunale è l'ambito su cui l'amministrazione ha la possibilità di intervenire direttamente. La riqualificazione energetica degli edifici appartenenti alla pubblica amministrazione o l'ammodernamento della pubblica illuminazione al fine di risparmiare sui consumi energetici e sui costi di gestione, sono alcuni esempi di validi interventi da perseguire per il raggiungimento degli obiettivi fissati.

Gli edifici privati residenziali, responsabili normalmente di circa il 40% dei consumi, rappresentano allo stesso modo uno dei principali campi di intervento per incrementare il risparmio energetico. In questo caso la pubblica amministrazione può solo intervenire indirettamente con regolamenti, forme incentivanti e controlli sul territorio. Gli interventi in questo settore riguardano principalmente il miglioramento degli impianti di riscaldamento, l'incremento dell'isolamento termico dell'involucro degli edifici, la sostituzione di elettrodomestici obsoleti, oltre ad aspetti comportamentali finalizzati alla limitazione dei consumi.



La stessa attenzione deve essere riposta nello sviluppare strategie energetiche nei settori terziario e produttivo, quindi nelle imprese, nelle aziende, nella grande distribuzione commerciale e nei poli funzionali come ospedali, fiere, scuole, cinema, teatri ecc... .

Di seguito sono declinati alcuni interventi finalizzati al risparmio energetico, che deve coinvolgere sia il settore pubblico che quello privato.

Isolamento termico degli edifici: si intende l'impiego di materiali trasparenti e opachi negli edifici, nell'edilizia esistente e in quella di nuova costruzione, con idonee caratteristiche e modifiche volte al risparmio energetico. Tali materiali influenzano i maggiori o minori costi energetici ed economici in termini di riscaldamento, raffrescamento e illuminazione. Le superfici trasparenti generalmente costituiscono il punto debole dell'involucro edilizio in condizioni sia estive che invernali; d'altro canto, però, contribuiscono in maniera decisiva all'illuminazione degli spazi interni, consentendo un notevole risparmio energetico in termini di impianto di illuminazione artificiale. Per poter stimare l'incidenza degli interventi di riqualificazione energetica sul patrimonio edilizio del territorio comunale, conoscendo la superficie calpestabile distinta tra pubblico/privato e residenziale/produttivo si può ad esempio prevedere per il 2020 e per il 2025 di effettuare degli interventi sull'involucro edilizio, riqualificando rispettivamente il 20% e il 30% degli edifici obsoleti (nel 1976 fu emanata la prima legge sul risparmio energetico degli edifici, la L. 373 del 1976, che tentava di limitare i consumi energetici in edilizia e che imponeva limiti alla dispersione termica degli involucri). Nota la superficie calpestabile si possono in prima approssimazione tradurre i dati, in una pari superficie sia di pavimenti che di soffitti; le pareti laterali esterne, possono essere ipotizzate pari a 4 volte il valore del pavimento, mentre il materiale trasparente (infissi) 1/8 della superficie del pavimento. Ripartendo con le percentuali prefissate le superfici oggetto di intervento, è poi possibile stimarne l'efficacia come nell'esempio riportato di seguito, in funzione della zona climatica del Comune.

#### *Esempio (zona climatica E)*

La sostituzione di un vetro semplice (4 mm) con un vetro camera basso-emissivo diminuisce la trasmittanza da 5,0 a 1,8 W/m<sup>2</sup>K. In prima approssimazione, il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando:

- la diminuzione della trasmittanza (3,2 W/m<sup>2</sup>K)
- per la superficie totale dei vetri



- per l'emissione media dei generatori (186 gCO<sub>2</sub>/kWh)
- per la variazione di temperatura interno-esterno (22 K)
- per le ore all'anno in cui funziona l'impianto di riscaldamento (8 x 183, dove 8 sono le ore/giorno medie di funzionamento dell'impianto di riscaldamento e 183 sono i giorni/anno durante i quali si può tenere acceso l'impianto secondo i limiti di esercizio imposti dal DPR n° 412 /1993 in base alla zona climatica di appartenenza)
- per il coefficiente di utilizzo (0,5)
- per il fattore di conversione da tCO<sub>2</sub> a tep (1/2,38 tep/tCO<sub>2</sub>, tale valore è stato ricavato attraverso una media pesata dei fattori di emissione dei combustibili utilizzati per il riscaldamento).

Per quanto riguarda i materiali opachi, la trasmittanza termica può essere assunta per il soffitto pari a 2,1 W/m<sup>2</sup>K in assenza di intervento e 0,30 W/m<sup>2</sup>K in presenza dell'intervento, per il pavimento 1,6 W/m<sup>2</sup>K in assenza e 0,33 W/m<sup>2</sup>K in presenza, per le pareti laterali 1,6 W/m<sup>2</sup>K in presenza e 0,33 W/m<sup>2</sup>K in assenza. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando:

- la diminuzione della trasmittanza di ogni superficie,
- per la corrispondente area,
- per l'emissione media dei generatori,
- per la variazione di temperatura interno-esterno,
- per le ore all'anno in cui funziona l'impianto di riscaldamento,
- per il coefficiente di utilizzo,
- per il fattore di conversione da tCO<sub>2</sub> a tep.

Con il metodo proposto è possibile stimare l'efficacia di massima di alcuni interventi di riqualificazione, esprimendo i dati sia in kWh, che in tep, o in tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente, evitate.

### Impiego di dispositivi e apparecchiature ad alta efficienza energetica

Di seguito si riportano alcuni esempi di valutazione di interventi a livello impiantistico, efficaci nella riduzione dei consumi.

- Sostituzione delle vecchie lampade ad incandescenza con quelle fluorescenti compatte, o a led: ad esempio per illuminare un ambiente di 20 mq con 150 lux



utilizzando tre lampade fluorescenti compatte elettroniche da 20 W invece che tre incandescenti da 100 W, permette di risparmiare circa 80 € all'anno.

- Sostituzione di vecchi elettrodomestici con nuovi appartenenti ad una classe energetica più elevata: il consumo degli elettrodomestici equivale a circa il 75% della domanda di energia elettrica delle famiglie. In ambito produttivo, gli interventi di risparmio energetico dovrebbero essere effettuati a valle di approfonditi audit energetici, finalizzati all'ottimizzazione dei consumi, senza diminuire la produttività delle imprese. Nel settore terziario un notevole peso sui consumi elettrici è costituito dalle apparecchiature per ufficio che rappresentano una quota significativa del consumo totale di energia elettrica.
- Un altro intervento prevedibile è l'introduzione dell'uso di caldaie o pompe di calore ad alta efficienza per la climatizzazione. Si riporta un esempio di come è possibile valutare l'efficacia della sostituzione di vecchie caldaie con modelli di ultima generazione.

#### *Esempio (zona climatica E)*

Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando:

- la potenza media della caldaia (20 kW)
- per le ore di accensione medie annue (8 x 183)
- per il coefficiente di utilizzo (0,5)
- per l'emissione media dei generatori (51 gCO<sub>2</sub>/kWh)
- per il numero di generatori all'anno
- per il numero di anni (5 anni per il 2020 e 10 anni per il 2025)
- per il fattore di conversione da tCO<sub>2</sub> a tep (1/2,38 tep/tCO<sub>2</sub> → tale valore è stato ricavato facendo una media pesata dei fattori di emissione dei combustibili utilizzati per il riscaldamento).

Con il metodo proposto è possibile stimare l'efficacia di massima dell'intervento, esprimendo i dati sia in kWh, che in tep, o in tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente evitate.

### **2.6.9 Schede intervento**

Nel contesto della stesura del PEAC di Perugia è stata effettuata un'analisi dettagliata di tutte le risorse, le tecnologie e i sistemi disponibili e possibili, al fine di incentivare



la diffusione delle fonti energetiche rinnovabili, ridurre i consumi energetici e gli impatti sull'ambiente dovuti alle emissioni legate ai consumi di energia, in un'ottica di sviluppo sostenibile del territorio del Comune.

Sono stati scelti tre gruppi tematici e, per ciascuno di essi, è presentata una serie di schede tecniche per descrivere approfonditamente ogni singolo intervento. Le schede sono poi state adattate per poter essere fruibili come strumento aggiuntivo nella valutazione dei possibili interventi realizzabili sul territorio di altri Comuni. Le schede complete sono riportate nel documento di progetto C2.2; in questa sede è riportata solamente la descrizione generale della loro struttura, l'indice completo e una scheda esempio.

I gruppi tematici in cui sono raccolte le schede di intervento sono riportati di seguito:

- A. Sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e assimilate;*
- B. Interventi nel settore dei trasporti;*
- C. Risparmio energetico;*

Le schede sono strutturate in modo uniforme per ogni gruppo considerato e contengono una descrizione tecnica del particolare intervento, completa delle seguenti voci:

- **STATO DELL'ARTE:** sono analizzate le attuali risorse o disponibilità, le tecnologie utilizzate, i diversi dispositivi presenti sul mercato e le loro prestazioni e sono individuati anche i possibili settori di impiego; sono elencati i costi e l'investimento medio necessari per l'installazione completa in funzione della tipologia di impianto; sono infine elencate le limitazioni e gli incentivi presenti nel quadro normativo nazionale di riferimento specifico per la soluzione considerata;
- **PROSPETTIVE DI SVILUPPO:** sono analizzate le previsioni di sviluppo e i possibili scenari futuri nel breve, medio e lungo termine, tenendo conto anche degli obiettivi di sviluppo del mercato nazionale;
- **RISVOLTI ENERGETICI, AMBIENTALI E SOCIO-ECONOMICI:** sono valutate le possibilità di risparmio energetico ottenibile e i vantaggi che si possono riscontrare dal punto di vista ambientale e socio economico;
- **NOTE:** sono riportate le fonti bibliografiche consultate e le schede collegate, alle quali si rimanda.



Di seguito si riporta l'elenco delle schede, suddivise in gruppi e sottogruppi:

## **SCHEDE SETTORE FONTI RINNOVABILI**

- A1) Energia eolica
- A2) Energia solare termica
- A3) Energia solare fotovoltaica
- A4) Energia idroelettrica
- A5) Cogenerazione
- A6) Biomasse
- A7) Geotermia
- A8) RSU (Rifiuti Solidi Urbani)

## **SCHEDE SETTORE TRASPORTI E OTTIMIZZAZIONE COMBUSTIBILI**

### **B1) Interventi infrastrutturali, gestionali e amministrativi**

- B1.a) Pianificazione del traffico
- B1.b) Infrastrutture di trasporto
- B1.c) Sistemi per la gestione del traffico urbano
- B1.d) Interventi di limitazione del traffico
- B1.e) Incentivi per la trasformazione del parco automobilistico
- B1.f) Mobility management

### **B2) Mobilità alternativa**

- B2.a) FF.SS e F.C.U.
- B2.b) Ascensori e scale mobili
- B2.c) Trasporto pubblico su gomma

### **B3) Impiego di combustibili alternativi**

- B3.a) Biodiesel
- B3.b) Bioetanolo
- B3.c) Metano



#### **B4) Sistemi di trazione alternativi**

- B4.a) Motori elettrici
- B4.b) Motori ibridi
- B4.c) Celle a combustibile

#### **B5) Mobilità condivisa**

- B5.a) Car sharing
- B5.b) Car pooling
- B5.c) Altri interventi (road pricing, taxi collettivi, orari differenziati della città, ecc.)

#### **B6) Telelavoro, teleservizi**

### **SCHEDE SETTORE RISPARMIO ENERGETICO**

#### **C1) Razionalizzazione dell'uso dei combustibili tradizionali**

#### **C2) Interventi sull'involucro**

- C2.a) Isolamento termico: materiali trasparenti
- C2.b) Isolamento termico: materiali opachi

#### **C3) Impiego di tecnologie ad alta efficienza**

- C3.a) illuminazione
- C3.b) caldaie
- C3.c) pompe di calore
- C3.d) apparecchiature (elettrodomestici, macchine per ufficio)

#### **C4) Edilizia bioclimatica**

- C4.a) Bioarchitettura
- C4.b) Tetti verdi
- 4.c) Sistemi passivi

A seguire si riporta, a titolo di esempio, la scheda intervento relativa all'energia idroelettrica.



## **SCHEDA TECNICA A4) SVILUPPO DI FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI: IDROELETTRICO**

### **STATO DELL'ARTE**

#### ***Produzione***

Energia idroelettrica è un termine usato per definire l'energia elettrica ottenibile a partire da una caduta d'acqua, convertendo, con apposito macchinario, l'energia meccanica contenuta nella portata d'acqua trattata. Gli impianti idraulici, quindi, sfruttano l'energia potenziale contenuta in una portata d'acqua che si trova disponibile ad una certa quota rispetto al livello cui sono posizionate le turbine. La potenza di un impianto idraulico dipende da due termini: il salto (dislivello esistente fra la quota a cui è disponibile la risorsa idrica svasata e il livello a cui la stessa viene restituita dopo il passaggio attraverso la turbina) e la portata (la massa d'acqua che fluisce attraverso la macchina espressa per unità di tempo).

In base alla taglia di potenza nominale della centrale, gli impianti idraulici si suddividono in:

- Micro-impianti:  $P < 100$  kW;
- Mini-impianti:  $100 < P$  (kW)  $< 1000$ ;
- Piccoli-impianti:  $1000 < P$  (kW)  $< 10000$ ;
- Grandi-impianti:  $P > 10000$  kW.

Trattandosi di una tecnologia consolidata nel nostro paese da diversi decenni, tutti i siti favorevoli per la realizzazione di impianti di grande e media taglia sono ormai stati sfruttati, per cui sono in genere proponibili solo nuove applicazioni di mini e micro-idraulica. In genere molti impianti di piccola taglia si trovano realizzati in aree montane, su corsi d'acqua a regime torrentizio o permanente e l'introduzione del telecontrollo, telesorveglianza e telecomando consentono di recuperarli ad una piena produttività, risparmiando sui costi del personale di gestione, che in genere si limita alla sola manutenzione ordinaria con semplici operazioni periodiche (ad es. la sostituzione dell'olio per la lubrificazione delle parti). Molti impianti di piccola taglia attuano il cosiddetto recupero energetico. I sistemi idrici nei quali esistono possibilità di recupero sono assai diversi e possono essere indicativamente raggruppati nelle seguenti tipologie:

- acquedotti locali o reti acquedottistiche complesse;
- sistemi idrici ad uso plurimo (potabile, industriale, irriguo, ricreativo, etc.);
- sistemi di canali di bonifica o irrigui;



- canali o condotte di deflusso per i superi di portata;
- circuiti di raffreddamento di condensatori di impianti motori termici.

In linea generale, nei sistemi idrici in cui esistono punti di controllo e regolazione della portata derivata o distribuita all'utenza, come pure dei livelli piezometrici, attraverso organi del tipo di paratoie, valvole, opere idrauliche (vasche di disconnessione, sfioratori, traverse, partitori), cioè sistemi di tipo dissipativo, è possibile installare turbine idrauliche che siano in grado di recuperare salti altrimenti perduti. Si può dire che esiste la convenienza a realizzare impianti di piccola taglia ove le condotte già esistano insieme a salti e portate interessanti.

In Italia, a fine 1999, erano funzionanti impianti per una potenza complessiva pari a 16.570 MW [1] e nei dieci anni successivi, a fronte di un continuo incremento del numero delle installazioni, la potenza è cresciuta ad un tasso medio dello 0,7% annuo, per effetto della progressiva diminuzione della taglia media dovuta a quanto precedentemente descritto. Nel 2009 gli impianti idroelettrici, che con la potenza totale di 17.721 MW rappresentavano il 77,5% dell'intero apporto fornito dalle rinnovabili in Italia, hanno coperto il 14,7% della produzione elettrica nazionale [1]. Nel 2010 la potenza efficiente installata è risultata pari a 17.839 MW, per una produzione pari a 50.582 GWh (14,9% del totale) [2].

In Umbria, al 31/12/2009 risultava installato un numero di impianti idroelettrici pari a 29, per una potenza, per una potenza efficiente netta di 501,8 MW e una producibilità media annua di circa 1.500 GWh [3].

Le turbine per impianti mini e micro-hydro sono prodotte dalle stesse industrie che posseggono un know-how avanzato nel campo degli impianti di grossa taglia; trovano comunque spazio anche piccoli produttori quali la Tamanini.

### **Costi**

*Il costo unitario della potenza installata è funzione delle caratteristiche del sito; mediamente si può considerare l'investimento iniziale pari a 1.000 e 1.500 Euro/kW [4].*

### **Legislazione**

La maggior parte delle installazioni idrauliche di piccola taglia si realizzano come inserzioni su sistemi altrimenti dissipativi, pertanto, non sono necessarie importanti opere di derivazione o di adduzione ausiliarie.



Quando questi interventi si rendono necessari, vengono regolati dalla legge attraverso apposite concessioni governative che sono soggette a rinnovo con durata, in genere, ventennale. La portata derivata da un bacino deve essere tale da rispettare l'ambiente e l'idrologia del corpo idrico intercettato; il cosiddetto Deflusso Minimo Vitale (DMV) rappresenta il limite posto alla portata derivabile affinché l'impianto sia compatibile con l'ambiente (L. n° 183/89).

## **PROSPETTIVE DI SVILUPPO**

### ***Produzione***

Come già detto e come stimato anche dal Ministero dell'Ambiente [4], le prospettive di sviluppo dell'idroelettrico risiedono in impianti di piccola taglia, in particolare in installazioni di tipo mini e micro-hydro. Inoltre, il tasso di crescita media annua che è possibile prevedere per la potenza installata, non può che essere in linea con quello degli ultimi anni (0,7%) e, anzi, anche in diminuzione, visto il progressivo esaurirsi dei siti disponibili.

Secondo il Piano energetico Regionale, nella regione Umbria, il potenziale totale delle centrali di taglia inferiore a 10 MW si aggira intorno ai 22 MW, il 20% dei quali (4,2 MW) sarebbe ricoperto da impianti con potenza installata inferiore a 1 MW [3].

### ***Incentivi***

La produzione di energia elettrica da fonte idraulica può essere sottoposta ad incentivazione attraverso il meccanismo dei Certificati Verdi, il cui valore è attualmente di 180 Euro meno il prezzo medio borsistico dell'energia su base annua o, in alternativa, con la cosiddetta tariffa omnicomprendensiva che, per tutti gli impianti in progetto o entrati in esercizio dopo il 01/01/2008, è pari a 220 €/MWh [5]. Altra possibilità è il ritiro dedicato, consistente nella cessione al GSE, e nella conseguente remunerazione, dell'energia elettrica immessa in rete e dei relativi corrispettivi per l'utilizzo della rete (dispacciamento, trasporto) a condizioni definite dall'AEEG. I prezzi minimi garantiti previsti per il ritiro dedicato sono pari a (valori 2010) [6]:

- per i primi 500.000 kWh annui, 101,8 euro/MWh;
- da oltre 500.000 fino a 1 milione di kWh annui, 85,8 euro/MWh;
- da oltre 1 milione fino a 2 milioni di kWh annui, 75,0 euro/MWh;
- oltre 2 milioni di kWh annui, il prezzo zonale orario di mercato.



## **Risvolti energetici, ambientali e socio-economici**

### ***Tempo di ritorno dell'investimento***

Il fattore di utilizzazione medio di un impianto di piccola taglia è pari a circa 4500 ore/anno [4], quindi, la produzione di ogni kW installato è di 4,5 MWh/anno. Ricordando che il costo si aggira mediamente sui 1.000 – 1.500 euro/kW ed ipotizzando un prezzo di vendita dell'energia prodotta pari a 72,00 euro/MWh, trascurando i costi di manutenzione, si ottiene un tempo di ritorno (payback time ovvero rapporto tra investimento e resa annua) di circa 4 anni. Valutando l'effetto dei Certificati Verdi in un aumento del prezzo di vendita dell'energia pari a 62 euro/MWh [7] il tempo di ritorno si riduce a circa 2 anni.

### ***Impatto ambientale locale***

La conversione elettrica dell'energia idraulica non prevede processi di combustione, pertanto, le emissioni di gas in atmosfera sono trascurabili, evitando il rilascio in atmosfera di notevoli quantità di gas serra (vedi anche scheda A1); non si riscontrano influenze in campo elettromagnetico mentre, per ciò che concerne il rumore, si rileva un livello equivalente di 80 dBA in prossimità delle turbine a pieno regime ma già ad una distanza di 100 metri, il livello si riduce a 40 dBA [1].

L'impatto degli impianti idraulici sul territorio è ben diverso e varia in misura notevole a seconda che si tratti di impianti a bacino o meno. Fermo restando la presenza di notevoli opere di captazione e contenimento, e la stessa esistenza del bacino, che mutano il paesaggio e la fruibilità del territorio, esistono due aspetti che sono strettamente collegati con il prelievo di acque superficiali e che possono generare impatti notevoli di due diversi ordini:

- l'impatto relativo alla variazione (diminuzione) della quantità dell'acqua, con possibili conseguenze conflittuali per gli utilizzatori;
- l'impatto relativo alla variazione di qualità dell'acqua in conseguenza di variazioni di quantità ed anche in conseguenza di modificazioni della vegetazione riparia e della popolazione ittica.

In genere, gli impianti mini-hydro presentano un intrusività più contenuta di quelli di dimensioni maggiori, specie nella versione a recupero, in quanto si inseriscono entro schemi idrici già esistenti e quindi, eventualmente, già caratterizzati da un impatto mitigato in altre maniere.

D'altro canto, la loro presenza sul territorio può contribuire alla regolazione e regimazione delle piene sui corpi idrici a regime torrentizio, specie in aree montane ove esista degrado e dissesto del suolo e, quindi, possono contribuire efficacemente alla difesa e salvaguardia del territorio.



### **Occupazione**

Si prevede la creazione di 4 posti di lavoro per ogni MW installato; tale dato si traduce in circa 3,6 posti / Meuro investito [3].

### **NOTE**

#### **Riferimenti**

- [1]. ENEL, *“Dossier mercato elettrico”*, 2011;
- [2]. TERNA, *“Dati statistici sull’energia elettrica in Italia”*, 2011;
- [3]. TERNA, *“L’elettricità nelle Regioni”*, 2009;
- [4]. MATTM (Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) – <http://www.minambiente.it>;
- [5]. Gestore dei Servizi Energetici (GSE), *“Le attività del GSE per l’incentivazione e i servizi dedicati alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile”*, 2010;
- [6]. Autorità per l’Energia Elettrica e il Gas (AEEG), *“Le principali novità regolatorie in materia di impianti mini-idroelettrici”*, 2010
- [7]. ENEA: *“Rapporto energia e ambiente 2001”*;

## **2.7 Definizione di scenari obiettivo**

Una volta definiti qualitativamente e quantitativamente i possibili interventi (sia pubblici che privati) realizzabili sul territorio, noti anche i consumi di energia e le emissioni evitate ad essi associati, si possono ipotizzare diversi scenari futuri, con obiettivi diversificati. Sulla base dell’esperienza dei PEAC realizzati nell’ambito del progetto MuSAE, si propongono di seguito quattro scenari con obiettivi differenti, oltre allo scenario 0, di non intervento, già descritto nel paragrafo 2.5.4.

**Scenario 0:** è lo scenario di riferimento e prevede che non vengano effettuati interventi volti alla riduzione delle emissioni; ci si riferisce a tale scenario per valutare i benefici e la riduzione delle emissioni legati agli interventi previsti.

**Scenario 1:** scenario perseguito dalla Comunità Europea, il cosiddetto 20-20-20 che determina una riduzione delle emissioni di gas serra del 20% rispetto ai valori dell’anno 2005, o del primo anno utile di bilancio, con una quota per l’Italia che raggiunge il 13%; come previsto dalla Comunità Europea; il calcolo della riduzione



è riferito alle attività non appartenenti ai settori dell'Emission Trading System (impianti termoelettrici, raffinerie, cementerie, ecc...).

**Scenario 2:** gli interventi di riduzione delle emissioni sono volti a stabilizzare le emissioni di CO<sub>2</sub> ai livelli dell'anno 2010 o a qualsiasi anno di riferimento.

**Scenario 3:** o "Scenario Patto dei Sindaci", con il quale si intende diminuire del 20% i livelli di emissioni rispetto a quelli rilevati nell'anno 1990 o nel primo anno dopo il 1990 per il quale si hanno dati disponibili.

**Scenario 4:** è uno scenario teorico, che prevede la massima riduzione potenziale, mettendo in atto tutti gli interventi potenzialmente possibili nel territorio.

A partire dalle emissioni ed i consumi stimati per lo scenario 0, sono facilmente deducibili anche gli obiettivi degli altri scenari. Una volta noti i potenziali in termini di energia ed emissioni risparmiate con i vari interventi, combinandoli tra di loro è possibile ipotizzare e programmare un piano per il raggiungimento degli obiettivi stessi.

I contenuti del PEAC forniscono linee di indirizzo strategiche per le politiche energetiche e ambientali del Comune. Se si sceglie di aderire al Patto dei Sindaci che pone obiettivi e responsabilità maggiori, la pubblica amministrazione dovrà dotarsi del cosiddetto PAES: Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile.

All'interno di questo piano, descritto nel capitolo seguente e che risulta semplificato rispetto al PEAC per quanto riguarda l'analisi del territorio, devono essere invece presenti gli interventi già realizzati e da realizzare (definiti in ogni aspetto finanziario e organizzativo) e gli obiettivi distinti tra pubblico e privato.

È compito dell'Amministrazione comunale scegliere lo Scenario che intende perseguire, tenendo conto delle potenzialità del territorio e dell'impatto socio-economico degli interventi necessari al raggiungimento degli obiettivi indicati.

## 2.8 Patto dei sindaci

Il Patto dei Sindaci (Covenant of Mayors) è un'iniziativa promossa dalla Commissione Europea per coinvolgere attivamente le città europee nella strategia verso la sostenibilità energetica e ambientale. L'iniziativa è stata lanciata dalla Commissione il 29 Gennaio 2008, nell'ambito della seconda edizione della Settimana europea dell'energia sostenibile (EUSEW 2008) [7].

Il Patto, al quale hanno aderito volontariamente oltre 1600 città tra cui 20 capitali europee e numerose città di paesi non membri dell'UE, fornisce alle amministrazioni



locali l'opportunità di impegnarsi concretamente nella lotta alla riduzione di oltre il 20% delle proprie emissioni di gas serra attraverso politiche e misure locali che aumentino il ricorso alle fonti di energia rinnovabile, che migliorino l'efficienza energetica e attuino programmi ad hoc sul risparmio energetico e sull'uso razionale dell'energia. I firmatari rappresentano città di varie dimensioni, dai piccoli paesi alle maggiori aree metropolitane.

I Sindaci dei Comuni firmatari si impegnano:

- a superare gli obiettivi fissati per l'UE al 2020, riducendo le emissioni di CO<sub>2</sub> nelle rispettive città di oltre il 20% attraverso l'attuazione di un Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES). Questo impegno e il relativo Piano di Azione saranno ratificati attraverso le proprie procedure amministrative (per l'Italia: Delibera del Consiglio Municipale);
- a preparare un inventario base delle emissioni (IBE) come punto di partenza per il PAES: in particolare l'IBE rappresenta la quantificazione di CO<sub>2</sub> rilasciata per effetto del consumo energetico nel territorio del firmatario del Patto durante l'anno di riferimento, identifica le principali fonti di emissioni di CO<sub>2</sub> e i rispettivi potenziali di riduzione;
- a presentare il PAES entro un anno dalla formale ratifica del Patto;
- ad adattare le strutture della città, inclusa l'allocazione di adeguate risorse umane, al fine di perseguire le azioni necessarie;
- a mobilitare la società civile nelle proprie aree geografiche al fine di sviluppare, insieme a loro, il Piano di Azione che indichi le politiche e le misure da attuare per raggiungere gli obiettivi del Piano stesso;
- a presentare, su base biennale, un Rapporto sull'attuazione ai fini di una valutazione, includendo le attività di monitoraggio e verifica;
- a condividere l'esperienza e conoscenza con le altre unità territoriali;
- ad organizzare, in cooperazione con la Commissione Europea ed altri attori interessati, eventi specifici (giornate dell'energia, giornate dedicate alle città che hanno aderito al Patto, ecc.) che permettano ai cittadini di entrare in contatto diretto con le opportunità e i vantaggi offerti da un uso più intelligente dell'energia e di informare regolarmente i media locali sugli sviluppi del Piano d'Azione;
- a partecipare attivamente alla Conferenza annuale UE dei Sindaci per un'Energia Sostenibile in Europa;



- a diffondere il messaggio del Patto nelle sedi appropriate e, in particolare, a incoraggiare gli altri Sindaci ad aderire al Patto;
- ad accettare l'esclusione dal Patto dei Sindaci, notificata per iscritto dal Segretariato del Patto dei Sindaci, in caso di:
  - i. mancata presentazione del PAES nei tempi previsti;
  - ii. mancato raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni come indicato nel Piano di Azione a causa della mancata e/o insufficiente attuazione dello stesso;
  - iii. mancata presentazione, per due periodi consecutivi, del Rapporto biennale.

Si possono distinguere principalmente 3 fasi che i firmatari del Patto dovranno affrontare per tener fede ai loro impegni:

#### FASE 1: firma del Patto dei Sindaci

- creazione di adeguate strutture organizzative;
- sviluppo dell'Inventario di Base delle Emissioni e del PAES.

#### FASE 2: presentazione del PAES

- attuazione del PAES;
- monitoraggio dell'avanzamento.

#### FASE 3: presentazione periodica dei Rapporti di Attuazione.

La firma del Patto significa qualcosa in più di una semplice dichiarazione pubblica; con la stipula si contribuisce al conseguimento degli obiettivi fissati dall'UE per l'energia e il clima, prendendo parte ad una comunità di enti locali uniti dallo stesso obiettivo; inoltre, si dà la possibilità di condividere la propria esperienza nel territorio e beneficiare di altre esperienze locali e regionali.

Benché un numero sempre crescente di Comuni stia dimostrando la propria volontà politica di aderire al Patto, non sempre si dispongono delle risorse finanziarie e tecniche per tener fede agli impegni. Per questo motivo all'interno del Patto è stato attribuito un ruolo specifico alle amministrazioni pubbliche e alle reti in grado di assistere i firmatari nel perseguimento dei loro obiettivi.

L'adesione al Patto, così come l'adozione del Piano Energetico-Ambientale comunale, rappresenta un'ulteriore occasione per creare un sistema territoriale



urbano resiliente, cioè capace di rinnovare il proprio equilibrio al mutare delle condizioni al contorno, di adattarsi alle sollecitazioni che derivano dal cambiamento climatico e di esprimere risposte sul piano sociale, economico e ambientale alla crisi che caratterizza la nostra epoca. La resilienza costituisce dunque una funzione della sostenibilità che richiede una profonda revisione dei modelli organizzativi e gestionali su cui si basa la convivenza urbana. Un territorio per essere considerato resiliente necessita di una strategia pianificatoria di lungo periodo caratterizzata da una gestione del territorio, delle risorse energetiche, della mobilità e dei rifiuti, che sia intelligente, condivisa e collaborativa.

### **2.8.1 Sviluppo del Piano di Azione per l’Energia Sostenibile**

Il Piano di Azione per l’Energia Sostenibile rappresenta un documento chiave, volto a dimostrare le modalità con le quali l’amministrazione comunale intende raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni di anidride carbonica entro il 2020.

Per la redazione del PAES le amministrazioni interessate devono consultare il documento ufficiale redatto dal JRC: Patto dei Sindaci – “Linee Guida, Come Sviluppate un Piano di Azione per l’Energia Sostenibile – PAES” [8].

Il Patto dei Sindaci si incentra su interventi a livello locale nell’ambito delle competenze dell’autorità locale. Il PAES deve concentrarsi su azioni volte a ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> e il consumo finale di energia da parte degli utenti finali. Gli interventi del PAES riguardano quindi sia il settore pubblico che quello privato. L’autorità locale che promuove l’iniziativa deve costituire il riferimento per tutta la cittadinanza, adottando misure di spicco per i propri edifici, gli impianti, il parco veicoli, ecc... .

Il PAES dovrebbe coprire le aree in cui le autorità locali possono influenzare il consumo di energia a lungo termine (come la pianificazione territoriale). Inoltre, dovrebbe incoraggiare il consumo di prodotti e servizi efficienti dal punto di vista energetico e stimolare un cambiamento nelle modalità di consumo (comportamenti intelligenti in fatto di energia da parte di cittadini, consumatori e aziende). Al contrario, il settore industriale non costituisce uno degli obiettivi chiave del Patto, per cui l’autorità locale può scegliere se includere o meno interventi in questo ambito. In ogni caso, gli impianti coperti dall’ETS (Sistema europeo per lo scambio di quote di emissione di CO<sub>2</sub>) devono essere esclusi, a meno che non siano stati compresi dalle autorità locali in strumenti pianificatori precedenti.



I passaggi necessari per elaborare ed attuare con successo un PAES sono riportati di seguito.

- Impegno politico e firma del Patto, che stabilisce l'inizio del processo.
- Pianificazione: valutazione della situazione attuale, visione a lungo termine, obiettivi al 2020 e possibilità di raggiungere tali obiettivi.
- Approvazione e presentazione del Piano da parte del consiglio comunale.
- Attuazione del Piano.
- Monitoraggio e invio della relazione sull'attuazione del Piano.

Nella compilazione degli inventari, risulta di particolare importanza la definizione di quanto segue:

- a) anno di riferimento: è l'anno rispetto al quale saranno confrontati i risultati della riduzione delle emissioni nel 2020. L'Unione Europea si è impegnata a ridurre le emissioni del 20% entro il 2020 rispetto al 1990, pertanto il 1990 è l'anno di riferimento consigliato per l'IBE. Tuttavia, qualora non disponga dei dati al 1990, l'autorità locale può scegliere il primo anno disponibile per il quale possano essere raccolti dati quanto più completi e affidabili possibile.
- b) dati di attività: quantificano l'attività umana esistente nel territorio comunale (olio combustibile usato per il riscaldamento di ambienti in edifici residenziali [ $\text{MWh}_{\text{combustibile}}$ ], consumo di elettricità negli edifici comunali [ $\text{MWh}_e$ ], calore consumato negli edifici residenziali [ $\text{MWh}_{\text{calore}}$ , ecc.]).
- c) fattori di emissione: coefficienti che quantificano le emissioni per i corrispondenti dati di attività
  - emissioni di  $\text{CO}_2$  per MWh di olio combustibile consumato [ $\text{tCO}_2/\text{MWh}_{\text{combustibile}}$ ];
  - emissioni di  $\text{CO}_2$  per MWh di elettricità consumata [ $\text{tCO}_2/\text{MWh}_e$ ];
  - emissioni di  $\text{CO}_2$  per MWh di calore consumato [ $\text{tCO}_2/\text{MWh}_{\text{calore}}$ ].

Nella scelta dei fattori di emissione si possono seguire due diverse metodologie:

1. utilizzare fattori di emissione "Standard" in linea con i principi IPCC, che comprendono tutte le emissioni di  $\text{CO}_2$  (trascurando i contributi di altri gas ad effetto serra) derivanti dall'energia consumata nel territorio, sia direttamente, tramite la combustione di carburanti all'interno della municipalità, che indirettamente,



attraverso la combustione di carburanti associata all'uso dell'elettricità e del riscaldamento/raffreddamento nell'area municipale;

2. utilizzare fattori di emissione LCA (Life Cycle Assessment = valutazione del ciclo di vita), che prendono in considerazione l'intero ciclo di vita del vettore energetico. Tale approccio tiene conto non solo delle emissioni derivate dalla combustione finale, ma anche di quanto si origina all'interno della catena di approvvigionamento dei carburanti, come le emissioni dovute allo sfruttamento, al trasporto e ai processi di raffinazione.

Nel bilancio delle emissioni si può scegliere di includere  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e altri gas climalteranti è legata agli obiettivi del PAES, ossia se nel Piano si è indicato un obiettivo di riduzione degli stessi gas, oltre all'approccio scelto per la determinazione del fattore di emissione (standard o LCA).

La stima delle emissioni legate all'elettricità si basa sul consumo energetico, pertanto, i fattori di emissione sono espressi in  $\text{tCO}_2/\text{MWh}_e$ . L'autorità locale può decidere di utilizzare un fattore di emissione nazionale/europeo, un fattore standard o LCA, oppure si può stimare il fattore di emissione locale attraverso relazioni empiriche presenti in letteratura.

L'Inventario Base delle Emissioni (IBE) indicherà la situazione di partenza per l'autorità locale e i successivi Inventari di Monitoraggio delle Emissioni (IME) mostreranno il progresso rispetto all'obiettivo. Secondo i principi del Patto dei Sindaci, ogni firmatario è responsabile per le emissioni che sono prodotte in conseguenza del consumo di energia nel proprio territorio. Pertanto, i crediti di emissione acquistati o venduti sul mercato del carbonio non intervengono nell'IBE/IME.

Nel Dicembre 2014 si contavano 6.200 firmatari del patto, che coinvolgono circa 192.000.000 di cittadini (figura 2.10 e tabella 2.19):

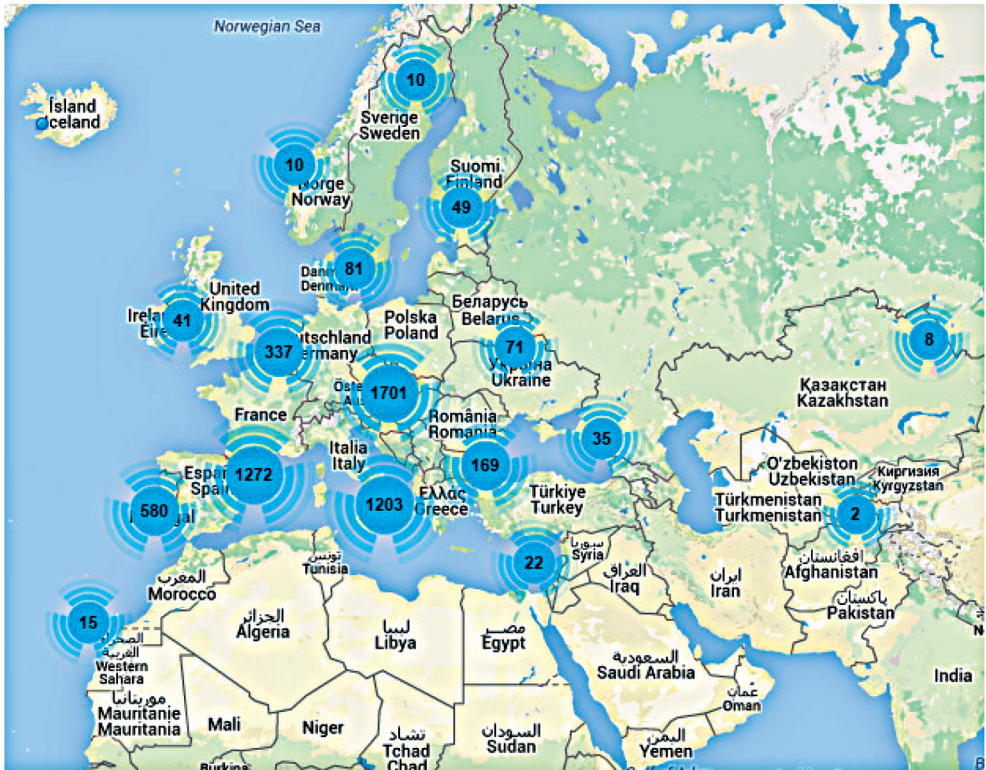


Fig. 2.10 – Distribuzione geografica dei firmatari del Patto dei Sindaci, 2014



Tab. 2.19 – Distribuzione geografica dei firmatari del Patto dei sindaci, 2014

<b>Paese</b>	<b>Numero Firmatari</b>	<b>Paese</b>	<b>Numero Firmatari</b>
Albania	1	Latvia	19
Algeria	2	Lebanon	18
Armenia	10	Lithuania	14
Austria	25	Macedonia	3
Azerbaijan	1	Malta	24
Bangladesh	1	Moldova, Republic Of	21
Belarus	10	Montenegro	3
Belgium	176	Morocco	3
Bosnia-herzegovina	15	Netherlands	18
Bulgaria	23	New Zealand	1
Chile	1	Norway	8
Croatia	59	Palestinian Territories	4
Cyprus	24	Poland	34
Czech Republic	10	Portugal	118
Denmark	38	Romania	70
Estonia	6	Serbia	6
Finland	10	Slovakia	4
France	107	Slovenia	28
Georgia	8	Spain	1485
Germany	64	Sweden	53
Greece	93	Switzerland	8
Hungary	41	Tajikistan	1
Iceland	1	Tunisia	2
Ireland	10	Turkey	8
Israel	4	Ukraine	75
Italy	3391	United Kingdom	33
Kazakhstan	8		

Dalla figura 2.11 si evince che la maggior parte delle città che aderiscono al patto hanno un numero di abitanti inferiore a 50.000, ovvero i Comuni target del progetto MuSAE; in figura 2.12 si può osservare come le adesioni siano in continua crescita.

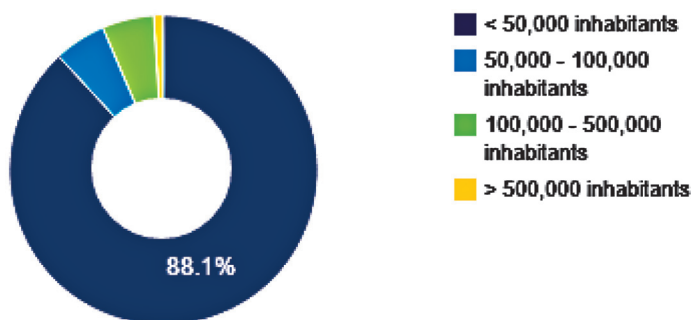


Fig. 2.11 – Distribuzione percentuale dei firmatari del Patto dei Sindaci, secondo il numero di abitanti, 2014.

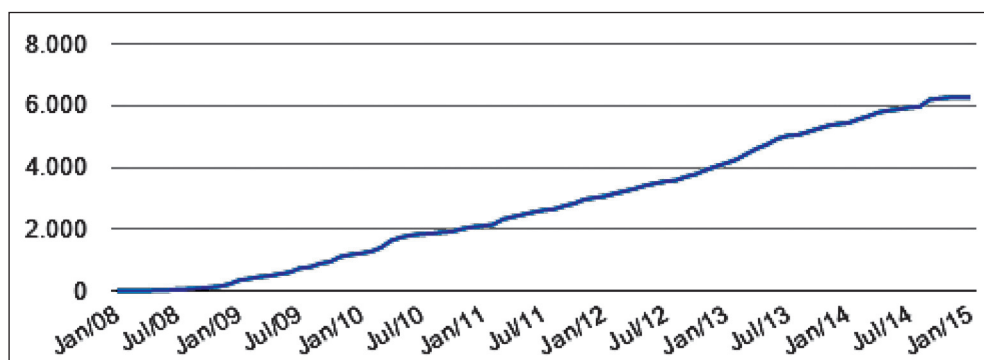


Fig. 2.12 – Andamento del numero di adesioni al Patto dei Sindaci.

## 2.8.2 Patto dei Sindaci in Italia

L'Italia ha rivestito sin dal principio un ruolo chiave nell'attuazione del Patto dei Sindaci: a seguito del lancio dell'iniziativa, sono state 28 le città italiane presenti alla prima cerimonia del Patto (Bruxelles, 10 Febbraio 2009), per sottolineare il proprio impegno nel raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale ed energetica fissati per il 2020. Il numero delle città italiane coinvolte è in continuo aumento e il nostro Paese risulta tra i più attivi a livello europeo: nel 29 novembre



2011, sulle oltre 3.000 adesioni a livello europeo, oltre 1.400 risultavano provenire da Comuni italiani.

Un ruolo fondamentale per lo sviluppo del Patto dei Sindaci in Italia viene svolto dalle Strutture di Supporto, riconosciute come tali direttamente dalla Commissione Europea che identifica due principali livelli di partecipazione. Il primo è relativo alle Pubbliche Amministrazioni e Autorità Locali (Coordinatori territoriali) e il secondo si riferisce alle Associazioni e network di autorità locali (Sostenitori del Patto). Al momento in Italia sono operanti 66 Strutture di Supporto tra le Pubbliche Amministrazioni (49 Province; 6 Regioni; 4 Comunità Montane; 7 tra Unione, Consorzio e Aggregazione di Comuni) e 14 Associazioni e network di autorità locali. Tra queste ultime, l'Unione Province d'Italia (UPI) ha attivato un sito Web [9] al fine di promuovere e valorizzare il lavoro che le Province italiane stanno proponendo a supporto dei propri Comuni aderenti al Patto dei Sindaci.

Di recente è stata indicata la possibilità ad altri soggetti (associazioni professionali, organizzazioni non governative, ecc.) di diventare Partner Associati al Patto dei Sindaci, al fine di collaborare con i firmatari del Patto attraverso supporto tecnologico, finanziario e promozionale.

In Umbria, al Dicembre 2014, hanno aderito al Patto 15 Comuni: Bevagna, Città della Pieve, Città di Castello, Corciano, Costacciaro, Foligno, Giove, Gualdo Tadino, Montegabbione, Orvieto, Porano, Terni, Trevi, Umbertide e Valfabbrica.

### **2.8.3 Confronto tra PAES Patto dei Sindaci e i PEAC previsti nel MuSAE**

In tabella 2.20 si riporta sinteticamente un confronto sugli aspetti fondamentali, tra il Patto dei Sindaci con il relativo PAES, ed i PEAC previsti con il progetto MuSAE, analizzando similitudini e principali differenze.

È evidente come l'adozione di un Piano Energetico-Ambientale Comunale, di fatto, apra la strada all'adesione al Patto dei Sindaci, se esiste la volontà da parte dell'amministrazione comunale.

Tab. 2.20 – Confronto fra PAEC e PEAC del progetto MuSAE.

	PAES - Patto dei Sindaci	PEAC - Progetto MuSAE	Confronto
<b>OBIETTIVI</b>	<p>Impegnarsi concretamente nella lotta alla riduzione di oltre il 20% delle proprie emissioni di gas serra attraverso politiche e misure locali che aumentino il ricorso alle fonti di energia rinnovabile, che migliorino l'efficienza energetica e attuino programmi ad hoc sul risparmio energetico e l'uso razionale dell'energia.</p>	<p>Fornire alle amministrazioni dei piccoli e medi comuni strumenti e metodologie per pianificare azioni a breve termine a livello locale; lo scopo è dunque realizzare i Piani Energetici Ambientali per i piccoli Comuni: i piani garantiscono effetti immediati in termini di sviluppo delle fonti rinnovabili e riduzione dei consumi di energia, con i benefici ambientali allegati, a patto che le amministrazioni si impegnino in tal senso.</p>	<p>L'obiettivo è comune ad entrambi i progetti: andare verso una realtà sostenibile. Aderendo al Patto dei Sindaci ci sono dei requisiti minimi da rispettare e degli obiettivi da raggiungere, mentre nei PEAC previsti dal progetto MuSAE viene fornito solo un indirizzo alle amministrazioni locali su come raggiungere tali obiettivi. In entrambi, il raggiungimento degli obiettivi può essere fatto "prendendo esempio" da altri comuni che hanno già esperienza nel campo. Entrambi i processi spingono verso un coinvolgimento attivo delle comunità locali e di tutti gli stakeholder. In entrambi i casi è molto importante condividere l'esperienza e la conoscenza con le altre unità territoriali ed organizzare forum, seminari e convegni che permettono ai cittadini di entrare in contatto diretto con le opportunità e i vantaggi offerti.</p>
	<p>ATTIVAZIONE: individuazione degli attori e delle responsabilità di ciascuno.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impegno politico e sottoscrizione del Patto;</li> <li>• Adattamento delle strutture amministrative della città con l'obiettivo di individuare un'ideale struttura organizzativa (responsabili, gruppi di lavoro, ecc.);</li> <li>• Individuazione ed ottenimento del supporto degli stakeholder.</li> </ul>	<p>AZIONI PREPARATORIE: Progettazione e pianificazione esecutivo-partecipativa con i principali stakeholder.</p>	<p>La stesura e le decisioni contenute all'interno di un PAES richiedono un impegno ed un coinvolgimento maggiore rispetto a quelli necessari per realizzare ed approvare un PEAC.</p>
<b>AZIONI</b>	<p>PAES:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• valutazione del quadro attuale;</li> <li>• redazione dell'IBE;</li> <li>• definizione degli obiettivi, della visione a lungo termine e valutazione delle potenzialità di intervento, in termini di riduzione dei consumi energetici finali nei diversi settori ed incremento della produzione locale di energia da fonti rinnovabili o altre fonti a basso impatto ambientale, ed una ricostruzione dei possibili scenari di evoluzione del sistema energetico locale;</li> <li>• assegnazione di livelli di priorità alla varie azioni che si è deciso di intraprendere;</li> <li>• identificazione e analisi degli strumenti più idonei per la realizzazione degli interventi individuati (strumenti di incentivazione, gestione e verifica, ecc) e quantificazione del contributo che ciascuna azione potrà fornire al raggiungimento degli obiettivi.</li> <li>• approvazione e presentazione del piano.</li> </ul>	<p>PEAC</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definizione quadro legislativo e obiettivi preliminari della pianificazione.</li> <li>• analisi/caratterizzazione del territorio (dati climatici, demografici, economici);</li> <li>• configurazione del sistema energetico: BEC (Bilancio Energetico Comunale);</li> <li>• stima delle emissioni legate al consumo di energia</li> <li>• valutazione dei possibili interventi e della utilizzabilità delle risorse rinnovabili ed assimilati;</li> <li>• ricostruzione dei possibili scenari evolutivi del sistema energetico locale, sulla base dei quali individuare il potenziale d'intervento (sia sul lato domanda che sul lato offerta).</li> </ul>	<p>Come si può notare, entrambi i documenti hanno alla base uno studio/caratterizzazione del territorio e dei flussi energetici con la realizzazione del BEI per il PAES e del BEC per il PEAC, e in entrambi si fa una valutazione dei possibili interventi futuri. La differenza sostanziale sta nella pianificazione degli interventi. Nel caso del PAES gli interventi volti al raggiungimento degli obiettivi previsti, sono molto specifici ed approfonditi sia dal punto di vista progettuale, che economico e soprattutto sono vincolanti. Nel PEAC gli interventi non vengono approfonditi ma ne viene fatta una stima sulla loro efficacia, in modo tale che l'amministrazione comunale possa poi agire liberamente. Un'altra differenza sta nell'uso dei fattori di emissione: nel caso del PEAC la scelta è piuttosto libera (nel caso del progetto Musae si è fatto riferimento principalmente a quelli dell'IPCC), mentre nel caso del PAES si deve far riferimento ai fattori di emissione riportati nelle relative linee guida, che ad ogni modo sono, i fattori standard introdotti dall'IPCC o i fattori LCA.</p>



<b>ATTUAZIONE</b>	<p>Concretizzazione dell'intero processo grazie alla realizzazione degli interventi previsti nel PAES.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Piano di fattibilità ed eventuali finanziamenti;</li> <li>• Individuazione degli strumenti per la realizzazione (organizzazione, bandi, finanziamenti tramite terzi, ecc.);</li> <li>• Realizzazione degli interventi.</li> </ul>	<p>Descrizione delle modalità attuative del Piano, ai relativi strumenti di attuazione e gestione della pianificazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuazione strumenti operativi, finanziari, normativi, di formazione ed informazione,</li> <li>• Progettazione di azioni pilota e degli interventi come per esempio la ristrutturazione energetica di edifici pubblici, la realizzazione di impianti innovativi da fonti rinnovabili, incentivazione all'uso pannelli solari termici, etc.;</li> <li>• apertura di sportelli "energy one-stop" e di servizi dedicati a tutti i soggetti interessati dalla Pianificazione (cittadini, imprese), che rappresenteranno un punto d'incontro per le diverse istituzioni coinvolte nei temi energetici e ambientali.</li> </ul>	<p>Queste fasi sono molto simili e possono essere ben integrate qualora comuni che hanno deciso di dotarsi di un PEAC, vogliono successivamente aderire al Patto dei Sindaci. In questo caso tutto il lavoro già svolto per dotarsi di un PEAC, faciliterebbe l'adesione al patto ed il raggiungimento degli obiettivi.</p>
<b>MONITORAGGIO</b>	<p>Monitoraggio delle iniziative intraprese nel tempo e della loro efficacia in termini di variazione delle emissioni, il cui inventario va aggiornato con lo scopo di verificare l'avvicinamento o allontanamento dal target e quindi la messa in campo di eventuali azioni correttive.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoraggio: aggiornamento periodico dell'IME, e quantificazione del beneficio ottenuto con gli interventi;</li> <li>• Invio della relazione sull'attuazione del Piano;</li> <li>• Revisione: verifica ed eventuale ripianificazione.</li> </ul>	<p>Per monitorare e valutare l'efficacia degli interventi pianificati e realizzati dopo l'adozione dei PEAC, è stato sviluppato all'interno del progetto MuSAE una metodologia semplificata e di rapido utilizzo, contenuta nei documenti di progetto dell'azione C2. Per ogni intervento che viene realizzato è riportato il risparmio unitario in termini di CO<sub>2eq</sub> ed il risparmio totale in funzione delle potenzialità dell'intervento stesso. In questo modo è possibile valutare sia l'effetto che l'intervento potrebbe avere in futuro, sia l'effetto che effettivamente ha, una volta realizzato. Ovviamente aggiornare ogni anno il bilancio energetico comunale, è di per se una forma di monitoraggio.</p>	<p>Il Patto dei Sindaci prevede la presentazione dell'IME con cadenza biennale: l'eventuale mancato raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni come indicato nel Piano di Azione a causa della mancata e/o insufficiente attuazione dello stesso e/o la mancata presentazione, per due periodi consecutivi, del Rapporto biennale, prevede l'esclusione dal Patto. L'adozione di un PEAC è meno vincolante dal punto di vista del monitoraggio, ma è opportuno effettuarlo anno per anno, anche dopo l'adozione, in modo da controllare i progressi fatti.</p>

## 2.8.4 Piano di azione congiunto per l'Energia Sostenibile

Dal 2012 è stata ufficialmente introdotta nel Patto dei Sindaci la possibilità di preparare un PAES congiunto, a seguito dei commenti e dei suggerimenti inviati dai firmatari. Un PAES congiunto si riferisce a un piano che viene sviluppato collettivamente da un gruppo di enti locali limitrofi. Ciò significa che il gruppo si impegna nella costruzione di una visione comune, nella preparazione di un inventario delle emissioni e nella definizione di una serie di azioni da attuare sia singolarmente che congiuntamente nel territorio interessato. Il PAES congiunto mira a promuovere la cooperazione istituzionale e approcci comuni tra enti locali che operano nella stessa area territoriale.



Un approccio congiunto alla pianificazione energetica in alcuni casi permette di ottenere risultati più efficaci di un caso isolato, poiché in alcune circostanze le opportunità per le azioni ad alto impatto possono essere individuate più facilmente all'interno dei confini amministrativi di un'aggregazione di piccoli enti locali limitrofi. Questa procedura può applicarsi, ad esempio, alle misure destinate al trasporto pubblico, alla produzione locale di energia o alla prestazione di servizi di consulenza ai cittadini. Inoltre, i Comuni coinvolti nell'attuazione congiunta di misure possono a volte beneficiare di economie di scala, come ad esempio nel settore degli appalti pubblici. Inoltre, alcuni Comuni devono affrontare il problema della mancanza di risorse umane e finanziarie per il raggiungimento degli impegni del Patto. In questo modo diventa più facile unire le proprie forze nella preparazione, attuazione e monitoraggio dei PAES.

L'approccio al PAES congiunto è consentito ai Comuni limitrofi ovvero deve essere garantita la continuità territoriale dei Comuni di piccole dimensioni all'interno della stessa area territoriale, con indicativamente meno di 10.000 abitanti ciascuno. Anche un agglomerato urbano, al pari di una metropoli e delle sue zone periferiche, può considerare di realizzare un PAES congiunto. I Comuni già firmatari del Patto, resisi conto dei vantaggi offerti da questa possibilità, possono decidere in seguito di creare un PAES congiunto insieme ad altri Comuni limitrofi.

Esistono due opzioni per la realizzazione di un PAES congiunto, riassunte di seguito:

**Opzione 1 - Impegno individuale di riduzione di CO<sub>2</sub>:** ogni firmatario del gruppo si impegna singolarmente a ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> di almeno il 20% entro il 2020 ed è quindi tenuto a completare il proprio modulo PAES. Il PAES può contenere sia le misure singole che quelle condivise. L'impatto sul risparmio energetico, la produzione di energia da fonti rinnovabili e la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> corrispondenti alle azioni congiunte dovrebbero essere suddivisi tra ciascun comune che condivide queste misure nei singoli moduli PAES. I dati più importanti di ciascun modulo PAES saranno pubblicati nel profilo individuale di ciascuno dei firmatari sul sito web del Patto. Il documento PAES è comune per tutti i firmatari del gruppo e deve essere approvato da ciascun consiglio comunale.

**Opzione 2 – Impegno condiviso di riduzione di CO<sub>2</sub>:** il gruppo dei firmatari si impegna collettivamente a ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> di almeno il 20% entro il 2020. In questo caso particolare dovrà essere compilato un solo modulo PAES comune dal gruppo di firmatari, che sono elencati sotto il profilo del gruppo di firmatari sul sito web pubblico. Il PAES può contenere sia le misure individuali che quelle condivise (dovrà essere inclusa almeno una misura condivisa). I dati più importanti del modulo PAES comune saranno pubblicati nel profilo del gruppo di firmatari sul sito web del Patto.



Analogamente all’opzione 1, il documento PAES è comune a tutti i firmatari e deve essere approvato da ciascun consiglio comunale.

In figura 2.13 si riportano le principali differenza tra gli impegni relativi al PAES individuale e congiunto.

	PAES individuale	PAES congiunto opzione 1	PAES congiunto opzione 2
<b>Obiettivo di riduzione di emissioni di CO<sub>2</sub></b>			
<b>Inventario delle emissioni</b>			
<b>Azioni PAES</b>			
<b>Approvazione del consiglio comunale PAES</b>			
<b>Presentazione del modulo PAES</b>			
<b>Presentazione del documento PAES</b>			
<b>Profilo del firmatario sul sito</b>			

Individuale | condiviso

Fig. 2.13 – Differenze tra gli impegni del PAES individuale e congiunto.



### 3 Bibliografia

[1] <http://atlasole.gse.it/atlasole/>

[2] <http://www.solaritaly.enea.it/index.php>

[3] <http://atlanteeolico.rse-web.it/viewer.htm>

[4] IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006

[5] ISPRA Rapporti - N. 135/2011 “Produzione termoelettrica ed emissioni di CO<sub>2</sub>. Fonti rinnovabili e impianti soggetti a ETS” o [http://www.bre.co.uk/filelibrary/SAP/2009/SAP-2009\\_9-90.pdf](http://www.bre.co.uk/filelibrary/SAP/2009/SAP-2009_9-90.pdf)

[6] <http://www.carbonneutralcalculator.com/Carbon%20Offset%20Factors.pdf>

[7] [http://www.pattodeisindaci.eu/index\\_it.html](http://www.pattodeisindaci.eu/index_it.html)

[8] [http://www.eumayors.eu/about/contact\\_en.html](http://www.eumayors.eu/about/contact_en.html)

[9] <http://pattodeisindaci.upinet.it/>



Comune di Perugia



**Regione Umbria**



CIRIAP



Comune di Marsciano



Comune di Umbertide



Comune di Lisciano Niccone

[www.life-musae.it](http://www.life-musae.it)